

# MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN

# KIMIA SMA

## TERINTEGRASI PENGUATAN PENDIDIKAN KARAKTER

Kelompok  
Kompetensi

G



### PEDAGOGIK

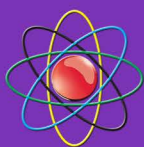
Pengembangan Instrumen  
Penilaian Pembelajaran

■ Dr. Poppy Kamalia Devi, M.Pd.

### PROFESIONAL

Sifat Koligatif, Kimia Unsur Periode 3,  
Benzena Dan Turunannya

■ Drs. Mamat Supriatna, M.Pd., dkk.



Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik  
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)  
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN  
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
2017



# MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN KIMIA SMA

TERINTEGRASI  
PENGUATAN PENDIDIKAN KARAKTER

KELOMPOK KOMPETENSI G

## PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN PEMBELAJARAN

■ Dr. Poppy Kamalia Devi, M.Pd.



Pusat Pengembangan Dan Pemberdayaan Pendidik  
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)  
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN  
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN





# **MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN**

**MATA PELAJARAN KIMIA  
SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)**

**KELOMPOK KOMPETENSI G**

## **PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN PEMBELAJARAN**

**Penulis:  
Dr. Poppy Kamalia Devi, M.Pd.**



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik  
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**  
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN  
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
TAHUN 2017

# **MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN**

**MATA PELAJARAN KIMIA  
SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)**

**KELOMPOK KOMPETENSI G**

## **PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN PEMBELAJARAN**

Penanggung Jawab

***Dr. Sediono Abdullah***

Penyusun

***Dr. Poppy Kamalia Devi, M.Pd.***      022-4231191      *devipopi@yahoo.co.id*

Penyunting

***Dr. Indrawati, M.Pd.***

Penelaah

***I Nyoman Marsih, Ph.D.***

***Ali Munawar, M.Pd.***

Penata Letak

***Dea Alvicha Putri, S.Pd.***

***Dima Noor Ziehad.***

Copyright © 2017

*Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Ilmu  
Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA),  
Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

*Dilarang menggandakan sebagian atau keseluruhan isi buku ini untuk kepentingan  
komersial tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan*

## KATA SAMBUTAN

Peran guru profesional dalam proses pembelajaran sangat penting sebagai kunci keberhasilan belajar siswa. Guru profesional adalah guru yang kompeten membangun proses pembelajaran yang baik sehingga dapat menghasilkan pendidikan yang berkualitas dan berkarakter prima. Hal tersebut menjadikan guru sebagai komponen yang menjadi fokus perhatian pemerintah pusat maupun pemerintah daerah dalam peningkatan mutu pendidikan terutama menyangkut kompetensi guru.

Pengembangan profesionalitas guru melalui Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan merupakan upaya Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan melalui Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan dalam upaya peningkatan kompetensi guru. Sejalan dengan hal tersebut, pemetaan kompetensi guru telah dilakukan melalui Uji Kompetensi Guru (UKG) untuk kompetensi pedagogik dan profesional pada akhir tahun 2015. Hasil UKG menunjukkan peta profil yang menunjukkan kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan pedagogik dan profesional. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan guru paska UKG pada tahun 2016 dan akan dilanjutkan pada tahun 2017 ini dengan Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan bagi Guru. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kompetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan bagi Guru dilaksanakan melalui tiga moda, yaitu: 1) Moda Tatap Muka, 2) Moda Daring Murni (*online*), dan 3) Moda Daring Kombinasi (kombinasi antara tatap muka dengan daring).



Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK), Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan Perikanan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LP3TK KPTK) dan Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Kepala Sekolah (LP2KS) merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Direktorat Jenderal.

Guru dan Tenaga Kependidikan yang bertanggung jawab dalam mengembangkan perangkat dan melaksanakan peningkatan kompetensi guru sesuai bidangnya. Adapun perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut adalah modul Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan bagi Guru moda tatap muka dan moda daring untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru. Mari kita sukseskan Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan ini untuk mewujudkan Guru Mulia Karena Karya.

Jakarta, Maret 2017

Direktur Jenderal

Guru dan Tenaga Kependidikan

**Sumarna Surapranata, Ph.D**

NIP. 195908011985032001

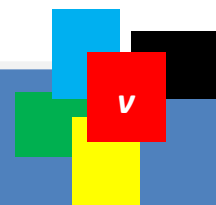
## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke Hadirat Allah SWT atas selesainya Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) mata pelajaran Fisika SMA, Kimia SMA dan Biologi SMA. Modul ini merupakan model bahan belajar (*Learning Material*) yang dapat digunakan guru untuk belajar mandiri, fleksibel dan pro-aktif, sesuai kondisi dan kebutuhan penguatan kompetensi yang ditetapkan dalam Standar Kompetensi Guru.

Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan yang merupakan salah satu program PPPPTK IPA ini disusun dalam rangka fasilitasi program peningkatan kompetensi guru pasca UKG yang telah diselenggarakan oleh Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan. Materi modul dikembangkan berdasarkan Standar Kompetensi Guru sesuai Peraturan Menteri Pendidikan Nasional nomor 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru yang dijabarkan menjadi Indikator Pencapaian Kompetensi Guru.

Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan ini dibuat untuk masing-masing mata pelajaran yang dijabarkan ke dalam 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Materi pada masing-masing modul kelompok kompetensi berisi materi kompetensi pedagogik dan kompetensi profesional guru mata pelajaran, uraian materi, tugas, dan kegiatan pembelajaran, serta diakhiri dengan evaluasi dan uji diri untuk mengetahui ketuntasan belajar. Bahan pengayaan dan pendalaman materi dimasukkan pada beberapa modul untuk mengakomodasi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta kegunaan dan aplikasinya dalam pembelajaran maupun kehidupan sehari-hari.

Penyempurnaan modul ini telah dilakukan secara terpadu dengan mengintegrasikan penguatan pendidikan karakter dan kebutuhan penilaian





peserta didik di sekolah dan ujian yang berstandar nasional. Hasil dari integrasi tersebut telah dijabarkan dalam bagian-bagian modul yang terpadu, sesuai materi yang relevan.

Modul ini telah ditelaah dan direvisi oleh tim, baik internal maupun eksternal (praktisi, pakar dan para pengguna). Namun demikian, kami masih berharap kepada para penelaah dan pengguna untuk selalu memberikan masukan dan penyempurnaan sesuai kebutuhan dan perkembangan ilmu pengetahuan teknologi terkini.

Besar harapan kami kiranya kritik, saran, dan masukan untuk lebih menyempurnakan isi materi serta sistematika modul dapat disampaikan ke PPPPTK IPA untuk perbaikan edisi yang akan datang. Masukan-masukan dapat dikirimkan melalui email para penyusun modul atau email [p4tkipa@yahoo.com](mailto:p4tkipa@yahoo.com).

Akhirnya kami menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada para pengarah dari jajaran Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, Manajemen, Widyaiswara dan Staf PPPPTK IPA, Dosen dan Guru yang telah berpartisipasi dalam penyelesaian modul ini. Semoga peran serta dan kontribusi Bapak dan Ibu semuanya dapat memberikan nilai tambah dan manfaat dalam peningkatan Kompetensi Guru IPA di Indonesia.

Bandung, April 2017

Kepala PPPPTK IPA,

**Dr. Sediono, M.Si.**

NIP. 195909021983031002





## DAFTAR ISI

|  | Hal  |
|--|------|
| KATA SAMBUTAN                            | iii  |
| KATA PENGANTAR                           | v    |
| DAFTAR ISI                               | vii  |
| DAFTAR TABEL                             | viii |
| DAFTAR GAMBAR                            | viii |
| PENDAHULUAN                              | 1    |
| A. Latar Belakang                        | 1    |
| B. Tujuan                                | 2    |
| C. Peta Kompetensi                       | 2    |
| D. Ruang Lingkup                         | 4    |
| E. Cara Penggunaan Modul                 | 4    |
| KEGIATAN PEMBELAJARAN                    | 8    |
| I. PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN      | 8    |
| A. Tujuan                                | 8    |
| B. Indikator Pencapaian Kompetensi       | 8    |
| C. Uraian Materi                         | 9    |
| D. Aktivitas Pembelajaran                | 40   |
| E. Latihan/Kasus/Tugas                   | 41   |
| F. Rangkuman                             | 44   |
| G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut         | 44   |
| II. ANALISIS DAN TINDAK LANJUT PENILAIAN | 45   |
| A. Tujuan                                | 45   |
| B. Indikator Ketercapaian Kompetensi     | 45   |
| C. Uraian Materi                         | 46   |
| D. Aktivitas Pembelajaran                | 61   |
| E. Latihan/Kasus/Tugas                   | 63   |
| F. Rangkuman                             | 64   |
| G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut         | 64   |



|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS | 66 |
| EVALUASI                          | 68 |
| PENUTUP                           | 73 |
| DAFTAR PUSTAKA                    | 74 |
| GLOSARIUM                         | 76 |

## DAFTAR TABEL

|           |   | Hal |
|-----------|---|-----|
| Tabel 1.  | Kompetensi Guru Mapel dan Indikator Pencapaian Kompetensi         | 3   |
| Tabel 1.1 | Contoh Format dan Pengisian Jurnal Guru Mata Pelajaran            | 11  |
| Tabel 1.2 | Taksonomi Bloom Lama dan Taksonomi Bloom Revisi                   | 26  |
| Tabel 1.3 | Kata Kerja Operasional pada ranah kognitif Taksonomi Bloom revisi | 27  |
| Tabel 1.4 | Level Kognitif pada Kisi-kisi USBN Mata Pelajaran Kimia           | 32  |
| Tabel 2.1 | Pengolahan Nilai Pengetahuan tanpa Bobot                          | 50  |
| Tabel 2.2 | Pengolahan Nilai Kompetensi Keterampilan                          | 51  |

## DAFTAR GAMBAR

|           |                                    | Hal |
|-----------|------------------------------------|-----|
| Gambar 1  | Alur Modul Pembelajaran tatap Muka | 5   |
| Gambar 2. | Alur Cara Penggunaan Modul         | 5   |





|            |                              |    |
|------------|------------------------------|----|
| Gambar 3.  | Alur Cara Penggunaan Modul   | 7  |
| Gambar 1.1 | Skema Penilaian Sikap        | 10 |
| Gambar 1.2 | Skema penilaian pengetahuan  | 15 |
| Gambar 1.3 | Skema Penilaian Keterampilan | 34 |
| Gambar 2.1 | Skema Penetapan KKM          | 54 |



# PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang

Penilaian Hasil Belajar oleh guru adalah proses pengumpulan informasi/bukti tentang capaian pembelajaran peserta didik dalam kompetensi sikap spiritual dan sikap sosial, kompetensi pengetahuan, dan kompetensi keterampilan yang dilakukan secara terencana dan sistematis, selama dan setelah proses pembelajaran. Teknik yang digunakan untuk menilai kompetensi sikap adalah melalui observasi, penilaian diri, penilaian teman sebaya, dan penilaian jurnal. Untuk menilai kompetensi pengetahuan adalah melalui tes tertulis, observasi terhadap diskusi, tanya jawab dan percakapan, sedangkan penilaian kompetensi keterampilan melalui unjuk kerja/ kinerja/praktik, proyek, produk dan portofolio dan tertulis. Seorang guru memerlukan keterampilan mengembangkan instrumen untuk melakukan penilaian tersebut. Selanjutnya setelah instrumen digunakan, tentunya harus dianalisa dan hasilnya digunakan untuk menentukan program tindak lanjut penilaian di mana dalam pembelajaran selalu dijumpai adanya peserta didik yang mengalami kesulitan dalam mencapai kompetensi dasar dan ada pula peserta didik yang telah mencapai kompetensi lebih cepat dari peserta didik lain.

Mengacu pada Permendiknas nomor 16 tahun 2007, pengembangan instrumen penilaian pembelajaran ini termasuk kompetensi inti pedagogik nomor 8. Menyelenggarakan penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar. Sedangkan tindak lanjut pembelajaran berdasarkan hasil penilaian termasuk kompetensi nomor 9. Memanfaatkan hasil penilaian dan evaluasi untuk kepentingan pembelajaran". Pada Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) Guru Kelompok Kompetensi G ini dibahas materi tentang pengembangan instrumen penilaian kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan. Selain itu dibahas pula cara mengevaluasi data hasil penilaian dan pengembangan



program tindak lanjut penilaian. Dalam modul ini, sajian materi diawali dengan uraian pendahuluan, kegiatan pembelajaran dan diakhiri dengan evaluasi agar guru peserta diklat melakukan *self* sebagai tolok ukur untuk mengetahui keberhasilan diri sendiri.

Dalam merancang dan melaksanakan pembelajaran Anda sebagai guru hendaknya harus memperhatikan dan mengimplmentasikan kebijakan pemerintah dalam pendidikan. Kebijakan pemerintah melaui pendidikan tahun ini adalah Program Penguatan Pendidikan Karakter (PPK), yaitu program pendidikan di Sekolah untuk memperkuat karakter siswa melalui harmonisasi olah hati (etik), olah rasa (estetik), olah pikir (literasi) dan olah raga (kinestetik) dengan dukungan pelibatan publik dan kerjasama antara sekolah, keluarga dan masyarakat yang merupakan bagian dari Gerakan Nasional Revolusi Mental (GNRM). Implementasi PPK tersebut dapat berbasis kelas, berbasis budaya sekolah dan berbasis masyarakat (keluarga dan komunitas). Dalam rangka mengimplementasikan kebijakan program PPK, modul ini mengintegrasikan lima nilai utama PPK yaitu religius, nasionalis, mandiri, gotong royong dan integritas. Dalam modul ini kelima nilai utama tersebut terintegrasi pada kegiatan-kegiatan pembelajaran. Setelah mempelajari modul ini, selain Anda dapat meningkatkan kompetensi pedagogik, Anda juga diharapkan mampu mengimplementasikan PPK khususnya PPK berbasis kelas. Modul ini diperuntukan untuk memfasilitasi Anda belajar materi kelompok kompetensi I pada kegiatan di kelompok kerja melalui moda tatap muka penuh atau tatap muka dengan pola *Inservice Training* 1 (IN-1) On The Job Learning (ON)- *Inservice Training* 2 (IN-2). Selanjutnya dalam modul ini istilah tersebut disingkat menjadi IN-ON-IN

## B. Tujuan

Setelah mempelajari modul ini dengan kerja keras, kreatif, kerja sama dan tanggungjawab diharapkan terampil mengembangkan instrumen penilaian sikap, pengetahuan dan keterampilan serta memahami program tindak lanjut pembelajaran berdasarkan kajian hasil penilaian

## C. Peta Kompetensi

Kompetensi inti yang diharapkan setelah Anda mempelajari modul ini adalah dapat menyelenggarakan penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar,



memanfaatkan hasil penilaian dan evaluasi untuk kepentingan pembelajaran. Kompetensi Guru Mata Pelajaran dan Indikator Pencapaian Kompetensi yang diharapkan tercapai melalui belajar dengan modul ini tercantum pada tabel 1 berikut:

**Tabel 1.** Kompetensi Guru Mapel dan Indikator Pencapaian Kompetensi

| <b>Kompetensi Guru Mata Pelajaran</b>  | <b>Indikator Pencapaian Kompetensi</b>  |
|--|---|
| 8.4 Mengembangkan instrumen penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar.               | 8.4.1 Menyusun instrumen penilaian kompetensi pengetahuan pada mata pelajaran Kimia<br>8.4.2 Menyusun instrumen penilaian kompetensi sikap pada mata pelajaran Kimia<br>8.4.3 Menyusun instrumen penilaian kompetensi keterampilan pada mata pelajaran Kimia  |
| 8.6 Menganalisis hasil penilaian proses dan hasil belajar untuk berbagai tujuan            | 8.6.1 Menganalisis penilaian proses dan hasil belajar berdasarkan instrumen yang telah disusun untuk ranah pengetahuan<br>8.6.2 Menganalisis penilaian proses dan hasil belajar berdasarkan instrumen yang telah disusun untuk ranah sikap<br>8.6.3 Menganalisis penilaian proses dan hasil belajar berdasarkan instrumen yang telah disusun untuk ranah keterampilan |
| 8.7 Melakukan evaluasi proses dan hasil belajar  | 8.7.1 Mengevaluasi data hasil analisis penilaian hasil belajar aspek pengetahuan<br>8.7.2 Mengevaluasi data hasil analisis penilaian proses belajar aspek sikap<br>8.7.3 Mengevaluasi data hasil analisis penilaian proses dan hasil belajar aspek keterampilan   |
| 9.1 Menggunakan informasi hasil penilaian dan evaluasi untuk menentukan ketuntasan belajar | 9.1.1 Menjelaskan prosedur dalam menentukan ketuntasan belajar<br>9.1.2 Menentukan tindak lanjut pembelajaran berdasarkan kajian hasil penilaian pengetahuan  |
| 9.2 Menggunakan informasi hasil penilaian dan evaluasi untuk                               | 9.2.3 Merancang program remedial berdasarkan hasil penilaian dan evaluasi<br>9.2.6 Merancang program pengayaan berdasarkan  |



| Kompetensi Guru Mata Pelajaran            | Indikator Pencapaian Kompetensi |
|---|---------------------------------|
| merancang program remedial dan pengayaan. | hasil penilaian dan evaluasi    |

## D. Ruang Lingkup

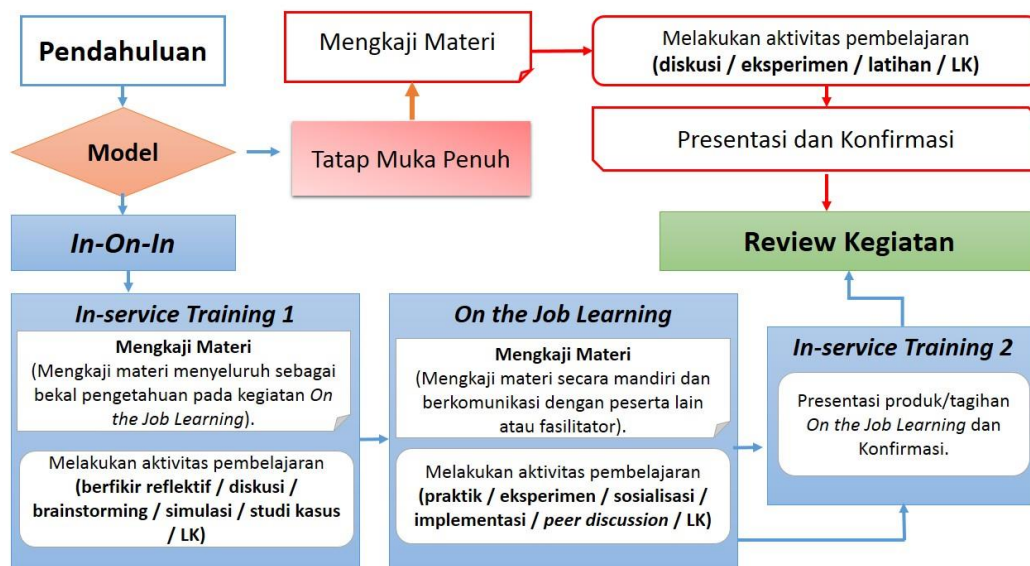
Ruang lingkup materi pada Modul ini disusun dalam empat bagian, yaitu bagian pendahuluan, kegiatan pembelajaran, evaluasi dan penutup. Bagian pendahuluan berisi paparan tentang latar belakang modul kelompok kompetensi G, tujuan belajar, kompetensi guru yang diharapkan dicapai setelah pembelajaran, ruang lingkup dan saran penggunaan modul. Bagian kegiatan pembelajaran berisi tujuan, indikator pencapaian kompetensi, uraian materi, aktivitas pembelajaran, latihan/kasus/tugas, rangkuman, umpan balik dan tindak lanjut bagian akhir terdiri dari kunci jawaban latihan/kasus/tugas, evaluasi dan penutup.

Rincian materi pada modul mencakup:

1. pengembangan instrumen penilaian kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan.
2. analisis hasil penilaian proses dan hasil belajar untuk berbagai tujuan
3. Tindak lanjut pembelajaran berdasarkan hasil penilaian.

## E. Cara Penggunaan Modul

Cara penggunaan modul pada setiap Kegiatan Pembelajaran secara umum sesuai dengan skenario penyajian materi pada diklat. Alur model pembelajaran melalui moda tatap muka penuh dan tatap muka *IN-ON-IN* adalah sebagai berikut.



. Gambar 1. Alur Model Pembelajaran Tatap Muka

Deskripsi kedua moda diklat tatap muka ini terdapat pada penjelasan berikut.

## 1. Deskripsi cara penggunaan modul pada moda Tatap Muka Penuh

Alur dan deskripsi cara penggunaan modul pada moda Tatap Muka Penuh



Gambar 2. Alur Cara Penggunaan Modul

### Deskripsi Kegiatan

#### 1) Pendahuluan

Pada kegiatan pendahuluan Anda dipersilahkan mempelajari :

- latar belakang yang memuat gambaran materi modul
- tujuan penyusunan modul mencakup tujuan semua kegiatan pembelajaran setiap materi modul
- kompetensi atau indikator yang akan dicapai atau ditingkatkan melalui modul.
- ruang lingkup berisi materi kegiatan pembelajaran
- langkah-langkah penggunaan modul

#### 2) Mengkaji materi

Pada kegiatan ini Anda mempelajari materi yang diuraikan secara singkat sesuai dengan indikator pencapaian hasil belajar. Anda dapat mempelajari



materi secara individual atau kelompok dengan melakukan kerjasama yang baik dengan anggota dalam kelompok Anda

3) Melakukan aktivitas pembelajaran

Pada kegiatan ini Anda melakukan kegiatan pembelajaran sesuai dengan rambu-rambu/ instruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, mengerjakan tugas, latihan, dsb. Pada kegiatan ini Anda secara aktif menggali informasi dan berlatih mengembangkan rencana pelaksanaan pembelajaran. Aktivitas dilakukan dengan mandiri atau kelompok dengan cara kerjasama pada saat membuat tugas dan kreatif dalam membuat laporan hasil kerja. Laporan hasil kelompok merupakan hasil kerjasama dan jika ada perbaikan menjadi tanggung jawab semua anggota kelompok.

4) Presentasi dan Konfirmasi

Pada kegiatan ini perwakilan kelompok Anda mempresentasikan hasil kegiatan, peserta lain menyimak presentasi dengan cermat dan serius sebagai penghargaan kepada pembicara. Setelah presentasi peserta lain menanggapi hasil presentasi dengan cara empati sedangkan fasilitator melakukan konfirmasi terhadap materi yang dipresentasikan kemudian menyamakan persepsi hasil diskusi yang dibahas bersama

5) Review Kegiatan

Pada kegiatan ini Anda dan peserta lain serta fasilitator mereview materi sampai mendapatkan persamaan persepsi dan pemahaman materi yang diuraikan pada modul.

## 2. Deskripsi cara penggunaan modul pada moda Tatap Muka IN-ON-IN

Cara penggunaan modul pada moda tatap muka *IN-ON-IN* sedikit berbeda dengan moda tatap muka penuh. Perbedaan terdapat pada komponen aktivitas pembelajaran dan tugas/latihan. Alur dan deskripsi cara penggunaan modul adalah sebagai berikut.





Gambar 3. Alur Cara Penggunaan Modul

### Deskripsi Kegiatan

Pada kegiatan *IN-1* Anda sebagai peserta mempelajari modul sama seperti pada moda tatap muka penuh sampai mengkaji materi. Mulai komponen Aktivitas Pembelajaran terdapat kegiatan untuk *IN-1* dan *ON*. Pada *IN-1* Anda dipandu fasilitator mempelajari aktivitas berdasarkan Lembar Kegiatan (*LK*) yang disiapkan untuk *IN-1*.

Pada kegiatan *ON* Anda dapat mengkaji kembali uraian materi secara mandiri dan melakukan aktivitas belajar berdasarkan instruksi atau *LK* yang disiapkan untuk kegiatan *ON*. Jika ada kegiatan praktik yang tidak bisa dilaksanakan pada *IN-1*, kegiatan diganti menjadi diskusi materi *LK* tersebut dan pelaksanaannya dilakukan di *ON*.

Pada kegiatan *ON* Anda harus menyiapkan laporan sesuai sistematika yang telah ditetapkan. Hasil kegiatan *ON* baik berupa tugas *LK* maupun tugas lainnya dilampirkan sebagai bukti fisik bahwa Anda telah menyelesaikan seluruh tugas *ON* yang ada pada modul. Pada kegiatan *IN-2*, Anda dan peserta lainnya melaporkan hasil kegiatan *ON* dan mendiskusikannya difasilitasi oleh fasilitator.

## KEGIATAN PEMBELAJARAN 1: PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN

Kurikulum 2013 menerapkan penilaian autentik untuk menilai kemajuan belajar peserta didik yang meliputi sikap, pengetahuan, dan keterampilan. Demikian pula pada Permendikbud Nomor 23 Tahun 2016 tentang penilaian peserta didik dinyatakan bahwa penilaian hasil belajar peserta didik pada pendidikan dasar dan pendidikan menengah meliputi aspek sikap, pengetahuan dan keterampilan. Di dalam pelaksanaannya guru harus membuat instrumen penilaian, yaitu alat yang digunakan untuk menilai capaian pembelajaran peserta didik. Instrumen yang digunakan dalam penilaian kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan dapat berupa daftar cek atau skala penilaian (*rating scale*), soal tes pilihan ganda, isian atau uraian, tugas pekerjaan rumah atau proyek dan semuanya disertai rubrik. Pada kegiatan pembelajaran ini akan dibahas prinsip pengembangan instrumen penilaian kompetensi sikap, pengetahuan, dan keterampilan berikut contohnya. Kompetensi ini dapat dicapai jika Anda belajar materi ini dengan kerja keras, profesional, kreatif dalam melakukan tugas sesuai instruksi pada bagian aktivitas belajar yang tersedia, disiplin dalam mengikuti tahap-tahap belajar serta bertanggung jawab dalam membuat tugas atau hasil kerja.

### A. Tujuan

Setelah mempelajari modul ini diharapkan Anda memahami pengembangan instrumen penilaian kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan dan menyusun butir soal.

### B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi yang diharapkan dicapai:

1. menyusun instrumen penilaian kompetensi sikap pada mata pelajaran Kimia



2. menyusun instrumen penilaian kompetensi pengetahuan pada mata pelajaran Kimia
3. menyusun instrumen penilaian kompetensi keterampilan pada mata pelajaran kimia

### C. Uraian Materi

Untuk melengkapi perangkat pembelajaran kimia dengan suatu model, diperlukan jenis-jenis penilaian yang sesuai. Pada uraian berikut disajikan beberapa contoh penilaian kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan pada pembelajaran kimia. Anda dapat mempelajari cara mengembangkan instrumen dimulai dengan membaca uraian materi sampai tuntas dan selanjutnya secara berkelompok mengembangkan contoh instrumen penilaian materi pembelajaran Kimia yang dapat digunakan di sekolah.

#### 1. Penilaian Kompetensi Sikap

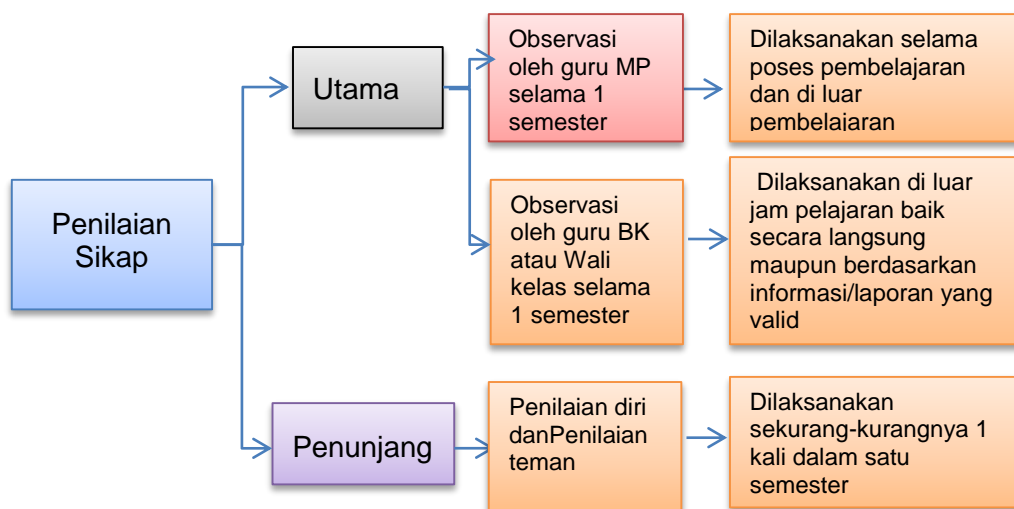
Penilaian kompetensi sikap yang dapat dilakukan oleh para guru dengan menilai perilaku sehingga penilaian sikap dilakukan dengan cara observasi perilaku. Perilaku seseorang pada umumnya menunjukkan kecenderungan dalam melakukan sesuatu hal. Pada mata pelajaran kimia dan pelajaran lainnya selain PABP dan PPKn tidak terdapat KD pada KI-1 dan KI-2. Dengan demikian aspek sikap untuk mata pelajaran selain PABP dan PPKn tidak dibelajarkan secara langsung dan memiliki dampak pengiring dari pembelajaran KD pada KI-3 dan KD pada KI-4. Meskipun demikian penilaian sikap spiritual dan sikap sosial harus dilakukan secara berkelanjutan oleh semua guru, termasuk guru Bimbingan Konseling (BK) dan wali kelas, melalui observasi dan informasi lain yang valid dan relevan dari berbagai sumber. Hasil observasi dapat dijadikan sebagai umpan balik dalam pembinaan.

Penilaian sikap merupakan bagian dari pembinaan dan penanaman/pembentukan sikap spiritual dan sikap sosial peserta didik yang menjadi tugas dari setiap pendidik. Penanaman sikap diintegrasikan pada setiap pembelajaran KD dari KI-3 dan KI-4. Indikator untuk setiap butir sikap dapat dikembangkan sesuai kebutuhan satuan pendidikan. Penjelasan tentang perumusan indikator sikap dapat dipelajari pada buku Panduan Penilaian SMA tahun 2016



Hasil penilaian sikap selama periode satu semester dilaporkan dalam bentuk predikat sangat baik, baik, cukup, atau kurang serta deskripsi yang menggambarkan perilaku peserta didik. Penilaian sikap dilakukan oleh semua guru mata pelajaran guru BK dan wali kelas, serta warga sekolah. Teknik penilaian sikap meliputi observasi, penilaian diri dan penilaian antar teman.

Teknik penilaian sikap dijelaskan pada skema berikut.



**Gambar 1.1** Skema Penilaian Sikap

**Sumber:** Pedoman Penilaian SMA 2016.

#### a. Penilaian Kompetensi Utama

Penilaian kompetensi utama dilakukan oleh guru mapel, BK dan wali kelas. Observasi dalam penilaian sikap peserta didik merupakan teknik yang dilakukan secara berkesinambungan melalui pengamatan perilaku. Hasil observasi ditulis dalam jurnal. Jurnal memuat catatan sikap atau perilaku peserta didik yang sangat baik atau kurang baik, dilengkapi dengan waktu terjadinya perilaku tersebut, dan butir-butir sikap. Contoh jurnal guru kimia:



Nama Satuan Pendidikan : SMA X Jakarta  
Tahun Pelajaran : 2016 / 2017  
Kelas/Semester : X / Semester I  
Mata Pelajaran : Kimia

**Tabel 1.1** Contoh format dan Pengisian Jurnal Guru Mata Pelajaran

| No. | Waktu      | Nama  | Kejadian/Perilaku  | Butir Sikap    | Pos/Neg | Tindak Lanjut   |
|-----|------------|-------|--|----------------|---------|---|
| 1.  | 5/8/2016   | Adi   | Meninggalkan Laboratorium tanpa membersihkan meja dan alat bahan yang sudah dipakai  | Tanggung Jawab | -       | Dipanggil untuk membersihkan meja dan alat bahan yang sudah dipakai. Dilakukan Pembinaan. |
| 2.  | 12/8/2016  | Meity | Melapor kepada pendidik bahwa dia memecahkan gelas kimia tanpa sengaja ketika sedang melakukan praktikum.                          | Jujur          | -       | Diberi apresiasi/pujian atas kejujurannya. Diingatkan agar lain kali lebih berhati-hati.  |
| 3.  | 12/8/2016  | Rudy  | Membantu membersihkan gelas kimia yang dipecahkan oleh temannya.   | Gotong royong  | -       | Diberi apresiasi/pujian. Ditingkatkan.  |
| 4.  | 1/9/2016   | Ellya | Menyajikan hasil diskusi kelompok dan menjawab sanggahan kelompok lain dengan tegas menggunakan argumentasi yang logis dan relevan | Percaya diri.  | -       | Diberi apresiasi/pujian. Ditingkatkan.  |
| 5.  | 12/10/2016 | Lucia | Tidak mengumpulkan tugas kimia   | Disiplin       | -       | Ditanya apa alasan tidak mengumpulkan tugas, agar selanjutnya selalu mengumpulkan tugas.  |

Jika seorang peserta didik menunjukkan perilaku yang kurang baik, guru harus segera menindaklanjuti dengan melakukan pendekatan dan pembinaan, secara bertahap peserta didik tersebut dapat menyadari dan memperbaiki sendiri perilakunya sehingga menjadi lebih baik.



## **b. Penilaian Sikap Penunjang**

Penilaian Sikap Penunjang terdiri dari penilaian diri dan penilaian antar teman

### **1) Penilaian Diri**

Penilaian diri dilakukan dengan cara meminta peserta didik untuk mengemukakan kelebihan dan kekurangan dirinya dalam berperilaku. Selain itu penilaian diri juga dapat digunakan untuk membentuk sikap peserta didik terhadap mata pelajaran. Hasil penilaian diri peserta didik dapat digunakan sebagai data konfirmasi. Penilaian diri dapat memberi dampak positif terhadap perkembangan kepribadian peserta didik, antara lain:

- a) dapat menumbuhkan rasa percaya diri, karena diberi kepercayaan untuk menilai diri sendiri;
- b) peserta didik menyadari kekuatan dan kelemahan dirinya, karena ketika melakukan penilaian harus melakukan introspeksi terhadap kekuatan dan kelemahan yang dimiliki;
- c) dapat mendorong, membiasakan, dan melatih peserta didik untuk berbuat jujur, karena dituntut untuk jujur dan objektif dalam melakukan penilaian; dan
- d) membentuk sikap terhadap mata pelajaran/pengetahuan.

Penilaian diri oleh peserta didik dilakukan melalui langkah-langkah sebagai berikut.

- a) menjelaskan kepada peserta didik tujuan penilaian diri.
- b) menentukan indikator yang akan dinilai.
- c) menentukan kriteria penilaian yang akan digunakan.
- d) merumuskan format penilaian, berupa daftar cek (checklist) atau skala penilaian (*rating scale*), atau dalam bentuk esai untuk mendorong peserta didik mengenali diri dan potensinya.



Contoh Penilaian diri setelah peserta didik selesai belajar satu KD

| <b><u>Penilaian Diri</u></b>   |  |                        |                |
|--|--|------------------------|----------------|
| Topik : .....  |  | Nama : .....           |                |
|  |  | Kelas/Semester : ..... |                |
| Setelah mempelajari materi Sel elektrolisis, Anda dapat melakukan penilaian diri dengan cara memberikan tanda $\checkmark$ pada kolom yang tersedia sesuai dengan kemampuan. |  |                        |                |
| No   | Pernyataan   | Sudah memahami         | Belum memahami |
| 1.   | Memahami konsep sel elektrolisis   |                        |                |
| 2.   | Memahami reaksi redoks yang terjadi pada elektrolisis larutan dengan elektroda inert       |                        |                |
| 3.   | Memahami reaksi redoks yang terjadi pada elektrolisis larutan dengan elektroda tidak inert |                        |                |
|  | .....  |                        |                |

**Penilaian diri setelah melaksanakan suatu tugas.**

Contoh format penilaian diri setelah peserta didik mengerjakan Tugas Proyek Kimia

| <b><u>Penilaian Diri</u></b>   |   |               |       |
|--|---|---------------|-------|
| Tugas : .....  |   | Nama: .....   |       |
|  |   | Kelas : ..... |       |
| <i>Bacalah baik-baik setiap pernyataan dan berilah tanda <math>\checkmark</math> pada kolom yang sesuai dengan keadaan dirimu yang sebenarnya.</i> |   |               |       |
| No   | Pernyataan  | YA            | TIDAK |
| 1  | Selama melakukan tugas kelompok saya bekerjasama dengan teman satu kelompok |               |       |
| 2  | Saya mencatat data dengan teliti dan sesuai dengan fakta                    |               |       |
| 3  | Saya melakukan tugas sesuai dengan jadwal yang telah dirancang              |               |       |
| 4  | .....   |               |       |

Penilaian diri, selain sebagai penilaian sikap jujur juga dapat diberikan untuk mengukur pencapaian kompetensi pengetahuan, misalnya peserta didik diminta mengerjakan soal-soal sebelum ulangan akhir bab dilakukan dan mencocokkan dengan kunci jawaban yang tersedia pada buku peserta didik. Berdasarkan



hasilnya, diharapkan peserta didik akan belajar kembali pada topik-topik yang belum mereka kuasai. Penilaian diri tidak hanya digunakan untuk menilai sikap spiritual dan sosial, tetapi dapat juga digunakan untuk menilai sikap terhadap pengetahuan dan keterampilan serta kesulitan belajar peserta didik. Menilai kemampuan diri sendiri dapat mengembangkan nilai karakter percaya diri dan kejujuran

### c. Penilaian Teman Sebaya (*Peer Assessment*)

Penilaian antarteman adalah penilaian dengan cara peserta didik saling menilai perilaku temannya. Penilaian antarteman dapat mendorong: (a). objektivitas peserta didik, (b). empati, (c). mengapresiasi keragaman/perbedaan, dan (d). refleksi diri. Sebagaimana penilaian diri, hasil penilaian antarteman dapat digunakan sebagai data konfirmasi. Instrumen yang digunakan berupa lembar penilaian antarteman. Jika penilaian antar teman ini dilakukan, nilai karakter yang dapat dikembangkan misalnya percaya diri, empatik, dan kejujuran.

Penilaian teman sebaya atau antar peserta didik merupakan teknik penilaian dengan cara meminta peserta didik untuk saling menilai terkait dengan pencapaian kompetensi. Penilaian teman antar peserta didik dilakukan oleh peserta didik terhadap 3 (tiga) teman sekelas atau sebaliknya. Contoh penilaian antar peserta didik pada pembelajaran kimia.

#### **Penilaian antar Peserta Didik**

Mata Pelajaran: Kimia

Kelas/Semester: XII / 1

Topik/Subtopik : .....

Indikator : Peserta didik menunjukkan perilaku kerjasama, rasa ingin tahu, santun, dan komunikatif sebagai wujud kemampuan memecahkan masalah dan membuat keputusan





Format penilaian yang diisi peserta didik

**Penilaian antar Peserta Didik**

Topik/Subtopik: ..... Nama Teman yang dinilai: .....

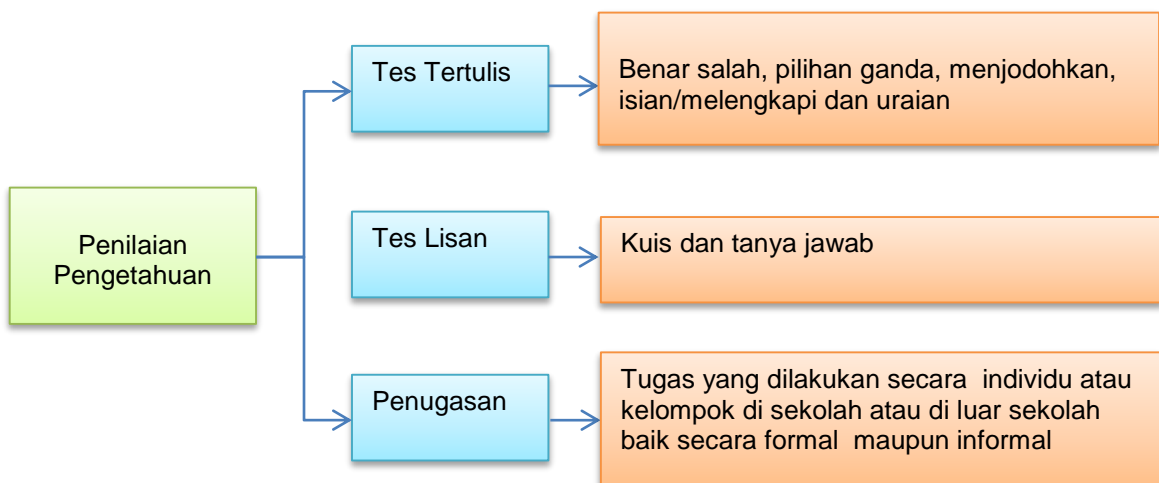
Tanggal Penilaian: ..... Nama Penilai:.....

1. Amati perilaku 2 orang temanmu selama mengikuti kegiatan kelompok.
2. Isilah kolom yang tersedia dengan tanda cek (√) jika temanmu menunjukkan perilaku yang sesuai dengan pernyataan untuk indikator yang kamu amati
3. Serahkan hasil pengamatan kepada bapak/ibu guru.

| No | Perilaku   | Dilakukan/muncul |       |
|----|--|------------------|-------|
|    |  | YA               | TIDAK |
| 1. | Mau menerima pendapat teman                        |                  |       |
| 2. | Memaksa teman untuk menerima pendapatnya           |                  |       |
| 3. | Memberi solusi terhadap pendapat yang bertentangan |                  |       |
| 4. | Mau bekerjasama dengan semua teman                 |                  |       |
| 5. | .....  |                  |       |

## 2. Penilaian Kompetensi Pengetahuan

Berbagai penilaian pengetahuan dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 1.2.** Skema penilaian pengetahuan



Berikut ini uraian tentang tes tertulis, tes lisan dan penugasan. Silahkan Anda cermati lagi!

#### a. Tes Tertulis

Tes tertulis adalah tes dengan soal dan jawaban disajikan secara tertulis untuk mengukur atau memperoleh informasi tentang kemampuan peserta tes. Tes tertulis menuntut respons dari peserta tes yang dapat dijadikan sebagai representasi dari kemampuan yang dimiliki. Instrumen tes tertulis dapat berupa soal pilihan ganda, isian, jawaban singkat, benar-salah, menjodohkan, dan uraian.

Pada pembelajaran kimia yang menggunakan pendekatan *scientific*, instrumen penilaian harus dapat menilai keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS, “*Higher Order Thinking Skill*”) menguji proses analisis, sintesis, evaluasi bahkan sampai kreatif. Untuk menguji keterampilan berpikir peserta didik, soal-soal untuk menilai hasil belajar Kimia dirancang sedemikian rupa sehingga peserta didik menjawab soal melalui proses berpikir yang sesuai dengan kata kerja operasional dalam taksonomi Bloom. Sebelum mempelajari pengembangan soal pada uraian materi ini diawali dengan bagaimana cara merumuskan indikator dari kompetensi dasar.

#### 1) Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator merupakan penanda pencapaian KD yang ditandai oleh perubahan perilaku yang dapat diukur yang mencakup sikap, pengetahuan, dan keterampilan. Indikator dikembangkan sesuai dengan karakteristik peserta didik, mata pelajaran, satuan pendidikan, potensi daerah dan dirumuskan dalam kata kerja operasional yang terukur dan/atau dapat diobservasi.

Dalam mengembangkan indikator perlu mempertimbangkan :

- tuntutan kompetensi yang dapat dilihat melalui kata kerja yang digunakan dalam KD;
- karakteristik mata pelajaran, peserta didik, dan sekolah;
- potensi dan kebutuhan peserta didik, masyarakat, dan lingkungan/daerah.

Dalam mengembangkan pembelajaran dan penilaian, terdapat dua rumusan indikator, yaitu:

- Indikator pencapaian kompetensi yang dikenal sebagai indikator yang terdapat dalam RPP.
- Indikator penilaian yang digunakan dalam menyusun kisi-kisi dan menulis



soal yang dikenal sebagai indikator soal.

## 2) Indikator Soal

Indikator soal berisi ciri-ciri perilaku yang dapat diukur sebagai petunjuk ketercapaian KD. Indikator ini yang akan dijadikan acuan dalam membuat soal. Indikator dirumuskan sesuai dengan tingkat kompetensi yang akan dicapai dalam KD (Puspendik Balitbang, 2016).

Indikator soal yang digunakan dalam penilaian, sebaiknya menggunakan stimulus (dasar pertanyaan) berupa gambar, grafik, tabel, data hasil percobaan, kurva, wacana, atau kasus yang dapat merangsang/memotivasi peserta didik berpikir sebelum menentukan pilihan jawaban. Indikator soal bentuk pilihan ganda menggunakan satu kata kerja operasional (KKO) yang terukur.

Rumusan indikator soal yang lengkap mencakup 4 komponen, yaitu:

A = audience      C = condition

B = behaviour      D = degree

Setiap IPK dapat dikembangkan menjadi satu atau lebih indikator soal.

Contoh kata kerja operasional untuk merumuskan indikator

| Pilihan Ganda   | Isian  | Uraian   | Benar Salah  |
|---|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- menentukan</li> <li>- menyebutkan</li> <li>- menghitung</li> <li>- menunjukkan</li> <li>- menjelaskan</li> <li>- mengidentifikasi</li> <li>- menyimpulkan</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- menentukan</li> <li>- menyebutkan</li> <li>- menuliskan</li> <li>- melengkapi</li> <li>- menghitung</li> <li>- menunjukkan</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- menyebutkan</li> <li>- menjelaskan</li> <li>- menghitung</li> <li>- memberi contoh</li> <li>- menganalisis</li> <li>- menyimpulkan</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- menyebutkan</li> <li>- menjelaskan</li> <li>- menghitung</li> <li>- memberi contoh</li> <li>- menganalisis</li> <li>- menyimpulkan</li> </ul> |

Contoh perumusan indikator soal

| Kompetensi Dasar  | Indikator Pencapaian Kompetensi   | Indikator Soal  | Bentuk Soal   |
|---|---|---|---------------|
| 3.8 Menganalisis sifat larutan berdasarkan daya hantar listriknya                                 | Mengelompokkan larutan ke dalam larutan elektrolit dan non elektrolit berdasarkan sifat hantaran listriknya | Disajikan data hasil percobaan pengujian sifat larutan berdasarkan listriknya daya hantar listriknya, peserta didik dapat mengelompokkan larutan yang bersifat elektrolit kuat dan elektrolit lemah | Pilihan Ganda |
| 4.8 Membedakan daya hantar listrik berbagai larutan melalui perancangan dan pelaksanaan percobaan | Merancang alat dan percobaan untuk menyelidiki sifat larutan berdasarkan daya hantar listriknya             | Menyebutkan nama alat-alat pada rancangan rangkaian uji elektrolit dan menjelaskan fungsinya  | Uraian        |



### a) Bentuk Soal

Bentuk soal yang akan dibahas untuk penilaian hasil belajar kimia meliputi soal pilihan ganda dan soal uraian.

#### (1) Soal Pilihan Ganda

Soal pilihan ganda terdiri dari bagian pokok soal dan pilihan jawaban. Pada pilihan jawaban terdiri dari pilihan yang benar dan pengecoh. Pengecoh yang baik adalah pengecoh yang tingkat kerumitan atau tingkat kesederhanaan, serta panjang-pendeknya relatif sama dengan kunci jawaban. Kaidah penulisan soal pilihan ganda harus memperhatikan materi soal dan konstruksinya.

Materi soal sebaiknya mengikuti kriteria penulisan soal seperti berikut ini.

- (a) Soal harus sesuai dengan indikator. Artinya soal harus menanyakan perilaku dan materi yang hendak diukur sesuai dengan rumusan indikator dalam kisi-kisi.
- (b) Pengecoh harus bertungsi, pengecoh dianggap yang berfungsi dengan baik dipilih lebih banyak oleh kelompok rendah
- (c) Setiap soal harus mempunyai satu jawaban yang benar. Artinya, satu soal hanya mempunyai satu kunci jawaban.

Konstruksi soal sebaiknya mengikuti kriteria penulisan soal seperti berikut ini.

- (a) Pokok soal dirumuskan dengan singkat, jelas, dan tegas.
- (b) Rumusan pokok soal dan pilihan jawaban merupakan pernyataan yang diperlukan saja.
- (c) Pokok soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban.
- (d) Pokok soal tidak menggunakan pernyataan negatif ganda.
- (e) Gambar/grafik/tabel/diagram dan sebagainya jelas dan berfungsi.
- (f) Panjang rumusan pilihan jawaban relatif sama.
- (g) Pilihan jawaban tidak menggunakan pernyataan "semua pilihan jawaban benar" atau "semua pilihan jawaban salah".
- (h) Pilihan jawaban yang berbentuk angka atau waktu disusun berdasarkan besar kecilnya angka atau kronologis kejadian.
- (i) Butir soal tidak bergantung pada jawaban soal sebelumnya.



#### Bahasa

- (a) Menggunakan bahasa sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia, kecuali untuk mata pelajaran bahasa Asing dan/atau bahasa daerah.
- (b) Menggunakan bahasa yang komunikatif.
- (c) Tidak menggunakan bahasa yang berlaku setempat.
- (d) Pilihan jawaban tidak mengulang kata/kelompok kata yang sama, kecuali merupakan satu kesatuan pengertian.

#### Contoh Soal Pilihan Ganda

Indikator: Diberikan data Trayek pH indikator dan warna perubahan indikator tersebut pada suatu larutan peserta didik dapat menentukan harga pH larutan yang diuji dengan indikator tersebut

Soal: Trayek pH indikator brom timol biru, fenolftalein dan metil jingga adalah sebagai berikut..

| Larutan Indikator | Trayek pH | Warna Perubahan Indikator |
|-------------------|-----------|---------------------------|
| Brom timol biru   | 6,0 - 7,6 | Kuning ke biru            |
| Fenolftalein      | 8,2 - 10  | Tidak berwarna ke merah   |
| Metil jingga      | 3,2 - 4,4 | Merah ke kuning           |

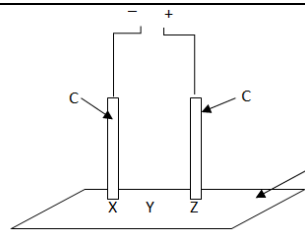
Jika larutan X diuji dengan metil jingga menghasilkan warna kuning, dengan brom timol biru menghasilkan warna biru dan dengan fenolftalein tidak berwarna, maka harga pH larutan X adalah diantara ...

- A. 7,6 - 8,2
- B. 4,4 - 8,2
- C. 4,4 - 7,6
- D. 3,2 - 7,6

Topik : Sel elektrolisis

Indikator: Diberikan gambar percobaan elektrolisis larutan garam dapur pada kertas lakmus basah, peserta didik dapat menentukan gejala yang terjadi di sekitar elektroda.

Soal: Amati gambar percobaan elektrolisis larutan yang dilakukan peserta didik secara sederhana pada kertas lakmus yang dibasahi oleh larutan garam dapur seperti pada gambar dibawah ini



Lakmus yang dibasahi oleh larutan garam dapur

Jika warna lakmus pada larutan garam dapur adalah ungu, setelah beberapa menit catatan pengamatan peserta didik pada titik X, Y dan Z adalah....

|   | <u>X</u> | <u>Y</u> | <u>Z</u> |
|---|----------|----------|----------|
| A | merah    | ungu     | biru     |
| B | merah    | putih    | biru     |
| C | biru     | ungu     | merah    |
| D | biru     | ungu     | putih    |
| E | biru     | merah    | putih    |

## (2) Soal Uraian

Soal bentuk uraian yaitu soal yang menuntut peserta didik untuk mengorganisasikan gagasan dengan cara mengemukakan atau mengekspresikan gagasan secara tertulis dengan menggunakan kata-katanya sendiri. Kaidah penulisan soal uraian sebaiknya memperhatikan beberapa hal baik dari materi soal maupun konstruksinya. Kriteria soal uraian adalah sebagai berikut.

- Soal sesuai dengan indikator (menuntut tes bentuk uraian).
- Tidak bersifat SARA dan PPPK (Suku/Agama/Ras/Antargolongan/Pornografi/ Politik/Propaganda/Kekerasan).
- Batasan pertanyaan dan jawaban yang diharapkan sesuai.
- Materi yang diukur sesuai dengan kompetensi.
- Isi materi yang ditanyakan sesuai dengan jenjang, jenis satuan pendidikan, dan tingkat kelas.

Konstruksi soal uraian:

- Ada petunjuk yang jelas mengenai cara mengerjakan soal.
- Rumusan kalimat soal/pertanyaan menggunakan kata tanya atau perintah yang menuntut jawaban terurai.
- Gambar/grafik/tabel/diagram dan sejenisnya harus jelas dan berfungsi.



(d) Ada pedoman penskoran.

Bahasa :

- (a) Rumusan kalimat soal/pertanyaan komunikatif.
- (b) Butir soal menggunakan bahasa Indonesia yang baku, kecuali untuk mata pelajaran bahasa asing dan/atau bahasa daerah.
- (c) Tidak mengandung kata-kata/kalimat yang menimbulkan penafsiran ganda atau salah pengertian.
- (d) Tidak mengandung kata yang menyinggung perasaan.
- (e) Tidak menggunakan bahasa yang berlaku setempat.

Contoh Soal Uraian

Kompetensi Dasar: 3.7 Menentukan orde reaksi dan tetapan laju reaksi berdasarkan data hasil percobaan

Indikator: Diberikan data hasil percobaan laju reaksi, peserta didik dapat menentukan rumus persamaan laju, konstanta laju dan harga laju reaksi

Soal: Data laju reaksi antara nitrogen oksida dengan gas hidrogen pada suatu temperatur dengan persamaan reaksi



| Percobaan | [NO] M                  | [H <sub>2</sub> ] M    | Laju pada awal reaksi (Ms <sup>-1</sup> ) |
|-----------|-------------------------|------------------------|---|
| 1         | 5,0 x 10 <sup>-3</sup>  | 2,0 x 10 <sup>-3</sup> | 1,3 x 10 <sup>-5</sup>                    |
| 2         | 10,0 x 10 <sup>-3</sup> | 2,0 x 10 <sup>-3</sup> | 5,0 x 10 <sup>-5</sup>                    |
| 3         | 10,0 x 10 <sup>-3</sup> | 4,0 x 10 <sup>-3</sup> | 10,0 x 10 <sup>-5</sup>                   |

- 1) Tentukan orde reaksi untuk [NO]!
- 2) Tentukan orde reaksi untuk [H<sub>2</sub>]!
- 3) Tentukan rumus persamaan laju reaksi!
- 4) Tentukan konstanta laju!



## Contoh Pedoman Penskoran

| Kriteria  | Skor |
|---|------|
| Misalnya persamaan laju reaksi tersebut adalah<br>$r = k [\text{NO}]^m [\text{H}_2]^n$  | 5    |
| 1) Untuk menentukan orde reaksi NO misalnya pilih reaksi no 1 dan 2<br>$\frac{\text{laju}_1}{\text{laju}_2} = \frac{5,0 \times 10^{-5} \text{ M/s}}{1,3 \times 10^{-5} \text{ M/s}} \approx 4 = \frac{k (10,0 \times 10^{-3} \text{ M})^m (2,0 \times 10^{-3} \text{ M})^n}{k (5,0 \times 10^{-3} \text{ M})^m (2,0 \times 10^{-3} \text{ M})^n}$ $4 = 2^m, \quad m = 2$ <p>- Maka orde reaksi untuk NO = 2</p>               | 10   |
| 2) Untuk menentukan orde reaksi H <sub>2</sub> pilih reaksi no 3 dan 2<br>$\frac{\text{laju}_3}{\text{laju}_2} = \frac{10,0 \times 10^{-5} \text{ M/s}}{5,0 \times 10^{-5} \text{ M/s}} \approx 2 = \frac{k (10,0 \times 10^{-3} \text{ M})^m (4,0 \times 10^{-3} \text{ M})^n}{k (10,0 \times 10^{-3} \text{ M})^m (2,0 \times 10^{-3} \text{ M})^n}$ $2 = 2^n, \quad n = 2$ <p>Maka orde reaksi untuk H<sub>2</sub> = 2</p> | 10   |
| 3) Persamaan laju reaksi : $r = k. [\text{NO}]^2 . [\text{H}_2]$<br><p>Orde reaksi total adalah 2+1= 3</p>  | 5    |
| 4) Konstanta laju reaksi dapat dihitung dengan menggunakan data dari salah satu percobaan. Rumus konstanta laju dapat ditulis<br>$k = \frac{\text{laju}}{[\text{NO}]^2 [\text{H}_2]} = 2,5 \times 10^2 / \text{M}^2 . \text{s}$   | 10   |
| Jumlah  | 50   |





Indikator : Peserta didik dapat menjelaskan reaksi yang terjadi pada elektrolisis larutan

Soal : Jelaskan reaksi redoks yang terjadi pada elektrolisis larutan perak nitrat dan tuliskan persamaan reaksinya !

Contoh pedoman penskoran

| Kriteria Penilaian                                  | Skor |
|---|------|
| Penulisan reaksi ionisasi $\text{AgNO}_3$ benar     | 10   |
| Penulisan reaksi pada anoda benar                   | 10   |
| Penulisan reaksi pada katoda benar                  | 10   |
| Penulisan reaksi redoks pada sel elektrolisis benar | 10   |
| Jumlah  | 40   |

#### b. Tes lisan

Tes lisan merupakan pemberian soal/pertanyaan yang menuntut peserta didik menjawab secara lisan, dan dapat diberikan secara klasikal ketika pembelajaran. Jawaban peserta didik dapat berupa kata, frase, kalimat maupun paragraf. Tes lisan menumbuhkan sikap peserta didik untuk berani berpendapat. Rambu-rambu pelaksanaan tes lisan sebagai berikut.

- 1) Tes lisan dapat digunakan untuk mengambil nilai (*assessment of learning*) dan dapat juga digunakan sebagai fungsi diagnostik untuk mengetahui pemahaman peserta didik terhadap kompetensi dan materi pembelajaran (*assessment for learning*).
- 2) Pertanyaan harus sesuai dengan tingkat kompetensi dan lingkup materi pada kompetensi dasar yang dinilai.
- 3) Pertanyaan diharapkan dapat mendorong peserta didik dalam mengonstruksi jawaban sendiri.
- 4) Pertanyaan disusun dari yang sederhana ke yang lebih kompleks.

#### c. Penugasan

Penugasan adalah pemberian tugas kepada peserta didik untuk mengukur dan/atau meningkatkan pengetahuan. Penugasan yang digunakan untuk mengukur pengetahuan (*assessment of learning*) dapat dilakukan setelah proses pembelajaran sedangkan penugasan yang digunakan untuk meningkatkan pengetahuan (*assessment for learning*) diberikan sebelum



dan/atau selama proses pembelajaran. Penugasan dapat berupa proyek yang dikerjakan secara individu atau kelompok sesuai dengan karakteristik tugas. Penugasan lebih ditekankan pada pemecahan masalah dan tugas produktif lainnya.

Rambu-rambu penugasan.

- 1) Tugas mengarah pada pencapaian indikator hasil belajar.
- 2) Tugas dapat dikerjakan oleh peserta didik, selama proses pembelajaran atau merupakan bagian dari pembelajaran mandiri.
- 3) Pemberian tugas disesuaikan dengan taraf perkembangan peserta didik.
- 4) Materi penugasan harus sesuai dengan cakupan kurikulum.
- 5) Penugasan ditujukan untuk memberikan kesempatan kepada peserta didik menunjukkan kompetensi individualnya meskipun tugas diberikan secara kelompok.
- 6) Pada tugas kelompok, perlu dijelaskan rincian tugas setiap anggota kelompok.
- 7) Tampilan kualitas hasil tugas yang diharapkan disampaikan secara jelas.
- 8) Penugasan harus mencantumkan rentang waktu pengerjaan tugas.

Contoh instrumen tugas untuk suatu topik dalam satu KD

**Membuat rancangan perangkat sel elektrolisis untuk proses penyepuhan dan melakukan praktik penyepuhan**

Indikator: - Merancang kegiatan praktik penyepuhan logam  
- Merancang perangkat sel elektrolisis untuk proses penyepuhan  
- Melakukan penyepuhan benda dari logam sesuai rancangan  
- Membuat laporan tugas proyek penyepuhan logam

**TUGAS:** Penyepuhan dengan emas atau perak banyak dilakukan orang agar perhiasan dari logam besi atau tembaga kelihatan seolah-olah terbuat dari emas atau perak. Proses sederhana ini selain di toko emas juga dapat ditemui di pasar tradisional. Cobalah cari informasi melalui wawancara dengan tukang sepuhnya, benda apa saja yang sering dibawa orang untuk disepuh, berapa biaya penyepuhannya, alat dan bahan apa saja yang digunakan tukang sepuh.

Untuk penilaian tugas guru dapat membuat rubriknya disesuaikan dengan tugas yang diberikan pada peserta didik.



Contoh laporan merancang perangkat sel elektrolisis untuk proses penyepuhan

LAPORAN TUGAS PROYEK

Mata Pelajaran : Kimia  
Topik : Elektrolisis  
Sub Topik : Penyepuhan Logam  
Tugas : Merancang Perangkat Sel Elektrolisis untuk Proses Penyepuhan Dan Melakukan Penyepuhan Suatu Benda dari Logam  
Nama : .....  
Kelas : XII .....

| Tugas  | Laporan Kegiatan  |
|--|---|
| Mempelajari konsep penyepuhan dan perangkat sel elektrolisis untuk proses penyepuhan | Tanggal:<br>Laporan:  |
| Membuat rancangan percobaan penyepuhan   | Tujuan Percobaan  |
|  | Alat:<br>Bahan :  |
|  | Gambar rancangan perangkat sel elektrolisis untuk proses penyepuhan : |
|  | Cara kerja :  |



### 3. “Higher Order Thinking Skill” (HOTS)

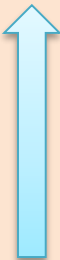

“Higher Order Thinking Skills” (HOTS) atau keterampilan berpikir tingkat tinggi dibagi menjadi empat kelompok, yaitu pemecahan masalah, membuat keputusan, berpikir kritis, dan berpikir kreatif (Presseisen dalam Costa, 1985).

Pengembangan soal HOTS memerlukan berbagai kriteria, baik dari segi bentuk soal maupun konten materi subyeknya. Permendikbud no 24 tahun 2016 tentang Standar Kompetensi Lulusan tingkat SMA yaitu peserta didik *“Memiliki pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif pada tingkat teknis, spesifik, detil, dan kompleks berkenaan dengan ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora. Mampu mengaitkan pengetahuan di atas dalam konteks diri sendiri, keluarga, sekolah, masyarakat dan lingkungan alam sekitar, bangsa, negara, serta kawasan regional dan internasional”*. Oleh karena itu pengembangan soal selain mengacu pada taksonomi Bloom, juga tetap harus mengacu pada indikator pencapaian kompetensi yang diturunkan dari Kompetensi Dasar.

#### a. Taksonomi Bloom

Perbedaan taksonomi Bloom lama dengan yang baru menurut Anderson, LW. & Krathwohl, D.R. dalam Atherton J S. (2011), tertera pada Tabel 1..... berikut ini.

**Tabel 1.2** Taksonomi Bloom Lama dan Taksonomi Bloom Revisi

| <b>"Higher Order Thinking Skill"</b><br><b>(HOTS)</b> |   | <b>"Higher Order Thinking Skill"</b><br><b>(HOTS)</b> |   |
|---|---|---|---|
| Evaluation  |  | Creating  |  |
| Synthesis   |   | Evaluating  |   |
| Analysis  |   | Analysing   |   |
| Application   |   | Applying  |   |
| Comprehension   |   | Understanding   |   |
| Knowledge   |   | Remembering   |   |
| <b>"Lower Order Thinking Skill"</b><br><b>(LOTS)</b>  |   | <b>"Lower Order Thinking Skill"</b><br><b>(LOTS)</b>  |   |

Perbedaan taksonomi lama dengan yang baru tersebut salah satunya adalah terletak pada tahap kognitif sintesis. Pada taksonomi hasil revisi tahap sintesis



digabung dengan tahap analisis. Tambahan tahap kognitif pada taksonomi Bloom revisi adalah mencipta atau mengkreasi yang berasal dari *creating*. Tahap evaluasi menjadi urutan kelima, sedangkan urutan keenam adalah *creating*, sehingga ranah tertinggi adalah mencipta atau mengkreasi. Perbedaan yang kedua adalah pada proses kognitif paling rendah yaitu pengetahuan atau *knowledge* diubah menjadi mengingat yang berasal dari *remember*. Dalam hal ini, ada peningkatan dalam proses kognitif yaitu peserta didik tidak dituntut untuk mengetahui suatu konsep saja tetapi harus sampai mengingat konsep yang dipelajarinya. Perbedaan lainnya adalah pada taksonomi Bloom revisi kata kerjanya lebih operasional.

**Tabel 1.3** Kata Kerja Operasional pada ranah kognitif Taksonomi Bloom Revisi

| Mengingat   | Memahami   | Menerapkan   | Menganalisis   | Mengevaluasi  | Mengkreasi   |
|---|--|--|--|---|--|
| mengurutkan<br>menjelaskan<br>mengidentifikasi<br>menamai<br>menempatkan<br>mengulangi<br>menemukan-kembali | menafsirkan<br>meringkas<br>mengklasifikasi<br>membandingkan<br>menjelaskan<br>membeberkan | melaksanakan<br>menggunakan<br>menjalankan<br>melakukan<br>mempraktekan<br>memilih<br>menyusun<br>memulai<br>menyelesaikan<br>mendeteksi | menguraikan<br>membandingkan<br>mengorganisir<br>menyusun ulang<br>mengubah-struktur<br>mengkerangka-kan<br>menyusun-outline<br>mengintegrasikan<br>membedakan<br>menyamakan | menyusun-hipotesis<br>mengkritik<br>memprediksi<br>menilai<br>menguji<br>membenarkan<br>menyalahkan | merancang<br>membangun<br>merencanakan<br>memproduksi<br>menemukan<br>membaharui<br>menyempurnakan<br>memperkuat<br>memperindah<br>menggubah |

Menurut Krathwohl (2002) dalam *A revision of Bloom's Taxonomy: an overview - Theory Into Practice* menyatakan bahwa indikator untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi meliputi menganalisis, mengevaluasi dan mengkreasi.

1) Menganalisis

- Menganalisis informasi yang masuk dan membagi-bagi atau menstrukturkan informasi ke dalam bagian yang lebih kecil untuk mengenali pola atau hubungannya
- Mampu mengenali serta membedakan faktor penyebab dan akibat dari sebuah skenario yang rumit.



- c) Mengidentifikasi/merumuskan pertanyaan
- 2) Mengevaluasi
  - a) Memberikan penilaian terhadap solusi, gagasan, dan metodologi dengan menggunakan kriteria yang cocok atau standar yang ada untuk memastikan nilai efektivitas atau manfaatnya.
  - b) Membuat hipotesis, mengkritik dan melakukan pengujian
  - c) Menerima atau menolak suatu pernyataan berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan
- 3) Mengkreasi
  - a) Membuat generalisasi suatu ide atau cara pandang terhadap sesuatu
  - b) Merancang suatu cara untuk menyelesaikan masalah
  - c) Mengorganisasikan unsur-unsur atau bagian-bagian menjadi struktur baru yang belum pernah ada sebelumnya

#### **b. Pengembangan Soal HOTS**

Ada beberapa cara yang dapat dijadikan pedoman oleh para penulis soal untuk menulis butir soal yang menuntut berpikir tingkat tinggi. Caranya yaitu materi yang akan ditanyakan diukur dengan perilaku sesuai dengan ranah pada HOTS. Setiap pertanyaan diberikan dasar pertanyaan (stimulus) dan soal dapat mengukur kemampuan berpikir kritis. Agar butir soal yang ditulis dapat menuntut berpikir tingkat tinggi, setiap butir soal selalu diberikan dasar pertanyaan (stimulus) yang berbentuk sumber/bahan bacaan, seperti teks bacaan, paragraf, teks drama, penggalan novel/cerita/dongeng, puisi, kasus, gambar, grafik, foto, rumus, tabel, daftar kata/symbol, contoh, peta, film, atau suara yang direkam. Selain pengembangan soal HOTS pada berdasarkan ranah kognitif pada taksonomi Bloom. Kemampuan berpikir kritis juga dapat dijadikan dasar dalam menulis soal HOTS

##### **1) Memfokuskan pada pertanyaan**

Contoh indikator soal: Disajikan sebuah masalah/problem, aturan, kartun, atau eksperimen dan hasilnya; peserta didik dapat menentukan masalah utama, kriteria yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas, kebenaran argumen atau kesimpulan.



2) Menganalisis argument

Contoh indikator soal: Disajikan deskripsi sebuah situasi atau satu/dua argumentasi; peserta didik dapat: a) menyimpulkan argumentasi secara cepat, b) memberikan alasan yang mendukung argumen yang disajikan, c) memberikan alasan tidak mendukung argumen yang disajikan.

3) Mempertimbangkan yang dapat dipercaya

Contoh indikator soal: Disajikan sebuah teks argumentasi, iklan, atau eksperimen dan interpretasinya; peserta didik menentukan bagian yang dapat dipertimbangkan untuk dapat dipercaya (atau tidak dapat dipercaya), serta memberikan alasannya.

4) Mempertimbangkan laporan observasi

Contoh indikator soal: Disajikan deskripsi konteks, laporan observasi, atau laporan observer/reporter; peserta didik dapat mempercayai atau tidak terhadap laporan itu dan memberikan alasannya.

5) Membandingkan kesimpulan

Contoh indikator soal: Disajikan sebuah pernyataan yang diasumsikan kepada peserta didik adalah benar dan pilihannya terdiri atas: (1) satu kesimpulan yang benar dan logis, (2) dua atau lebih kesimpulan yang benar dan logis; peserta didik dapat membandingkan kesimpulan yang sesuai dengan pernyataan yang disajikan atau kesimpulan yang harus diikuti.

6) Menentukan kesimpulan

Contoh indikator soal: Disajikan sebuah pernyataan yang diasumsikan kepada peserta didik adalah benar dan satu kemungkinan kesimpulan; peserta didik dapat menentukan kesimpulan yang ada itu benar atau tidak, dan memberikan alasannya.

7) Mempertimbangkan kemampuan induksi

Contoh indikator soal: Disajikan sebuah pernyataan, informasi/data, dan beberapa kemungkinan kesimpulan; peserta didik dapat menentukan sebuah kesimpulan yang tepat dan memberikan alasannya.

8) Menilai

Contoh indikatornya: Disajikan deskripsi sebuah situasi, pernyataan masalah, dan kemungkinan penyelesaian masalahnya; peserta didik dapat menentukan: a) solusi yang positif dan negatif, b) solusi mana yang paling



tepat untuk memecahkan masalah yang disajikan, dan dapat memberikan alasannya.

9) Mendefinisikan Konsep

Contoh indikator soal: Disajikan pernyataan situasi dan argumentasi/naskah; peserta didik dapat mendefinisikan konsep yang dinyatakan.

10) Mendefinisikan asumsi

Contoh indikator soal: Disajikan sebuah argumentasi, beberapa pilihan yang implisit di dalam asumsi; peserta didik dapat menentukan sebuah pilihan yang tepat sesuai dengan asumsi.

11) Mendeskripsikan

Contoh indikator soal: Disajikan sebuah teks persuasif, percakapan, iklan, segmen dari video klip; peserta didik dapat mendeskripsikan pernyataan yang dihilangkan.

Menurut Krathwohl (2002) dalam *A revision of Bloom's Taxonomy: an overview - Theory Into Practice* menyatakan bahwa indikator untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat Tinggi (HOTS) meliputi: menganalisis, mengevaluasi dan mengkreasi.

1) Menganalisis

- a) Menganalisis informasi yang masuk dan membagi-bagi atau menstrukturkan informasi ke dalam bagian yang lebih kecil untuk mengenali pola atau hubungannya
- b) Mampu mengenali serta membedakan faktor penyebab dan akibat dari sebuah skenario yang rumit.
- c) Mengidentifikasi/merumuskan pertanyaan

2) Mengevaluasi

- a) Memberikan penilaian terhadap solusi, gagasan, dan metodologi dengan menggunakan kriteria yang cocok atau standar yang ada untuk memastikan nilai efektivitas atau manfaatnya.
- b) Membuat hipotesis, mengkritik dan melakukan pengujian
- c) Menerima atau menolak suatu pernyataan berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan





3) Mengkreasi

- Membuat generalisasi suatu ide atau cara pandang terhadap sesuatu
- Merancang suatu cara untuk menyelesaikan masalah
- Mengorganisasikan unsur-unsur atau bagian-bagian menjadi struktur baru yang belum pernah ada sebelumnya

**Contoh soal HOTS dalam pembelajaran Kimia**

a. Topik : Larutan elektrolit dan nonelektrolit

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| Indikator Pencapaian Kompetensi | Menentukan larutan elektrolit dan non elektrolit dari data hasil percobaan  |
| Indikator Soal                  | Disajikan data percobaan daya hantar listrik larutan, peserta didik dapat memilih larutan yang bersifat elektrolit kuat |
| Ranah Kognitif                  | Analisis  |

Perhatikan data pengamatan percobaan daya hantar listrik beberapa larutan.

| Larutan | Pengamatan    |               |
|---------|---------------|---------------|
|         | Nyala lampu   | Gelembung gas |
| P       | Tidak menyala | Ada           |
| Q       | Tidak menyala | Tidak ada     |
| R       | Menyala       | Ada           |
| S       | Tidak menyala | Tidak ada     |
| T       | Menyala       | Ada           |

Pasangan larutan yang termasuk larutan elektrolit kuat adalah....

1. P dan Q
2. R dan S

3. R dan T.
4. Q dan R

b. Topik Laju Reaksi

|  |   |
|--|---|
| Indikator Pencapaian Kompetensi  | Menentukan rumus laju reaksi berdasarkan data percobaan   |
| Indikator Soal   | Disajikan data percobaan penentuan laju reaksi dalam berbagai konsentrasi peserta didik dapat memilih salah satu rumus persamaan laju reaksi yang sesuai dengan data tersebut |
| Ranah Kognitif   | Sintesis  |
| Data percobaan laju reaksi $2 \text{CO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \longrightarrow \text{CO}_{2(g)}$ adalah sebagai berikut : |   |



| No | Konsentrasi awal ( M ) |                    | Laju reaksi<br>M detik <sup>-1</sup> |
|----|------------------------|--------------------|--------------------------------------|
|    | CO                     | O <sub>2</sub>     |                                      |
| 1  | $2 \times 10^{-3}$     | $2 \times 10^{-3}$ | $4 \times 10^{-3}$                   |
| 2  | $4 \times 10^{-3}$     | $2 \times 10^{-3}$ | $8 \times 10^{-3}$                   |
| 3  | $4 \times 10^{-3}$     | $8 \times 10^{-3}$ | $32 \times 10^{-3}$                  |

Rumus laju reaksi tersebut adalah ....

A.  $V = k [\text{CO}] [\text{O}_2]$

C.  $V = k [\text{CO}]^2 [\text{O}_2]^2$

B.  $V = k [(\text{CO})^2 [\text{O}_2]$

D.  $V = k [\text{CO}] [\text{O}_2]^3$

#### 4. Pengembangan Soal USBN pada Mata Pelajaran Kimia

Berdasarkan kebijakan pemerintah mulai tahun ini ada beberapa mata pelajaran yang pengujiannya dilakukan melalui Ujian Sekolah Berstandar Nasional (USBN). Anda sebagai guru mata pelajaran kimia tentunya harus memahami bagaimana mengembangkan soal mulai dari membuat kisi-kisi soal sampai butir soalnya. Di dalam kisi-kisi soal USBN tingkat pengetahuan yang diuji dibagi menjadi tiga level meliputi level pengetahuan dan pemahaman, aplikasi dan penerapan seperti yang tertera pada tabel berikut.

**Tabel 1.4** Level Kognitif pada kisi-kisi USBN Mata Pelajaran Kimia

| Pengetahuan dan Pemahaman | Aplikasi        | Penalaran                |
|---------------------------|-----------------|--------------------------|
| Membuat daftar/list       | Mengklasifikasi | Mengurutkan/order        |
| Mendeskripsikan/describe  | Bereksperimen   | Menjelaskan              |
| Membuat tabulasi          | (data)          | Membedakan, Mendapatkan  |
| Memakai                   | Menghitung      | Mengurutkan/rank,        |
| Merangkum                 | Mengonstrstrak  | Menilai/menguji,         |
| Menginterpretasi          | Menentukan      | Menyimpulkan             |
| Memprediksi/menentukan    |                 | Bertindak, Menggabungkan |
| Mengeksekusi              |                 | Merencanakan, Menyusun   |
|                           |                 | Mengaktualisasi          |

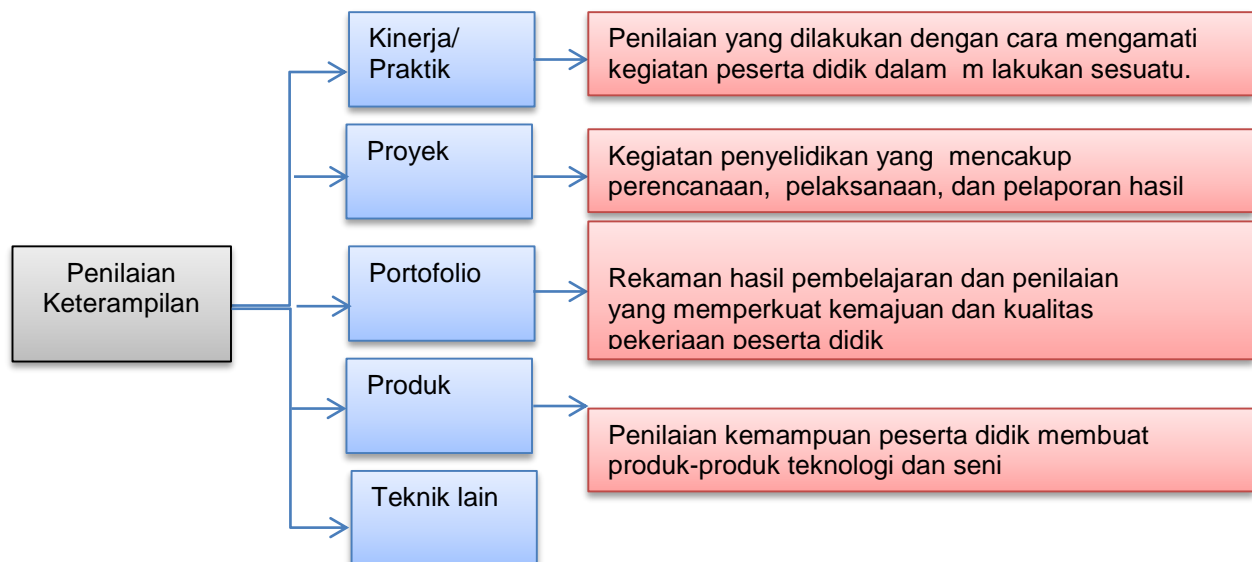
Didalam penyusunan soal USBN, penulisan soal prinsipnya sama dengan penyusunan soal Pilihan Ganda atau Uraian. Level kognitif pada soal bervariasi disesuaikan dengan topik kimia seperti yang tertera pada kisi-kisi yang





## 5. Penilaian Kompetensi Keterampilan

Kompetensi keterampilan terdiri atas keterampilan abstrak dan keterampilan kongkret. Penilaian kompetensi keterampilan dapat dilakukan dengan menggunakan penilaian praktik /, kinerja proyek, portofolio atau produk



Gambar 1.3 Skema penilaian keterampilan

### a. Penilaian Praktik/Kinerja

Penilaian praktik/kinerja dilakukan dengan cara mengamati kegiatan peserta didik dalam melakukan sesuatu. Penilaian ini cocok digunakan untuk menilai ketercapaian kompetensi yang menuntut peserta didik melakukan tugas tertentu seperti: praktikum di laboratorium, praktik ibadah, praktik olahraga, presentasi, bermain peran, memainkan alat musik, bernyanyi, dan membaca puisi/deklamasi. Contoh untuk menilai praktik/kinerja di laboratorium dilakukan pengamatan terhadap penggunaan alat dan bahan praktikum.

#### Contoh Instrumen Penilaian Praktik

Topik : Sel elektrolisis

KD: 4.6. Menyajikan rancangan prosedur penyepuhan benda dari logam dengan ketebalan lapisan dan luas tertentu

Indikator: Merangkai alat percobaan elektrolisis dan melakukan percobaan penyepuhan



### Lembar Pengamatan

Topik: .....

Kelas: .....

| No | Nama  | Persiapan Percobaan | Pelaksanaan Percobaan | Kegiatan Akhir Percobaan | Jumlah Skor |
|----|-------|---------------------|-----------------------|--------------------------|-------------|
| 1. | ..... |                     |                       |                          |             |
| 2. |       |                     |                       |                          |             |
|    |       |                     |                       |                          |             |
|    |       |                     |                       |                          |             |

### Rubrik

| No | Keterampilan yang dinilai                   | Skor | Rubrik   |
|----|---|------|--|
| 1  | Persiapan Percobaan (Menyiapkan alat Bahan) | 30   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alat-alat sudah tersedia, tertata rapih sesuai dengan keperluannya</li> <li>- Bahan-bahan/larutan untuk percobaan sudah disiapkan di meja praktikum</li> <li>- Lembar kegiatan praktikum tersedia</li> <li>- Menggunakan jas laboratorium</li> </ul>  |
|    |   | 20   | Ada 3 aspek yang terpenuhi   |
|    |   | 10   | Ada 2 aspek yang terpenuhi   |
| 2  | Pelaksanaan Percobaan                       | 30   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Memasang tabung U pada statif dengan sempurna</li> <li>- Membersihkan elektroda sebelum digunakan</li> <li>- Meletakkan elektroda pada kutub dengan tepat</li> <li>- Mencelupkan elektroda dengan kedalaman yang sama</li> <li>- Mengisi larutan pada tabung U secukupnya</li> <li>- Memberikan arus sesuai aturan pada percobaan elektrolisis</li> </ul> |
|    |   | 20   | Ada 4 aspek yang tersedia  |
|    |   | 10   | Ada 2 aspek yang tersedia  |
| 3  | Kegiatan akhir praktikum                    | 30   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Membuang larutan atau sampah ketempatnya</li> <li>- Membersihkan alat dengan baik</li> <li>- Membersihkan meja praktikum</li> <li>- Mengembalikan alat ke tempat semula</li> </ul>  |
|    |   | 20   | Ada 3 aspek yang tersedia  |
|    |   | 10   | Ada 2 aspek yang tersedia  |

#### b. Penilaian Proyek

Penilaian proyek dapat digunakan untuk mengetahui pemahaman, kemampuan mengaplikasi, kemampuan menyelidiki dan kemampuan menginformasikan suatu hal secara jelas. Penilaian proyek dilakukan mulai dari perencanaan,



pelaksanaan, sampai pelaporan dan merupakan kegiatan penilaian terhadap suatu tugas yang harus diselesaikan dalam periode/waktu tertentu. Untuk menilai setiap tahap perlu disiapkan kriteria penilaian atau rubrik. Pada penilaian proyek setidaknya ada 3 (tiga) hal yang perlu dipertimbangkan yaitu:

- 1) Kemampuan pengelolaan; kemampuan peserta didik dalam memilih topik, mencari informasi dan mengelola waktu pengumpulan data serta penulisan laporan.
- 2) Relevansi; kesesuaian dengan mata pelajaran, dengan mempertimbangkan tahap pengetahuan, pemahaman dan keterampilan dalam pembelajaran.
- 3) Keaslian; proyek yang dilakukan peserta didik harus merupakan hasil karyanya, dengan mempertimbangkan kontribusi guru berupa petunjuk dan dukungan terhadap proyek peserta didik.

#### Contoh Instrumen

| <b>Instrumen Penilaian Proyek</b> |   |                                      |
|-----------------------------------|---|--------------------------------------|
| Nama Proyek:<br>Alokasi Waktu:    |   | Guru Pembimbing:<br>Nama :<br>Kelas: |
| No.                               | ASPEK   | SKOR (1 - 5)                         |
| 1                                 | PERENCANAAN :<br>a. Rancangan Alat<br>- Alat dan bahan<br>- Gambar<br>b. Uraian cara menggunakan alat                             |                                      |
| 2                                 | PELAKSANAAN :<br>a. Keakuratan Sumber Data / Informasi<br>b. Kuantitas Sumber Data<br>c. Analisis Data<br>d. Penarikan Kesimpulan |                                      |
| 3                                 | LAPORAN PROYEK :<br>a. Sistematika Laporan<br>b. Performans<br>c. Presentasi  |                                      |
| <b>TOTAL SKOR</b>                 |   |                                      |

#### c. Penilaian Produk

Penilaian produk meliputi penilaian kemampuan peserta didik membuat produk produk teknologi dan/atau seni, seperti: makanan, pakaian, sarana kebersihan (contoh: sabun, pasta gigi, cairan pembersih, dan sapu), alat-alat teknologi (contoh: adaptor AC/DC dan bel listrik), hasil karya seni (contoh: patung, lukisan, dan gambar), dan barang-barang terbuat dari kain, kayu, keramik, plastik, atau



logam. Penilaian produk adalah penilaian terhadap proses pembuatan dan kualitas suatu produk. Pengembangan produk meliputi 3 (tiga) tahap dan setiap tahap perlu diadakan penilaian yaitu:

- 1) Tahap persiapan, meliputi: penilaian kemampuan peserta didik dalam merencanakan, menggali, dan mengembangkan gagasan, dan mendesain produk.
- 2) Tahap pembuatan produk (proses), meliputi: penilaian kemampuan peserta didik dalam menyeleksi dan menggunakan bahan, alat, dan teknik.
- 3) Tahap penilaian produk (*appraisal*), meliputi: penilaian produk yang dihasilkan peserta didik sesuai kriteria yang ditetapkan.

### Teknik Penilaian Produk

Penilaian produk biasanya menggunakan cara holistik atau analitik.

- 1) Cara holistik, yaitu berdasarkan kesan keseluruhan dari produk, biasanya dilakukan pada tahap appraisal.
- 2) Cara analitik, yaitu berdasarkan aspek-aspek produk, biasanya dilakukan terhadap semua kriteria yang terdapat pada semua tahap proses pengembangan.

| <b><u>Format Penilaian Produk</u></b> |  |                     |
|---------------------------------------|--|---------------------|
| Materi Pelajaran :                    |  | Nama Peserta didik: |
| Nama Produk :                         |  | Kelas :             |
| Alokasi Waktu :                       |  |                     |
| No                                    | Tahapan  | Skor<br>(1 – 5)*    |
| 1                                     | Tahap Perencanaan Bahan  |                     |
| 2                                     | Tahap Proses Pembuatan :<br>a. Persiapan alat dan bahan<br>b. Teknik Pengolahan<br>c. Keselamatan kerja, keamanan dan kebersihan |                     |
| 3                                     | Tahap Akhir (Hasil Produk)<br>a. Bentuk fisik<br>b. Inovasi  |                     |
| <b>TOTAL SKOR</b>                     |  |                     |

Catatan : \*) Skor diberikan dengan rentang skor 1 sampai dengan 5, dengan ketentuan semakin lengkap jawaban dan ketepatan dalam proses pembuatan maka semakin tinggi nilainya.



#### d. Penilaian Portofolio

Penilaian portofolio pada dasarnya menilai karya-karya peserta didik secara individu pada satu periode untuk suatu mata pelajaran. Pada akhir suatu periode hasil karya tersebut dikumpulkan dan dinilai oleh guru dan peserta didik sendiri. Karya pada mata pelajaran kimia antara lain: gambar, foto, resensi buku/literatur, laporan penelitian dan karya nyata individu peserta didik yang diperoleh dari pengalaman. Agar penilaian portofolio menjadi efektif, pendidik dan peserta didik perlu menentukan ruang lingkup penggunaan portofolio antara lain sebagai berikut:

- 1) Setiap peserta didik memiliki dokumen portofolio sendiri yang memuat hasilbelajar pada setiap mata pelajaran atau setiap kompetensi.
- 2) Menentukan jenis hasil kerja/karya yang perlu dikumpulkan/disimpan.
- 3) Pendidik memberi catatan (umpan balik) berisi komentar dan masukan untuk ditindaklanjuti peserta didik.
- 4) Peserta didik harus membaca catatan pendidik dengan kesadaran sendiri dan menindaklanjuti masukan pendidik untuk memperbaiki hasil karyanya.
- 5) Catatan pendidik dan perbaikan hasil kerja yang dilakukan peserta didik diberi tanggal, sehingga dapat dilihat perkembangan kemajuan belajar peserta didik.

#### Contoh Tugas Portofolio

Mata Pelajaran : Kimia

Kelas/Semester : XII / 1

Peminatan : Matematika dan Ilmu Alam

Tahun Ajaran : 2014/2015

Judul portofolio : Penyusunan laporan perancangan percobaan dan laporan praktikum

Indikator : Peserta didik dapat menyusun laporan perancangan percobaan dan menyusun laporan praktikum Kimia sebagai tulisan ilmiah

Ruang lingkup : Karya portofolio yang dikumpulkan adalah laporan seluruh hasil rancangan/rakitan alat dan laporan praktikum kimia semester 1





### Uraian tugas portofolio

1. Buatlah laporan kegiatan perancangan percobaan, laporan praktikum Kimia sebagai tulisan ilmiah
2. Setiap laporan dikumpulkan selambat-lambatnya seminggu setelah peserta didik melaksanakan tugas

Contoh format penilaian portofolio penyusunan laporan perancangan percobaan dan laporan praktikum

Mata Pelajaran : Kimia  
Alokasi Waktu : 1 Semester  
Sampel yang dikumpulkan : Laporan  
Nama Peserta didik :  
Kelas:

| No | Indikator   | Periode                  | Aspek yang dinilai |                     |             |             | Catatan /Nilai |
|----|---|--------------------------|--------------------|---------------------|-------------|-------------|----------------|
|    |   |                          | Kebenaran Konsep   | Kelengkapan gagasan | Sistematika | Tata-bahasa |                |
| 1  | .....   | .....                    |                    |                     |             |             |                |
| 2  | Menyusun laporan perancangan percobaan penyepuhan | 15-08-2015 sd 22-08-2015 |                    |                     |             |             |                |
| 3  | Menyusun laporan praktikum penyepuhan             | 22-08-2015 sd 30-08-2015 |                    |                     |             |             |                |
| 3  | .....   | ...                      |                    |                     |             |             |                |

Rubrik Penilaian Portofolio Laporan Praktikum:

| No | Komponen            | Skor   |
|----|---------------------|--|
| 1  | Kebenaran Konsep    | Skor 25 jika seluruh konsep Kimia pada laporan benar<br>Skor 15 jika sebagian konsep Kimia pada laporan benar<br>Skor 5 jika semua konsep Kimia pada laporan salah   |
| 2  | Kelengkapan gagasan | Skor 25 jika kelengkapan gagasan sesuai konsep<br>Skor 15 jika kelengkapan gagasan kurang sesuai konsep<br>Skor 5 jika kelengkapan gagasan tidak sesuai konsep   |
| 3  | Sistematika         | Skor 25 jika sistematika laporan sesuai aturan yang disepakati<br>Skor 15 jika sistematika laporan kurang sesuai aturan yang disepakati<br>Skor 5 jika sistematika laporan tidak sesuai aturan yang disepakati |
| 4  | Tatabahasa          | Skor 25 jika tatabahasa laporan sesuai aturan EYD<br>Skor 15 jika tatabahasa laporan kurang sesuai aturan EYD<br>Skor 5 jika tatabahasa laporan tidak sesuai aturan EYD  |



#### D. Aktivitas Pembelajaran

##### 1. Kegiatan *IN*-1.

Setelah mengkaji materi Pengembangan Instrumen silahkan Anda mengembangkan instrumen penilaian kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan. LK yang digunakan pada *IN*-1 adalah LK -1. Anda dapat berkerja dalam kelompok.

##### 2. Kegiatan *ON*

Setelah belajar materi pengembangan instrumen pada *IN*-1 secara berkelompok, Anda diminta mengembangkan instrumen penilaian kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan secara individual pada kegiatan *ON*. Pilihlah satu KD mata pelajaran kimia sesuai dengan kelas yang Anda ampu, buatlah instrumen penilaian sikap, pengetahuan dan keterampilan sesuai contoh yang telah dipelajari pada kegiatan *IN*-1. Kembangkan soal secara kreatif, untuk soal pengetahuan kembangkan soal sesuai kisi-kisi USBN tahun 2017, dan kumpulkan hasil kerja pada saat kegiatan *IN*-2.

#### LK-1

#### **Instrumen Penilaian Sikap, Pengetahuan, dan Keterampilan**

Tujuan Kegiatan: Melalui kegiatan ini diharapkan Anda mampu membuat instrumen penilaian sikap, pengetahuan dan keterampilan dalam pembelajaran Kimia.

Langkah Kerja:

1. Cermati contoh-contoh instrumen penilaian sikap, pengetahuan dan keterampilan pada uraian materi.
2. Pilihlah satu subtopik untuk dari satu KD, buatlah instrumen penilaian sikap, pengetahuan dan keterampilan pada format seperti pada contoh di uraian materi untuk masing-masing bentuk penilaian.
3. Presentasikan hasil kerja kelompok Anda dan Perbaiki rancangan instrumen penilaian jika ada saran atau usulan perbaikan



## E. Latihan/Kasus/Tugas

Setelah mempelajari materi Pengembangan Instrumen ini, silahkan Anda mencoba mengerjakan soal latihan secara mandiri kemudian cocokkan dengan kunci jawaban selanjutnya diskusikan dalam kelompok. Kumpulkan hasil kerja tepat waktu sesuai jadwal yang ditentukan.

### Pilihlah Jawaban yang paling tepat.

- Di antara teknik penilaian berikut, yang **tidak** termasuk penilaian pengetahuan adalah....  
A. tes lisan  
B. tes tertulis  
C. penugasan  
D. portofolio
- Seorang guru menyiapkan suatu intrumen penilaian, sebagian intrumen tersebut adalah sebagai berikut.

| No | Pernyataan  | YA | TIDAK |
|----|---|----|-------|
| 1  | Selama melakukan tugas kelompok saya bekerjasama dengan teman satu kelompok |    |       |
| 2  | Saya mencatat data dengan teliti dan sesuai dengan fakta                    |    |       |
| 3  | Saya melakukan tugas sesuai dengan jadwal yang telah dirancang              |    |       |
| 4  | .....   |    |       |

Bagian tersebut merupakan bagian instrumen.....

- penilaian diri pada saat praktikum
  - observasi sikap pada saat praktikum
  - observasi sikap pada saat diskusi kelompok
  - penilaian antar peserta didik pada saat diskusi kelompok
- Perhatikan pernyataan berikut
    - Pokok soal tidak mengandung pernyataan yang bersifat negatif ganda.
    - Pokok soal boleh mengandung pernyataan yang bersifat negatif ganda

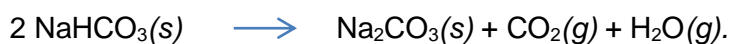


- iii. Butir soal tidak bergantung pada jawaban soal sebelumnya
- iv. Panjang rumusan pilihan jawaban harus relatif sama
- v. Pokok soal memberi petunjuk ke arah jawaban yang benar.

Seorang guru akan menyusun soal pilihan ganda, kriteria yang harus dipilihnya adalah....

- A. i, iii, iv
  - B. i, ii, iv
  - C. ii, iii, iv
  - D. iii, iv, v
4. Seorang guru akan menguji kinerja peserta didik dalam praktikum titrasi. Aspek keterampilan yang tidak perlu dinilai dalam cara melakukan titrasi adalah....
- A. menggoyang larutan pada erlenmeyer saat titrasi
  - B. cara memegang kran buret
  - C. membaca skala buret
  - D. menghitung konsentrasi
5. Seorang guru kimia kelas X menulis soal materi Perhitungan Kimia sebagai berikut

Natrium hidrogen karbonat jika dipanaskan terurai dengan reaksi:



Jika sampel  $\text{NaHCO}_3$  dipanaskan, maka volum gas  $\text{CO}_2$  yang dihasilkan adalah (Volum molar gas= 24 L) . . . .

- A. 24 L      B. 36 L      C. 48 L      D. 60 L

Ada satu kelemahan pada soal tersebut yaitu....

- A. tidak mencantumkan jumlah sampel yang diukur
- B. option diurut dari yang kecil ke yang besar
- C. koefisien reaksi sudah dicantumkan pada persamaan reaksi
- D. mencantumkan volum molar gas



6. “Mampu mengenali serta membedakan faktor penyebab dan akibat dari sebuah skenario yang rumit” merupakan indikator dari level kognitif....
- Memahami
  - Menganalisis
  - Mengevaluasi
  - Mencipta
7. Seorang guru kimia akan mengevaluasi proses dan hasil belajar peserta didik pada KD 4.8 Membedakan daya hantar listrik berbagai larutan melalui perancangan dan percobaan. Jenis dan bentuk penilaian yang tepat untuk menguji ketercapaian KD ini adalah penilaian ....
- sikap dengan tes portofolio
  - keterampilan dengan tes praktik
  - pengetahuan dengan tes proyek
  - pengetahuan dengan tes pilihan ganda

8. Perhatikan contoh format penilaian berikut

| No | Indikator  | Periode               | Aspek yang dinilai  |                        |             |                 | Catatan<br>/ Nilai |
|----|--|-----------------------|---------------------|------------------------|-------------|-----------------|--------------------|
|    |  |                       | Kebenaran<br>Konsep | Kelengkapan<br>gagasan | Sistematika | Tata-<br>bahasa |                    |
| 1  | Menyusun laporan praktikum sel elektrolisis            | 15 sd 22 Agustus 2015 |                     |                        |             |                 |                    |
| 2  | Menyusun laporan pelaksanaan proyek praktik penyepuhan | .....                 |                     |                        |             |                 |                    |

Format diatas merupakan instrumen penilaian yang dikembangkan guru untuk menilai kompetensi keterampilan. Jenis penilaian yang menggunakan format tersebut adalah penilaian....

- portofolio
- produk
- proyek
- praktek



## **F. Rangkuman**

Penilaian kompetensi sikap dilakukan melalui observasi, penilaian diri, penilaian teman sebaya, dan penilaian jurnal, penilaian kompetensi pengetahuan adalah melalui tes tertulis, observasi terhadap diskusi, tanya jawab dan percakapan dan penugasan. sedangkan penilaian kompetensi keterampilan melalui unjuk kerja/ kinerja/praktik, proyek, produk dan portofolio dan tertulis.

## **G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut**

Setelah menyelesaikan soal latihan ini, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci jawaban yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 80%, silakan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 80%, sebaiknya Anda ulangi kembali kegiatan pembelajaran ini dengan kerja keras, kreatif dan tanggung jawab sebagai pencerminan Anda belajar sepanjang hayat..

## KEGIATAN PEMBELAJARAN 2: ANALISIS DAN TINDAK LANJUT PENILAIAN

Penilaian hasil belajar oleh pendidik berfungsi untuk memantau kemajuan belajar, memantau hasil belajar, dan mendeteksi kebutuhan perbaikan hasil belajar peserta didik secara berkesinambungan. Penilaian hasil belajar oleh pendidik dilaksanakan untuk memenuhi fungsi formatif dan sumatif dalam penilaian, dan bertujuan untuk mengetahui tingkat penguasaan kompetensi, menetapkan ketuntasan penguasaan kompetensi, menetapkan program perbaikan atau pengayaan berdasarkan tingkat penguasaan kompetensi dan memperbaiki proses pembelajaran. Untuk mencapai tujuan tersebut hasil penilaian harus diolah menggunakan kriteria yang telah ditentukan sesuai Permendikbud no 23 tahun 2016 dan Panduan Penilaian oleh Pendidik dan Satuan Pendidikan untuk SMA tahun 2016. Pada modul ini akan dibahas secara singkat tentang analisis hasil penilaian proses dan hasil belajar untuk berbagai tujuan dan tindak lanjut pembelajaran berdasarkan hasil penilaian. Kompetensi ini dapat dicapai jika Anda belajar materi ini dengan kerja keras, profesional, kreatif dalam melakukan tugas sesuai instruksi pada bagian aktivitas belajar yang tersedia, disiplin dalam mengikuti tahap-tahap belajar serta bertanggung jawab dalam membuat tugas atau hasil kerja.

### **A. Tujuan**

Setelah mempelajari modul ini diharapkan Anda dapat mengolah hasil penilaian proses dan hasil belajar pada ranah sikap, pengetahuan, dan keterampilan dan melaksanakan tindak lanjut hasil penilaian

### **B. Indikator Pencapaian Kompetensi**

Indikator yang diharapkan dicapai melalui diklat ini adalah:



1. Menganalisis penilaian proses dan hasil belajar berdasarkan instrumen yang telah disusun untuk ranah pengetahuan
2. Menganalisis penilaian proses dan hasil belajar berdasarkan instrumen yang telah disusun untuk ranah sikap
3. Menganalisis penilaian proses dan hasil belajar berdasarkan instrumen yang telah disusun untuk ranah keterampilan
4. Mengevaluasi data hasil analisis penilaian hasil belajar aspek pengetahuan
5. Mengevaluasi data hasil analisis penilaian proses belajar aspek sikap
6. Mengevaluasi data hasil analisis penilaian proses dan hasil belajar aspek keterampilan menjelaskan prosedur dalam menentukan ketuntasan belajar
7. menentukan tindak lanjut pembelajaran berdasarkan kajian hasil penilaian pengetahuan
8. merancang program remedial berdasarkan hasil penilaian dan evaluasi
9. merancang program pengayaan berdasarkan hasil penilaian dan evaluasi

## C. Uraian Materi

### Pengolahan Hasil Penilaian

Hasil penilaian oleh pendidik setiap semester perlu diolah untuk dimasukkan ke dalam laporan capaian kompetensi (LCK atau rapor). Pengolahan yang dimaksud dengan cara memasukkan data nilai ke dalam format yang dibuat dan dikembangkan oleh masing-masing sekolah berdasarkan peraturan yang berlaku. Pembahasan pengolahan hasil pembelajaran pada modul ini meliputi pengolahan nilai sikap, pengetahuan dan keterampilan. Uraian materi diambil dari Panduan Penilaian SMA, Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan tahun 2016, karena pengolahan hasil penilaian hasil belajar merupakan kebijakan pemerintah yang harus diikuti oleh sekolah.

#### 1. Nilai Sikap Spiritual dan Sikap Sosial

Nilai kompetensi sikap diolah dan direkap sampai mendapatkan nilai akhir atau nilai untuk rapor. Langkah-langkah menyusun rekapitulasi penilaian sikap untuk satu semester adalah sebagai berikut:





- a. Wali kelas, guru mata pelajaran, dan guru BK mengelompokkan (menandai) catatan jurnal ke dalam sikap spiritual dan sikap sosial.
- b. Wali kelas, guru mata pelajaran, dan guru BK membuat rumusan deskripsi singkat sikap spiritual dan sikap sosial sesuai dengan catatan-catatan jurnal untuk setiap peserta didik yang ditulis dengan kalimat positif. Deskripsi tersebut menyebutkan sikap/perilaku yang sangat baik dan/atau kurang baik dan yang perlu bimbingan Wali kelas mengumpulkan deskripsi singkat (rekap) sikap dari guru mata pelajaran dan guru BK dan menyimpulkannya
- d. Deskripsi yang ditulis pada sikap spiritual dan sikap sosial adalah perilaku yang menonjol, sedangkan sikap spiritual dan sikap sosial yang belum mencapai kriteria (indikator) dideskripsikan sebagai perilaku yang perlu pembimbingan.
- e. Dalam hal peserta didik tidak ada catatan apapun dalam jurnal, sikap peserta didik tersebut diasumsikan berperilaku sesuai indikator kompetensi.
- f. Rekap hasil observasi sikap spiritual dan sikap sosial yang dilakukan oleh wali kelas sebagai deskripsi untuk mengisi buku rapor pada kolom hasil belajar sikap.

Rambu-rambu deskripsi pencapaian sikap:

- a. Sikap yang ditulis adalah sikap spiritual dan sikap sosial yang merepresentasikan ketercapaian sikap pada KI-1 dan KI-2.
- b. Substansi sikap spiritual adalah hal-hal yang berkaitan dengan menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
- c. Substansi sikap sosial adalah hal-hal yang berkaitan dengan menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, dst dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
- d. Hasil penilaian pencapaian sikap dalam bentuk predikat dan deskripsi.
- e. Predikat dalam penilaian sikap bersifat kualitatif, yakni: Sangat Baik, Baik, Cukup, dan Kurang
- f. Apabila peserta didik tidak ada catatan apapun dalam jurnal, sikap peserta didik tersebut diasumsikan BAIK.



- g. Deskripsi sikap terdiri atas sikap yang sangat baik dan/atau sikap kurang baik yang memerlukan pembinaan dan pembimbingan.
- h. Deskripsi sikap menggunakan kalimat yang bersifat memotivasi dengan pilihan kata/frasa yang bernada positif. Hindari frasa yang bermakna kontras, misalnya: ... tetapi masih perlu peningkatan dalam ... atau ... namun masih perlu bimbingan dalam hal ...
- i. Deskripsi sikap menyebutkan perkembangan sikap/perilaku peserta didik yang sangat baik dan/atau baik dan yang mulai/sedang berkembang.
- j. Sikap dikembangkan selama satu semester, deskripsi nilai/perkembangan sikap peserta didik didasarkan pada sikap peserta didik pada masa akhir semester

**Rambu-rambu selengkapnya dapat Anda baca pada Buku Pedoman  
Penilaian SMA tahun 2016**

Berikut contoh predikat dan deskripsi sikap spiritual dan sosial peserta didik

Contoh predikat dan deskripsi sikap spiritual peserta didik.

| Predikat | Deskripsi   |
|----------|---|
| Baik     | Selalu bersyukur dan berdoa sebelum melakukan kegiatan serta memiliki toleransi pada agama yang berbeda; ketaatan beribadah mulai berkembang. |

Contoh predikat dan deskripsi sikap sosial peserta didik

| Predikat | Deskripsi   |
|----------|---|
| Cukup    | Memiliki sikap santun, kurang peduli, percaya diri, kurang disiplin, dan tanggungjawab mulai meningkat. Perlu pendampingan dan pembinaan secara intensif. |

Contoh predikat dan deskripsi sikap sosial peserta didik

| Predikat    | Deskripsi  |
|-------------|--|
| Sangat Baik | Memiliki sikap santun, disiplin, dan tanggung jawab yang baik, sangat responsif dalam pergaulan serta memiliki kepedulian sangat tinggi. |



## 2. Nilai Pengetahuan

Penilaian pengetahuan merupakan penilaian untuk mengukur kemampuan peserta didik berupa pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif, serta kecakapan berpikir tingkat rendah sampai tinggi. Penilaian ini berkaitan dengan ketercapaian KD pada KI-3 yang dilakukan oleh guru mata pelajaran. Penilaian pengetahuan dilakukan dengan berbagai teknik penilaian. Guru mata pelajaran menetapkan teknik penilaian sesuai dengan karakteristik kompetensi yang akan dinilai. Penilaian dimulai dengan perencanaan pada saat menyusun Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dengan mengacu pada silabus.

Penilaian pengetahuan, selain untuk mengetahui apakah peserta didik telah mencapai ketuntasan belajar, juga untuk mengidentifikasi kelemahan dan kekuatan penguasaan pengetahuan peserta didik dalam proses pembelajaran (*diagnostic*).

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan di dalam pengolahan capaian kompetensi pengetahuan, yaitu:

- Penilaian harian dapat dilakukan melalui tes tertulis dan/atau penugasan, tes lisan sesuai dengan karakteristik masing-masing KD.
- Pelaksanaan penilaian harian dapat dilakukan setelah pembelajaran satu KD atau lebih.
- Penilaian harian dapat dilakukan lebih dari satu kali untuk KD dengan cakupan materi luas dan kompleks sehingga penilaian harian tidak perlu menunggu pembelajaran KD tersebut selesai.
- Hasil penilaian pengetahuan yang dilakukan oleh pendidik dengan berbagai teknik penilaian dalam satu semester direkap dan didokumentasikan pada tabel pengolahan nilai sesuai dengan KD yang dinilai.
- Jika dalam satu KD dilakukan penilaian lebih dari satu kali maka nilai akhir KD tersebut merupakan nilai rata-rata.
- Nilai akhir pencapaian pengetahuan matapelajaran tersebut diperoleh dengan cara merata-ratakan hasil pencapaian kompetensi setiap KD selama satu semester.
- Nilai akhir selama satu semester pada rapor ditulis dalam bentuk angka pada skala 0 – 100 dan predikat, serta dilengkapi dengan deskripsi



singkat kompetensi yang menonjol berdasarkan pencapaian KD selama satu semester.

Contoh pengolahan nilai pengetahuan mata pelajaran Kimia kelas XI semester I tertera pada tabel.....

**Tabel 2.1** Pengolahan nilai pengetahuan tanpa bobot

| No | Nama        | KD  | Hasil Penilaian Harian |    |    |       | Penilaian Akhir Semester | Rerata (Pembulatan) |
|----|-------------|-----|------------------------|----|----|-------|--------------------------|---------------------|
|    |             |     | 1                      | 2  | 3  | ..... |                          |                     |
| 1  | Adrian      | 3.1 | 75                     | 68 |    |       | 70                       | 71                  |
|    |             | 3.2 | 60                     | 66 |    |       | 70                       | 65                  |
|    |             | 3.3 | 86                     | 80 | 90 |       | 80                       | 84                  |
|    |             | 3.4 | 80                     |    |    |       | 95                       | 88                  |
|    |             | 3.5 | 88                     |    |    |       | 80                       | 84                  |
|    | Nilai Rapor |     |                        |    |    |       |                          | 78                  |

(Sumber: Pedoman Penilaian SMA, 2016)

Keterangan:

- 1) Jumlah KD dalam satu semester pada tabel tsb terdiri atas 5 KD
- 2) KKM pada MP tersebut adalah 65
- 3) Penilaian harian dilakukan oleh pendidik dengan cakupan meliputi seluruh indikator dari satu kompetensi dasar
- 4) Penilaian KD 3.1 dan 3.2 masing-masing dilakukan sebanyak 3 kali, penilaian KD 3.3 sebanyak 4 kali, penilaian KD 3.4 dan 3.5 masing-masing dilakukan sebanyak 2.
- 5) Penilaian akhir KD dengan cara merata-ratakan nilai pada KD yang sama, contoh

$$\text{Nilai akhir KD 3.1} = \frac{75+68+70}{3} = 71$$

$$\text{Nilai akhir KD 3.3} = \frac{86+80+90+80}{4} = 84$$

- 6) Nilai rapor menggunakan rata-rata dari seluruh nilai KD dalam satu semester dengan perhitungan sbb

$$= \frac{71 + 84 + 84 + 88 + 65}{5} = 78$$

- 7) Deskripsi berisi kompetensi yang sangat baik dikuasai oleh peserta didik dan/ atau kompetensi yang masih perlu ditingkatkan. Pada nilai diatas yang kuasai peserta didik adalah KD 3.4 yang perlu ditingkatkan pada KD 3.2. Contoh deskripsi adalah:



Contoh deskripsi:

Menguasai KD 3.1, KD 3.3, KD 3.4 dan KD 3.6 namun perlu meningkatkan lagi hasil belajar pada KD 3.2 (KD diganti dengan nama topik pada KD tersebut)

Pengolahan nilai harian alternatif 2 dengan cara Nilai rapor menggunakan pembobotan dengan perbandingan 60% rata-rata PH dan 40% PAS Untuk contoh pelajrari pada Pedoman Penilaian tahun 2016

### 3. Nilai Keterampilan

Nilai keterampilan diperoleh dari hasil penilaian unjuk kerja/kinerja/praktik, proyek, produk, portofolio, dan bentuk lain sesuai karakteristik KD mata pelajaran. Hasil penilaian pada setiap KD pada KI-4 adalah nilai optimal jika penilaian dilakukan dengan teknik yang sama dan objek KD yang sama. Penilaian KD yang sama yang dilakukan dengan proyek dan produk atau praktik dan produk, hasil akhir penilaian KD tersebut dirata-ratakan. Untuk memperoleh nilai akhir keterampilan pada setiap mata pelajaran adalah rerata dari semua nilai KD pada KI-4 dalam satu semester. Selanjutnya, penulisan capaian keterampilan pada rapor menggunakan angka pada skala 0–100 dan predikat serta dilengkapi deskripsi singkat capaian kompetensi.

Contoh 1:

Berikut cara pengolahan nilai keterampilan mata pelajaran Kimia kelas XII yang dilakukan melalui praktik pada KD 4.2 sebanyak 2 kali dan KD 4.4 sebanyak 1 kali, penilaian produk laporan dari KD 4.1, KD 4.3 dan KD 4.5. Selain itu KD 4.3 melalui satu kali Proyek. Contoh pengolahan nilai kompetensi keterampilan tertera pada tabel berikut:

**Tabel 2.2** Pengolahan Nilai Kompetensi Keterampilan

| KD  | Praktik     |    | Produk | Proyek | Portofolio | Nilai Akhir<br>(Pembulatan) |
|-----|-------------|----|--------|--------|------------|-----------------------------|
| 4.1 | 87          |    |        |        |            | 87                          |
| 4.2 | 66          | 75 |        |        |            | 75                          |
| 4.3 |             |    |        | 92     |            | 92                          |
| 4.4 |             |    | 75     | 82     |            | 79                          |
|     | Nilai Rapor |    |        |        |            | 83                          |

(Sumber: Pedoman Penilaian SMA, 2016)



Keterangan:

- a) Praktik pada KD 4.1 sebanyak 1 kali dan KD 4.2 sebanyak 2 kali. KD 4.3 dan KD 4.4 dinilai melalui satu proyek. Selain itu KD 4.4 juga dinilai melalui satu kali produk
- b) Pada KD 4.1, 4.2, dan 4.3 Nilai Akhir KD diperoleh berdasarkan **nilai optimum**, karena materi dan teknik penilaian yang digunakan sama serta dilakukan beberapa kali. Sedangkan untuk KD. 4.4 diperoleh berdasarkan rata-rata karena menggunakan proyek dan produk.
- c) Nilai akhir semester (Rapor) didapat dengan cara merata-ratakan nilai akhir pada setiap KD pada KI-4.
- d) Nilai rapor keterampilan dihitung berdasarkan rerata dari seluruh nilai KD dalam satu semester dengan perhitungan sbb.

$$\text{Nilai Rapor} = \frac{87+75+82+92}{4} = 83,13 \text{ dibulatkan menjadi } 83$$

- e) Nilai rapor keterampilan dilengkapi deskripsi singkat kompetensi yang sangat baik dan kurang baik berdasarkan pencapaian KD pada KI-4 selama satu semester.
- f) Deskripsi nilai keterampilan berdasarkan nilai KD yang menonjol. Pada tabel tersebut yang tertinggi adalah KD 4.3, sehingga deskripsi singkatnya sbb:  
"Sangat terampil dalam Merancang sel Volta dan menentukan potensial sel dengan menggunakan bahan di sekitar

### Ketuntasan Belajar

Ketuntasan Belajar terdiri atas ketuntasan penguasaan substansi dan ketuntasan belajar dalam konteks kurun waktu belajar. Ketuntasan penguasaan substansi yaitu ketuntasan belajar KD yang merupakan tingkat penguasaan peserta didik atas KD tertentu pada tingkat penguasaan minimal atau di atasnya, sedangkan ketuntasan belajar dalam konteks kurun waktu belajar terdiri atas ketuntasan dalam setiap semester, setiap tahun ajaran, dan tingkat satuan pendidikan. Ketuntasan Belajar dalam satu semester adalah keberhasilan peserta didik menguasai kompetensi dari sejumlah mata pelajaran yang diikutinya dalam satu semester. Ketuntasan Belajar dalam setiap tahun ajaran adalah keberhasilan peserta didik pada semester ganjil dan genap dalam satu tahun ajaran. Ketuntasan dalam tingkat satuan pendidikan adalah keberhasilan peserta didik



menguasai kompetensi seluruh mata pelajaran dalam suatu satuan pendidikan untuk menentukan kelulusan peserta didik dari satuan pendidikan

## 1. Fungsi Kriteria Ketuntasan Minimal

Fungsi Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) bagi pendidik, peserta didik, sekolah dan orang tua peserta didik.

- Sebagai acuan bagi pendidik dalam menilai kompetensi peserta didik sesuai kompetensi dasar mata pelajaran yang diikuti..
- Sebagai acuan bagi peserta didik dalam menyiapkan diri mengikuti penilaian mata pelajaran.
- Dapat digunakan sebagai bagian dari komponen dalam melakukan evaluasi program pembelajaran yang dilaksanakan di sekolah.
- Merupakan kontrak pedagogik antara pendidik dengan peserta didik dan antara satuan pendidikan dengan masyarakat.
- Merupakan target satuan pendidikan dalam pencapaian kompetensi tiap mata pelajaran.

## 2. Mekanisme Penetapan KKM

Pada mekanisme penetapan KKM akan dibahas prinsip dan langkah-langkah penetapan KKM

### a. Prinsip Penetapan KKM

Penetapan KKM perlu mempertimbangkan beberapa ketentuan sebagai berikut:

- Penetapan KKM merupakan kegiatan pengambilan keputusan yang dapat dilakukan melalui metode kualitatif dan atau kuantitatif. Metode kualitatif dapat dilakukan melalui *professional judgement* oleh pendidik dengan mempertimbangkan kemampuan akademik dan pengalaman pendidik mengajar mata pelajaran di sekolahnya. Sedangkan metode kuantitatif dilakukan dengan rentang angka yang disepakati sesuai dengan penetapan kriteria yang ditentukan.
- Penetapan nilai KKM dilakukan melalui analisis ketuntasan belajar minimal pada setiap indikator dengan memperhatikan kompleksitas, daya dukung, dan *intake* peserta didik untuk mencapai ketuntasan kompetensi dasar dan standar kompetensi



- 3) KKM setiap Kompetensi Dasar (KD) merupakan rata-rata dari KKM indikator yang terdapat dalam Kompetensi Dasar tersebut.
- 4) KKM mata pelajaran merupakan rata-rata dari semua KKM-KD yang terdapat dalam satu semester atau satu tahun pembelajaran, dan dicantumkan dalam Laporan Hasil Belajar (LHB/Rapor) peserta didik

Pada setiap indikator atau kompetensi dasar dimungkinkan adanya perbedaan nilai ketuntasan minimal

b. Langkah-Langkah Penetapan KKM

Langkah penetapan KKM adalah sebagai berikut:

- 1) Guru atau kelompok guru mempertimbangkan tiga aspek kriteria, yaitu kompleksitas, daya dukung, dan *intake* peserta didik dengan skema sebagai berikut;



**Gambar 2.1.** Skema Penetapan KKM

- 2) Hasil penetapan KKM oleh guru atau kelompok guru mata pelajaran disahkan oleh kepala sekolah untuk dijadikan patokan guru dalam melakukan penilaian;
- 3) KKM yang ditetapkan disosialisasikan kepada pihak-pihak yang berkepentingan, yaitu peserta didik, orang tua, dan dinas pendidikan;
- 4) KKM dicantumkan dalam LHB pada saat hasil penilaian dilaporkan kepada orang tua/wali peserta didik.

### 3. Penentuan Kriteria Ketuntasan Minimal

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam penentuan kriteria ketuntasan minimal adalah:

- a. **Tingkat kompleksitas**, kesulitan/kerumitan setiap indikator dan kompetensi dasar yang harus dicapai oleh peserta didik.

Suatu indikator dikatakan memiliki tingkat kompleksitas tinggi, apabila dalam pencapaiannya didukung oleh sekurang-kurangnya satu dari sejumlah kondisi sebagai berikut:





- 1) guru yang memahami dengan benar kompetensi yang harus dibelajarkan pada peserta didik;
- 2) guru yang kreatif dan inovatif dengan metode pembelajaran yang bervariasi;
- 3) guru yang menguasai pengetahuan dan kemampuan sesuai bidang yang diajarkan;
- 4) peserta didik dengan kemampuan penalaran tinggi;
- 5) peserta didik yang cakap/terampil menerapkan konsep;
- 6) peserta didik yang cermat, kreatif dan inovatif dalam penyelesaian tugas/pekerjaan;
- 7) waktu yang cukup lama untuk memahami materi tersebut karena memiliki tingkat kesulitan dan kerumitan yang tinggi, sehingga dalam proses pembelajarannya memerlukan pengulangan/latihan;
- 8) tingkat kemampuan penalaran dan kecermatan yang tinggi agar peserta didik dapat mencapai ketuntasan belajar.

**Contoh 1.**

KD 2.2 : Menerapkan konsep massa molekul relatif, persamaan reaksi, hukum-hukum dasar kimia, dan konsep mol untuk menyelesaikan perhitungan kimia.

Indikator : Menentukan pereaksi pembatas dalam suatu reaksi

Indikator ini memiliki kompleksitas yang tinggi, karena untuk menentukan pereaksi pembatas diperlukan beberapa tahap pemahaman/penalaran peserta didik dalam perhitungan kimia.

**Contoh 2.**

KD 3.8. Menganalisis sifat larutan elektrolit dan larutan non-elektrolit berdasarkan daya hantar listriknya.

Indikator: Mengelompokkan larutan ke dalam larutan elektrolit dan non elektrolit berdasarkan sifat hantaran listriknya

Indikator ini memiliki kompleksitas yang rendah karena tidak memerlukan tahapan berpikir/penalaran yang tinggi.

**b. Kemampuan sumber daya pendukung dalam penyelenggaraan pembelajaran pada masing-masing sekolah.**

- 1) Sarana dan prasarana pendidikan yang sesuai dengan tuntutan kompetensi yang harus dicapai peserta didik seperti perpustakaan, laboratorium, dan alat/bahan untuk proses pembelajaran;



- 2) Ketersediaan tenaga, manajemen sekolah, dan kepedulian *stakeholders* sekolah.

**Contoh:**

KD 4. 8: Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan

Indikator : Menyimpulkan pengaruh perubahan suhu, konsentrasi, tekanan, dan volume pada pergeseran keseimbangan melalui percobaan.

Daya dukung untuk Indikator ini tinggi apabila sekolah mempunyai sarana prasarana yang cukup untuk melakukan percobaan, dan guru mampu menyajikan pembelajaran dengan baik.

**c. Tingkat kemampuan (*intake*) rata-rata peserta didik**

Penetapan *intake* di kelas X dapat didasarkan pada hasil seleksi pada saat penerimaan peserta didik baru, Nilai Ujian Nasional/Sekolah, rapor SMP, tes seleksi masuk atau psikotes; sedangkan penetapan *intake* di kelas XI dan XII berdasarkan kemampuan peserta didik di kelas sebelumnya.

**Contoh penetapan KKM**

Untuk memudahkan analisis setiap indikator, perlu dibuat skala penilaian yang *disepakati* oleh guru mata pelajaran. Contoh:

| Aspek yang dianalisis | Kriteria dan Skala Penilaian |                 |                  |
|-----------------------|------------------------------|-----------------|------------------|
| Kompleksitas          | Tinggi<br>< 65               | Sedang<br>65-79 | Rendah<br>80-100 |
| Daya Dukung           | Tinggi<br>80-100             | Sedang<br>65-79 | Rendah<br><65    |
| <i>Intake</i> siswa   | Tinggi<br>80-100             | Sedang<br>65-79 | Rendah<br><65    |

Atau dengan menggunakan poin/skor pada setiap kriteria yang ditetapkan.

| Aspek yang dianalisis | Kriteria penskoran |             |             |
|-----------------------|--------------------|-------------|-------------|
| Kompleksitas          | Tinggi<br>1        | Sedang<br>2 | Rendah<br>3 |
| Daya Dukung           | Tinggi<br>3        | Sedang<br>2 | Rendah<br>1 |
| <i>Intake</i> siswa   | Tinggi<br>3        | Sedang<br>2 | Rendah<br>1 |



Jika indikator memiliki kriteria kompleksitas tinggi, daya dukung tinggi dan *intake* peserta didik sedang, maka nilai KKM-nya adalah:

$$\frac{1 + 3 + 2}{9} \times 100 = 66,7$$

Nilai KKM merupakan angka bulat, maka nilai KKM-nya adalah 67.

### Contoh

Penentuan Kriteria Ketuntasan Minimal Per KD dan Indikator

Mata Pelajaran : KIMIA

Kelas/semester : X/2

| Kompetensi Dasar/Indikator   | Kriteria Pencapaian Ketuntasan Belajar Siswa (KD/Indikator) |             |             | Kriteria Ketuntasan Minimal |              |
|--|---|-------------|-------------|-----------------------------|--------------|
|  | Komplek Sitas   | Daya dukung | Intake      | Pengetahuan                 | Keterampilan |
| 3.8. Menganalisis sifat larutan berdasarkan daya hantar listriknya.  |   |             |             |                             |              |
| 1. Menjelaskan pengertian larutan elektrolit dan nonelektrolit berdasarkan data hasil percobaan                | Rendah (80)   | Tinggi (85) | Sedang (70) | 78,3                        |              |
| 2. Mengidentifikasi sifat-sifat larutan elektrolit dan non elektrolit melalui data percobaan                   | Rendah (80)   | Tinggi (90) | Sedang (70) | 80,0                        |              |
| 3. Mengelompokkan larutan ke dalam larutan elektrolit dan non elektrolit berdasarkan sifat hantaran listriknya | Sedang (70)   | Tinggi (85) | Sedang (70) | 75,0                        |              |
| 4. Menjelaskan penyebab kemampuan larutan elektrolit menghantarkan arus listrik                                | Rendah (80)   | Sedang (75) | Sedang (70) | 75,0                        |              |
| 5. ....  |   |             |             |                             |              |
| 4.8 Membedakan daya hantar listrik berbagai larutan melalui perancangan dan percobaan                          |   |             |             |                             |              |
| 1. Merancang alat dan percobaan untuk menyelidiki sifat larutan berdasarkan daya hantar listriknya             | Sedang (70)   | Tinggi (80) | Sedang (70) |                             | 73,3         |
| 2. Melakukan percobaan daya hantar listrik pada beberapa larutan.  |   |             |             |                             |              |
| 3. Menganalisis data hasil percobaan daya hantar listrik larutan elektrolit dan larutan nonelektrolit.         | Tinggi (65)   | Sedang (70) | Sedang (70) |                             | 68,3         |
| 4. ....dst..   |   |             |             |                             |              |
| KKM  |   |             |             | .....                       |              |

Untuk menentukan KKM KD, seluruh nilai KKM Indikator dirata-ratakan, kemudian dibulatkan. Misal diperoleh KKM 74,98 maka dibulatkan menjadi 75



## **Program Remedial Dan Pengayaan**

### **Program Remedial**

Untuk memahami program remedial Anda dapat mempelajari tentang hakikat pembelajaran remedial, prinsip, bentuk dan pelaksanaannya.

#### **1. Hakikat Pembelajaran Remedial**

Remedial diperlukan bagi peserta didik yang belum mencapai kemampuan minimal yang ditetapkan dalam rencana pelaksanaan pembelajaran. Pemberian program pembelajaran remedial didasarkan atas latar belakang bahwa pendidik perlu memperhatikan perbedaan individual peserta didik. Dengan diberikannya pembelajaran remedial bagi peserta didik yang belum mencapai tingkat ketuntasan belajar, maka peserta didik ini memerlukan waktu lebih lama daripada mereka yang telah mencapai tingkat penguasaan. Mereka juga perlu menempuh penilaian kembali setelah mendapatkan program pembelajaran remedial.

#### **2. Prinsip Pembelajaran Remedial**

Pembelajaran remedial merupakan pemberian perlakuan khusus terhadap peserta didik yang mengalami hambatan dalam kegiatan belajarnya. Hambatan yang terjadi dapat berupa kurangnya pengetahuan dan keterampilan prasyarat atau lambat dalam mencapai kompetensi. Beberapa prinsip yang perlu diperhatikan dalam pembelajaran remedial sesuai dengan sifatnya sebagai pelayanan khusus antara lain adalah adaptif, interaktif, fleksibilitas dalam metode pembelajaran dan penilaian, pemberian umpan balik sesegera mungkin dan kesinambungan dan ketersediaan dalam pemberian pelayanan

#### **3. Bentuk Kegiatan Remedial**

Dengan memperhatikan pengertian dan prinsip pembelajaran remedial tersebut, maka pembelajaran remedial dapat diselenggarakan dengan berbagai kegiatan antara lain:

- a. Memberikan tambahan penjelasan atau contoh
- b. Menggunakan strategi pembelajaran yang berbeda dengan sebelumnya
- c. Mengkaji ulang pembelajaran yang lalu.
- d. Menggunakan berbagai jenis media



#### 4. Pelaksanaan Pembelajaran Remedial

Ada dua langkah pokok yang perlu dikerjakan dalam pemberian pembelajaran remedial, yaitu mendiagnosis kesulitan belajar dan memberikan perlakuan (*treatment*) pembelajaran remedial.

Contoh: Format analisis penilaian kompetensi peserta didik atau format ketercapaian KKM untuk program remedial

| No  | Nama Peserta didik | Indikator dalam satu RPP |    |    |    |    |    |    |     | Kesimpulan tentang pencapaian kemampuan** |                     |
|-----|--------------------|--------------------------|----|----|----|----|----|----|-----|---|---------------------|
|     |                    | 1*                       | 2* | 3* | 4* | 5* | 6* | 7* | dst | yang sudah dikuasai                       | yang belum dikuasai |
| 1.  | Ahmad              |                          |    |    |    |    |    |    |     |   |                     |
| 2.  | Anisa              |                          |    |    |    |    |    |    |     |   |                     |
| 3.  | Betharia           |                          |    |    |    |    |    |    |     |   |                     |
| 4.  | Budiman            |                          |    |    |    |    |    |    |     |   |                     |
| 5.  | Chandra            |                          |    |    |    |    |    |    |     |   |                     |
| dst | .....              |                          |    |    |    |    |    |    |     |   |                     |

\* kolom ditulis dengan indikator yang dinilai (rincian sikap, pengetahuan, dan keterampilan). Kolom di bawahnya diisi dengan skor yang diperoleh peserta didik terkait kemampuan tersebut.

\*\* kolom yang menyatakan kemampuan yang belum dan sudah dikuasai seorang peserta didik untuk menentukan ada tidaknya perlakuan remedial

##### a. Perlakuan Pembelajaran Remedial

Setelah diketahui kesulitan belajar yang dihadapi peserta didik, langkah berikutnya adalah memberikan perlakuan berupa pembelajaran remedial.

Bentuk-bentuk pelaksanaan pembelajaran remedial berupa :

- 1) Pemberian pembelajaran ulang dengan metode dan media yang berbeda.
- 2) Pemberian bimbingan secara khusus, misalnya bimbingan perorangan.
- 3) Pemberian tugas-tugas latihan secara khusus.
- 4) Pemanfaatan tutor sebaya.

##### b. Hasil Penilaian

- 1) Nilai remedial yang diperoleh diolah menjadi nilai akhir.
- 2) Nilai akhir setelah remedial untuk aspek pengetahuan dihitung dengan mengganti nilai indikator yang belum tuntas dengan nilai indikator hasil remedial, yang selanjutnya diolah berdasarkan rerata nilai seluruh KD.



- 3) Nilai akhir setelah remedial untuk aspek keterampilan diambil dari nilai optimal KD.
- 4) Penilaian hasil belajar kegiatan pengayaan tidak sama dengan kegiatan pembelajaran biasa, tetapi cukup dalam bentuk portofolio, dan harus dihargai sebagai nilai tambah (lebih) dari peserta didik yang normal.

Terdapat beberapa alternatif berkenaan dengan waktu atau kapan pembelajaran remedial dilaksanakan. Salah satunya pembelajaran remedial dapat diberikan setelah peserta didik mempelajari KD tertentu. Satu topik kimia yang terdiri dari beberapa KD, misalnya Reaksi Redoks, Sifat koligatif larutan, dsb. setelah itu di berikan tes ulang agar dapat diketahui apakah peserta didik telah mencapai ketuntasan dan nilai hasil remedial tidak melebihi nilai KKM.

## **Program Pengayaan**

Untuk memahami program penyayaan Anda dapat mempelajari tentang hakikat pembelajaran pengayaan, prinsip, bentuk dan pelaksanaannya

### **1. Hakikat Pembelajaran Pengayaan**

Pembelajaran pengayaan merupakan pembelajaran tambahan dengan tujuan untuk memberikan kesempatan pembelajaran baru bagi peserta didik yang memiliki kelebihan sedemikian rupa sehingga mereka dapat mengoptimalkan perkembangan minat, bakat, dan kecakapannya. Pembelajaran pengayaan berupaya mengembangkan keterampilan berpikir, kreativitas, keterampilan memecahkan masalah, eksperimentasi, inovasi, penemuan, keterampilan seni, keterampilan gerak, dsb.

### **2. Jenis Pembelajaran Pengayaan**

Pembelajaran pengayaan meliputi kegiatan eksploratori, keterampilan proses dan pemecahan masalah

- a. Kegiatan eksploratori yang bersifat umum, pembelajaran secara regular tidak tercakup dalam kurikulum.
- b. Keterampilan proses yang diperlukan oleh peserta didik agar berhasil dalam melakukan pendalaman dan investigasi terhadap topik yang diminati dalam bentuk pembelajaran mandiri.



- c. Pemecahan masalah yang diberikan kepada peserta didik yang memiliki kemampuan belajar lebih tinggi berupa pemecahan masalah nyata dengan menggunakan model pembelajaran Problem Based Learning dan pendekatan pendekatan investigatif/penelitian ilmiah.

### 3. Bentuk Pelaksanaan Pembelajaran Pengayaan

Bentuk-bentuk pelaksanaan pembelajaran pengayaan dapat dilakukan antara lain melalui belajar kelompok, belajar mandiri pembelajaran berbasis tema dan pemadatan kurikulum. Kegiatan pembelajaran pengayaan dapat pula dikaitkan dengan kegiatan tugas terstruktur dan kegiatan mandiri tidak terstruktur. Sekolah dapat juga memfasilitasi peserta didik dengan kelebihan kecerdasan dalam bentuk kegiatan pengembangan diri dengan spesifikasi pengayaan kompetensi tertentu, misalnya untuk bidang sains. Pembelajaran seperti ini diselenggarakan untuk membantu peserta didik mempersiapkan diri mengikuti kompetisi tingkat nasional maupun internasional seperti olimpiade internasional fisika, kimia dan biologi. Penilaian hasil belajar kegiatan pengayaan, tentu tidak sama dengan kegiatan pembelajaran biasa, tetapi cukup dalam bentuk portofolio, dan harus dihargai sebagai nilai tambah (lebih) dari peserta didik yang normal.

## D. Aktivitas Pembelajaran

### Kegiatan *IN-1*

Setelah mengkaji materi ini Anda dapat memperdalam pengetahuan dengan melakukan kegiatan sesuai lembar kegiatan yang tersedia. Untuk kegiatan *IN-1* diskusikan dalam kelompok LK-1 **Pengolahan Nilai Hasil Belajar**, kemudian presentasikan.

### Kegiatan *ON*

Untuk kegiatan *ON* pelajari kembali semua uraian dalam modul, kemudian kerjakan LK-2 Penetapan KKM dan LK- 3. Remedial dan Pengayaan. Dokumentasikan hasilnya dalam laporan peserta.



## Lembar Kegiatan 1

### Pengolahan Nilai Hasil Belajar

1. Identifikasi teknik-teknik penilaian yang direncanakan dalam satu semester sesuai karakteristik materi dan kompetensi dasar
2. Buatlah contoh pengolahan nilai sikap, pengetahuan dan keterampilan peserta didik dalam satu semester sesuai dengan teknik-teknik penilaian penilaian yang direncanakan.
3. Buat deskripsi dari masing masing nilai yang diperoleh peserta didik tersebut.

## Lembar Kegiatan 2

### Penetapan KKM

**Tujuan Kegiatan:** melalui kegiatan ini diharapkan peserta diklat dapat menentukan KKM untuk pengetahuan dan keterampilan.

#### Langkah Kegiatan :

1. Pelajari cara penetapan KKM pada modul.
2. Siapkan kurikulum kimia, pilih salah satu KD sesuai dengan kelas yang Anda ampu
3. Buat indikator pencapaian kompetensinya
4. Tentukan nilai KKM IPK berdasarkan kompleksitas , daya dukung dan *in take kemudian* rata-ratakan untuk mendapatkan KKM setiap KD
5. Gunakan format KKM seperti contoh pada modul.

## Lembar Kegiatan 3

### Remedial dan Pengayaan

Perhatikan nilai ulangan pada konsep redoks yang terdiri dari beberapa KD

| Nama | Nilai                     |           |                  |
|------|---------------------------|-----------|------------------|
|      | Penyetaraan Reaksi Redoks | Sel Volta | Sel Elektrokimia |
| Ani  | 50                        | 40        | 40               |
| Ardi | 60                        | 50        | 40               |





|         |       |    |    |
|---------|-------|----|----|
| Beni    | 70    | 75 | 70 |
| Budiman | 80    | 75 | 70 |
| Cintami | 40    | 45 | 40 |
| Dodi    | 90    | 80 | 90 |
| Dianti  | 60    | 60 | 55 |
| Fina    | 90    | 85 | 60 |
| .....   | ..... |    |    |

- Identifikasi peserta didik yang harus mengikuti remedial teaching
- Identifikasi peserta didik yang dapat mengikuti pengayaan
- Jelaskan masing-masing topik kimia yang harus dilakukan remedial teaching
- Jelaskan materi pengayaan apa yang sesuai dengan pembelajaran konsep ini

### E. Latihan/Kasus/Tugas

- Buatlah contoh pengolahan nilai sikap, pengetahuan dan keterampilan peserta didik dalam satu semester sesuai dengan teknik-teknik penilaian penilaian yang direncanakan berikut deskripsi dari masing masing nilai yang diperoleh peserta didik tersebut.
- Tentukan KKM dari suatu KD dan indikator mata pelajaran kimia untuk satu semester dan tentukan nilai KKM untuk semester tersebut. Tuliskan dalam format seperti contoh pada uraian materi
- Isilah format rekap nilai peserta didik pada kelas yang anda ampu dan identifikasi ketercapaian KKM dari suatu konsep atau materi pelajaran kimia

Format rekap nilai peserta didik

| Nama  | Nilai Ulangan |             |       |
|-------|---------------|-------------|-------|
|       | Topik ....    | Topik ..... | ..... |
| ..... |               |             |       |
|       |               |             |       |
|       |               |             |       |
|       |               |             |       |



## Format Identifikasi Ketercapaian Kompetensi

| No  | Nama Peserta didik | Indikator dalam satu RPP |    |    |    |    |    |    |     | Kesimpulan tentang pencapaian kemampuan** |                     |
|-----|--------------------|--------------------------|----|----|----|----|----|----|-----|---|---------------------|
|     |                    | 1*                       | 2* | 3* | 4* | 5* | 6* | 7* | dst | yang sudah dikuasai                       | yang belum dikuasai |
| 1.  | .....              |                          |    |    |    |    |    |    |     |   |                     |
| 2.  |                    |                          |    |    |    |    |    |    |     |   |                     |
| dst | .....              |                          |    |    |    |    |    |    |     |   |                     |

Rancanglah program remedial dan pengayaan dari data tersebut

## F. Rangkuman

Penilaian hasil belajar oleh pendidik berfungsi untuk memantau kemajuan belajar, memantau hasil belajar, dan mendeteksi kebutuhan perbaikan hasil belajar peserta didik secara berkesinambungan. Data hasil penilaian diolah melalui kegiatan analisis hasil belajar dengan aturan yang ada pada buku pedoman penilaian yang berlaku.

Kriteria paling rendah untuk menyatakan peserta didik mencapai ketuntasan dinamakan Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM). Salah satu fungsinya adalah sebagai acuan bagi pendidik dalam menilai kompetensi peserta didik sesuai kompetensi dasar mata pelajaran. Tiga aspek kriteria yang perlu dipertimbangkan yaitu kompleksitas, daya dukung, dan *intake* peserta didik.

Pembelajaran remedial merupakan pemberian perlakuan khusus terhadap peserta didik yang mengalami hambatan dalam kegiatan belajarnya. Pembelajaran pengayaan merupakan pembelajaran tambahan dengan tujuan untuk memberikan kesempatan pembelajaran baru bagi peserta didik yang memiliki kelebihan dalam kompetensi agar dapat mengoptimalkan perkembangan minat, bakat, dan kecakapannya.

## G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan soal latihan ini, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci jawaban yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 80%, silakan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran



berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 80%, sebaiknya Anda ulangi kembali kegiatan pembelajaran ini dengan semangat.

## KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS

### KUNCI JAWABAN

#### A. Kegiatan Pembelajaran 1

|       |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| No    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Kunci | D | A | A | D | A | B | B | A |

#### B. Kegiatan Pembelajaran 2

Jawaban dapat di sesuaikan dengan bacaan

Setelah Anda mencoba untuk mengerjakan soal latihan, silahkan Anda periksa apakah jawaban sudah sesuai dengan rubrik berikut. Perbaiki tugas agar memperoleh nilai yang Amat Baik

##### No 1. Pengolahan nilai sikap, pengetahuan dan keterampilan

| PERINGKAT          | NILAI              | KRITERIA  |
|--------------------|--------------------|---|
| Amat Baik<br>( AB) | $90 < AB \leq 100$ | 1. Terdapat identitas tugas.<br>2. Terdapat hasil identifikasi instrumen penilaian sesuai dengan karakteristik materi dengan KD<br>3. Terdapat contoh pengolahan nilai sikap sesuai dan contoh deskripsinya.<br>4. Terdapat contoh pengolahan nilai pengetahuan dan contoh deskripsinya<br>5. Terdapat contoh pengolahan nilai keterampilan dan contoh deskripsinya |
| Baik (B)           | $80 < B \leq 90$   | Ada 4 aspek sesuai dengan kriteria, 1 aspek kurang sesuai   |
| Cukup (C)          | $70 < C \leq 80$   | Ada 3 aspek sesuai dengan kriteria, 2 aspek kurang sesuai   |
| Kurang (K)         | $\leq 70$          | Ada 2 aspek sesuai dengan kriteria, 3 aspek kurang sesuai   |



## No 2. Menentukan KKM

| PERINGKAT          | NILAI              | KRITERIA  |
|--------------------|--------------------|---|
| Amat Baik<br>( AB) | $90 < AB \leq 100$ | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Terdapat identitas tugas.</li> <li>2. Terdapat KKM pada kolom kompleksitas</li> <li>3. Terdapat KKM pada kolom daya dukung</li> <li>4. Terdapat KKM pada kolom intake</li> <li>5. Terdapat rata-rata nilai KKM indikator</li> </ol> |
| Baik (B)           | $80 < B \leq 90$   | Ada 4 aspek sesuai dengan kriteria, 1 aspek kurang sesuai   |
| Cukup (C)          | $70 < C \leq 80$   | Ada 3 aspek sesuai dengan kriteria, 2 aspek kurang sesuai   |
| Kurang (K)         | $\leq 70$          | Ada 1 aspek sesuai dengan kriteria, 3 aspek kurang sesuai   |

## No 3. Merancang program Remedial dan Pengayaan

| PERINGKAT          | NILAI              | KRITERIA   |
|--------------------|--------------------|--|
| Amat Baik<br>( AB) | $90 < AB \leq 100$ | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Terdapat identitas tugas.</li> <li>2. Terdapat Data nilai ulangan harian Peserta didik</li> <li>3. Terdapat hasil identifikasi peserta didik yang akan diberikan remedial atau pengayaan</li> <li>4. Terdapat program remedial untuk peserta didik</li> <li>5. Terdapat program pengayaan untuk peserta didik</li> </ol> |
| Baik (B)           | $80 < B \leq 90$   | Ada 4 aspek sesuai dengan kriteria, 1 aspek kurang sesuai  |
| Cukup (C)          | $70 < C \leq 80$   | Ada 3 aspek sesuai dengan kriteria, 2 aspek kurang sesuai  |
| Kurang (K)         | $\leq 70$          | Ada 1 aspek sesuai dengan kriteria, 3 aspek kurang sesuai  |

## EVALUASI

1. Seorang guru menilai kompetensi sikap peserta didik dengan instrumen penilaian memuat tabel sebagai berikut.

| <b><u>Lembar Penilaian</u></b> |       |             |        |            |          |            |
|--------------------------------|-------|-------------|--------|------------|----------|------------|
| No                             | Nama  | Komunikatif | Santun | Demokratis | Proaktif | Keterangan |
| 1.                             | ..... |             |        |            |          |            |
| 2.                             |       |             |        |            |          |            |
| .....                          |       |             |        |            |          |            |

Guru tersebut mengisi kolom aspek perilaku diisi dengan angka yang sesuai dengan kriteria berikut: 4 = sangat baik, 3 = baik 2 = cukup 1 = kurang  
Tabel tersebut merupakan bagian dari instrumen....

- A. penilaian diri pada saat praktikum
  - B. observasi sikap pada saat praktikum
  - C. observasi sikap pada saat diskusi kelompok
  - D. penilaian antar peserta didik pada saat diskusi kelompok
2. Seorang guru kimia kelas X menulis soal materi Perhitungan Kimia sebagai berikut

20 mL gas  $\text{NH}_3$  bereaksi dengan 20 mL gas oksigen ( $\text{O}_2$ ) dengan reaksi:



Volum gas yang dihasilkan adalah . . .

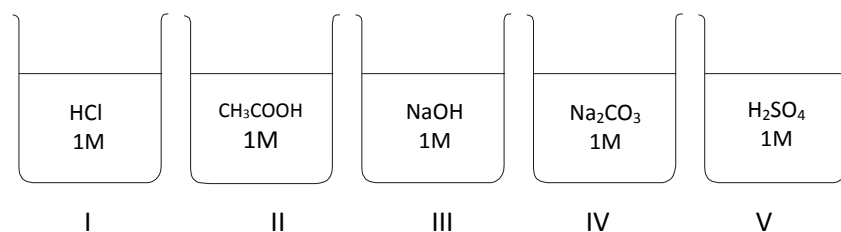
- A. 5 mL
- B. 7,5 mL
- C. 10 mL
- D. 15 mL

Ada satu kelemahan pada soal tersebut yaitu....



- A. volume kedua gas diketahui  
B. option diurut dari yang kecil ke yang besar  
C. koefisien reaksi sudah dicantumkan pada persamaan reaksi  
D. tidak menyebutkan tekanan pada saat reaksi berlangsung
3. Seorang guru kimia kelas XI membuat soal materi Hidrolisis sebagai berikut

Perhatikan volume, konsentrasi, sifat asam dan basa dari larutan pada gelas kimia berikut :



Jika dua buah larutan dicampurkan, campuran manakah yang akan menghasilkan garam yang terhidrolisis dan bersifat basa?

- A. I dan II  
B. II dan III  
C. II dan V  
D. IV dan V

Guru tersebut belum mencantumkan kunci jawaban yang tepat. Kunci jawaban yang tepat untuk soal tersebut adalah....

- A. I dan II      B. II dan V      C. II dan III      D. IV dan V

4. Perhatikan data penilaian pengetahuan seorang peserta didik bernama Nayla pada mata pelajaran Kimia kelas XI semester2

| No          | Nama  | KD   | Hasil Penilaian Harian |    |    |       | Penilaian Akhir Semester | Rerata (Pembulatan) |
|-------------|-------|------|------------------------|----|----|-------|--------------------------|---------------------|
|             |       |      | 1                      | 2  | 3  | ..... |                          |                     |
| 24          | Nayla | 3.10 | 75                     | 73 |    |       | 74                       | 74                  |
|             |       | 3.11 | 86                     |    |    |       | .....                    | .....               |
|             |       | 3.12 | 90                     | 88 | 80 |       | .....                    | .....               |
|             |       | 3.13 | 80                     | 83 |    |       | .....                    | .....               |
|             |       | 3.14 | 60                     | 70 |    |       | .....                    | .....               |
|             |       | 3.15 | 80                     | 87 |    |       | .....                    | .....               |
| Nilai Rapor |       |      |                        |    |    |       |                          | .....               |



Nilai Rapor Nayla pada semester 2 tersebut adalah....

- A. 79                      B. 81                      C. 80                      D. 82

5. Seorang guru kimia sedang mengolah penilaian kompetensi keterampilan. Data nilai praktik, produk dan proyek seorang peserta didiknya adalah sebagai berikut.

| KD  | Praktik |    | Produk | Proyek | Nilai Akhir (Pembulatan) |
|-----|---------|----|--------|--------|--------------------------|
| 4.1 |         |    | 80     |        | 80                       |
| 4.2 | 75      | 90 |        |        | 90                       |
| 4.3 |         |    | 75     | 83     | 79                       |
| 4.4 | 84      |    |        |        | 84                       |
| 4.5 |         |    | 88     |        | 88                       |

Nilai akhir untuk kompetensi keterampilan peserta didik tersebut adalah.....

- A. 80,4                      B. 82,8                      C. 83,6                      D. 84,2

6. Berikut ini data KKM untuk topik Sel Volta pada konsep reaksi Redoks

| Kompetensi Dasar/Indikator   | Kriteria Pencapaian Ketuntasan Belajar Siswa (KD/Indikator) |             |             | Kriteria Ketuntasan Minimal |              |
|--|---|-------------|-------------|-----------------------------|--------------|
|  | Komplek-Sitas   | Daya dukung | Intake      | Pengetahuan                 | Keterampilan |
| 3.3. Mengevaluasi gejala atau proses yang terjadi dalam contoh sel elektrokimia (sel volta dan sel elektrolisis) yang digunakan dalam kehidupan. |   |             |             |                             |              |
| - Menjelaskan pengertian deret Volta   | Rendah (80)   | Tinggi (85) | Sedang (70) | .....                       |              |
| - Menemukan urutan unsur unsur dalam Deret Volta berdasarkan data percobaan  | Tinggi (65)   | Rendah (60) | Sedang (70) |                             |              |
| - Membedakan sifat reduktor unsur-unsur dalam sel volta sesuai urutannya   | Sedang (70)   | Sedang (70) | Sedang (70) |                             |              |
| - Membuat poster deret Volta   | Sedang (70)   | Sedang (70) | Sedang (70) |                             |              |





Berdasarkan data KKM indikator, KKM untuk topik sel Volta pada KD tersebut adalah....

- A. 68                      B. 71                      C. 74                      D. 75

7. Suatu indikator dikatakan memiliki tingkat kompleksitas tinggi, apabila dalam pencapaiannya didukung oleh sekurang-kurangnya satu dari sejumlah kondisi sebagai berikut, kecuali...

- A. guru yang memahami dengan benar kompetensi yang harus dibelajarkan pada peserta didik;  
B. peserta didik yang cermat, kreatif dan inovatif dalam penyelesaian tugas/pekerjaan;  
C. tingkat kemampuan penalaran dan kecermatan yang tinggi agar peserta didik dapat mencapai ketuntasan belajar.  
D. sarana dan prasarana pendidikan yang sesuai dengan tuntutan kompetensi yang harus dicapai peserta didik

8. KKM pada konsep Asam basa adalah 72 Skor ulangan pada konsep asam basa tersebut direkap oleh seorang guru dengan data sebagai berikut.

| Nama    | Nilai           |            |                     |
|---------|-----------------|------------|---------------------|
|         | Teori Asam Basa | pH larutan | Titration Asam Basa |
| Ana     | 60              | 68         | 50                  |
| Ashanti | 60              | 50         | 50                  |
| Bela    | 75              | 75         | 80                  |
| Budi    | 90              | 75         | 80                  |
| Chika   | 55              | 50         | 65                  |
| Dian    | 90              | 90         | 95                  |
| Dodi    | 60              | 60         | 50                  |
| Ershi   | 90              | 80         | 80                  |
| .....   | .....           |            |                     |

Tindak lanjut yang harus dilakukan guru bagi peserta didik yang belum tuntas dikelas tersebut contohnya adalah....

- A. memberikan tugas mengerjakan soal ulangan lagi terhadap Ashanti dan Dodi



- B. melakukan *remedial teaching* terhadap Ana, Ashanti, Dodi dan Chika
  - C. memberikan ulangan lagi terhadap Ana dan Chika
  - D. memberikan pengayaan terhadap Diandan Ershi
9. Dengan memperhatikan pengertian dan prinsip pembelajaran remedial, remedial dapat diselenggarakan dengan kegiatan berikut ini, *kecuali*
- A. Mengkaji ulang pembelajaran yang lalu.
  - B. Memberikan tambahan penjelasan atau contoh
  - C. Membahas soal-soal tes hasil belajar sebelumnya
  - D. Menggunakan strategi pembelajaran yang berbeda dengan sebelumnya
10. Sebelum pelaksanaan pembelajaran pengayaan, dilakukan lebih dahulu identifikasi kemampuan peserta didik, jika seorang peserta didik banyak bertanya dan menyelidiki, ini merupakan tanda bahwa seorang peserta didik memiliki tingkat kelebihan belajar ....
- A. belajar lebih cepat
  - B. menyimpan informasi lebih mudah
  - C. keingintahuan yang tinggi
  - D. superior dalam berpikir abstrak

## PENUTUP

Modul Pedagogik Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) Guru melalui Peningkatan Kompetensi Mata Pelajaran Kimia Kelompok Kompetensi G yang berjudul Pengembangan Instrumen Penilaian disiapkan untuk guru pada kegiatan diklat baik secara mandiri maupun tatap muka di lembaga pelatihan atau di MGMP. Materi modul disusun sesuai dengan kompetensi pedagogik yang harus dicapai guru pada Kelompok Kompetensi G. Guru dapat belajar dan melakukan kegiatan diklat ini sesuai dengan rambu-rambu/instruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, eksperimen, latihan dsb. Modul ini juga mengarahkan dan membimbing peserta diklat dan para fasilitator untuk menciptakan proses kolaborasi belajar dan berlatih dalam pelaksanaan diklat.

Untuk pencapaian kompetensi pada Kelompok Kompetensi G ini, guru diharapkan secara aktif menggali informasi, memecahkan masalah dan berlatih soal-soal evaluasi yang tersedia pada modul.

Isi modul ini masih dalam penyempurnaan, masukan-masukan atau perbaikan terhadap isi modul sangat kami harapkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Zainal. 2009. **Evaluasi Pembelajaran**. Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- Arikunto, Suharsimi. 2012. **Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan**. Jakarta : Bumi Aksara
- Chua S. 2000. **Chemistry MCQ with HELPS, GCE 'A'LEVEL**. Singapore. Redspot
- Kemdikbud. 2016. **Permendikbud No. 23 Tahun 2016 Tentang Standar Penilaian Pendidikan** .Jakarta: Puskurbuk
- Kemdikbud. 2016. **Permendikbud No. 24 Tahun 2016 tentang Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Pelajaran Pada Kurikulum 2013 pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah**. Jakarta: Puskurbuk
- Kemdikbud. 2016. **Panduan Penilaian Oleh Pendidik dan Satuan Pendidikan untuk Sekolah Menengah** , Jakarta: Direktorat Jenderal
- Kemdiknas. 2007. **Permendikas No. 16 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru**. Jakarta: Kementerian Pendidikan Nasional
- Kemdikbud. 2015. **Panduan Penilaian Untuk Sekolah Menengah Atas** .Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah
- Poppy K. Devi. 2015. **Modul Pelatihan Implementasi Kurikulum 2013. Mata Pelajaran Kimia tahun 2015**. Pusbangprodik, Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
- Surapranata, Sumarna. 2004. **Panduan Penulisan Tes Tertulis Implementasi Kurikulum 2004**. Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- Surapranata, Sumarna. 2004. **Penilaian Portofolio Implementasi Kurikulum 2004**. Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- Tim Pengembang . 2013. **Modul Implementasi Kurikulum 2013 Mata Pelajaran Kimia**. Jakarta. Pusbangprodik



### Pustaka Internet

Nuryani\_Rustaman, Assessment Pendidikan, 2013

[http://file.upi.edu/Direktori/SPS/PRODI.PENDIDIKAN\\_IPA/195012311979032-NURYANI\\_RUSTAMAN/Asesmen\\_pondidikan\\_IPA.pdf](http://file.upi.edu/Direktori/SPS/PRODI.PENDIDIKAN_IPA/195012311979032-NURYANI_RUSTAMAN/Asesmen_pondidikan_IPA.pdf)

## GLOSARIUM

|                                 |   |   |
|---------------------------------|---|---|
| Indikator Pencapaian Kompetensi | : | <ul style="list-style-type: none"> <li>- perilaku yang dapat diukur dan/atau diobservasi untuk kompetensi dasar (KD) pada kompetensi inti (KI)-3 dan KI-4;</li> <li>- perilaku yang dapat diobservasi untuk disimpulkan sebagai pemenuhan KD pada KI-1 dan KI-2, yang kedua-duanya menjadi acuan penilaian mata pelajaran.</li> </ul> |
| Kompetensi Dasar                | : | kemampuan dan muatan pembelajaran untuk suatu mata pelajaran pada Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah yang mengacu pada Kompetensi Inti.  |
| Kompetensi Inti                 | : | merupakan tingkat kemampuan untuk mencapai Standar Kompetensi Lulusan yang harus dimiliki seorang peserta didik Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah pada setiap tingkat kelas.  |
| Kurikulum                       | : | seperangkat rencana dan pengaturan mengenai tujuan, isi, dan bahan pelajaran serta cara yang digunakan sebagai pedoman penyelenggaraan kegiatan pembelajaran untuk mencapai tujuan pendidikan tertentu  |
| Penilaian                       | : | proses pengumpulan dan pengolahan informasi untuk mengukur pencapaian hasil belajar peserta didik.  |
| Prinsip                         | : | suatu pernyataan fundamental atau kebenaran umum maupun individual yang dijadikan oleh seseorang /kelompok sebagai sebuah pedoman untuk berpikir atau bertindak   |
| Portofolio                      | : | Kumpulan karya-karya peserta didik dalam bidang tertentu yang diorganisasikan untuk mengetahui minat, perkembangan, prestasi, dan/atau kreativitas peserta didik dalam kurun waktu tertentu.  |

## LAMPIRAN

### INSTRUMEN TELAAH SOAL HOTS BENTUK TES PILIHAN GANDA

Nama Pengembang Soal : .....  
Mata Pelajaran : .....  
Kls/Prog/Peminatan : .....

| No.                  | Aspek yang ditelaah  | Butir Soal |   |   |   |   |
|----------------------|--|------------|---|---|---|---|
|                      |  | 1          | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>A. Materi</b>     |  |            |   |   |   |   |
| 1.                   | Soal sesuai dengan indikator.  |            |   |   |   |   |
| 2.                   | Soal tidak mengandung unsur SARAPPPK (Suku, Agama, Ras, Anatar golongan, Pornografi, Politik, Propaganda, dan Kekerasan).                                    |            |   |   |   |   |
| 3.                   | Soal menggunakan stimulus yang menarik (baru, mendorong peserta didik untuk membaca).  |            |   |   |   |   |
| 4.                   | Soal menggunakan stimulus yang kontekstual (gambar/grafik, teks, visualisasi, dll, sesuai dengan dunia nyata)*   |            |   |   |   |   |
| 5.                   | Soal mengukur level kognitif penalaran (menganalisis, mengevaluasi, mencipta). Sebelum menentukan pilihan, peserta didik melakukan tahapan-tahapan tertentu. |            |   |   |   |   |
| 6.                   | Jawaban tersirat pada stimulus.  |            |   |   |   |   |
| 7.                   | Pilihan jawaban homogen dan logis.   |            |   |   |   |   |
| 8.                   | Setiap soal hanya ada satu jawaban yang benar.   |            |   |   |   |   |
| <b>B. Konstruksi</b> |  |            |   |   |   |   |
| 8.                   | Pokok soal dirumuskan dengan singkat, jelas, dan tegas.  |            |   |   |   |   |
| 9.                   | Rumusan pokok soal dan pilihan jawaban merupakan pernyataan yang diperlukan saja.  |            |   |   |   |   |
| 10.                  | Pokok soal tidak memberi petunjuk ke kunci jawaban.  |            |   |   |   |   |
| 11.                  | Pokok soal bebas dari pernyataan yang bersifat negatif ganda.  |            |   |   |   |   |
| 12.                  | Gambar, grafik, tabel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi.   |            |   |   |   |   |
| 13.                  | Panjang pilihan jawaban relatif sama.  |            |   |   |   |   |
| 14.                  | Pilihan jawaban tidak menggunakan pernyataan "semua jawaban di atas salah" atau "semua jawaban di atas benar" dan sejenisnya.                                |            |   |   |   |   |
| 15.                  | Pilihan jawaban yang berbentuk angka/waktu disusun berdasarkan urutan besar kecilnya angka atau kronologisnya.   |            |   |   |   |   |
| 16.                  | Butir soal tidak bergantung pada jawaban soal lain.  |            |   |   |   |   |
| <b>C. Bahasa</b>     |  |            |   |   |   |   |
| 17.                  | Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia, untuk bahasa daerah dan bahasa asing sesuai kaidahnya.  |            |   |   |   |   |
| 18.                  | Tidak menggunakan bahasa yang berlaku setempat/tabu.   |            |   |   |   |   |
| 19.                  | Soal menggunakan kalimat yang komunikatif.   |            |   |   |   |   |
| 20.                  | Pilihan jawaban tidak mengulang kata/kelompok kata yang sama, kecuali merupakan satu kesatuan pengertian.  |            |   |   |   |   |



\*) Khusus mata pelajaran bahasa dapat menggunakan teks yang tidak kontekstual (fiksi, karangan, dan sejenisnya).

\*\*) Pada kolom nomor soal diisikan tanda silang (X) bila soal tersebut tidak memenuhi kaidah.

.....  
Penelaah

.....  
NIP.





## INSTRUMEN TELAAH SOAL *HOTS* BENTUK TES URAIAN

Nama Pengembang Soal : .....  
Mata Pelajaran : .....  
Kls/Prog/Peminatan : .....

| No.                  | Aspek yang ditelaah  | Butir Soal |   |   |   |   |
|----------------------|--|------------|---|---|---|---|
|                      |  | 1          | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>A. Materi</b>     |  |            |   |   |   |   |
| 1.                   | Soal sesuai dengan indikator (menuntut tes tertulis untuk bentuk Uraian).  |            |   |   |   |   |
| 2.                   | Soal tidak mengandung unsur SARAPPPK (Suku, Agama, Ras, Anatargolongan, Pornografi, Politik, Propopaganda, dan Kekerasan).                                   |            |   |   |   |   |
| 3.                   | Soal menggunakan stimulus yang menarik (baru, mendorong peserta didik untuk membaca).  |            |   |   |   |   |
| 4.                   | Soal menggunakan stimulus yang kontekstual (gambar/grafik, teks, visualisasi, dll, sesuai dengan dunia nyata)*   |            |   |   |   |   |
| 5.                   | Soal mengukur level kognitif penalaran (menganalisis, mengevaluasi, mencipta). Sebelum menentukan pilihan, peserta didik melakukan tahapan-tahapan tertentu. |            |   |   |   |   |
| 6.                   | Jawaban tersirat pada stimulus.  |            |   |   |   |   |
| <b>B. Konstruksi</b> |  |            |   |   |   |   |
| 6.                   | Rumusan kalimat soal atau pertanyaan menggunakan kata-kata tanya atau perintah yang menuntut jawaban terurai.  |            |   |   |   |   |
| 7.                   | Memuat petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal.  |            |   |   |   |   |
| 8.                   | Ada pedoman penskoran/rubrik sesuai dengan kriteria/kalimat yang mengandung kata kunci.  |            |   |   |   |   |
| 9.                   | Gambar, grafik, tabel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi.   |            |   |   |   |   |
| 10.                  | Butir soal tidak bergantung pada jawaban soal lain.  |            |   |   |   |   |
| <b>C. Bahasa</b>     |  |            |   |   |   |   |
| 11.                  | Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia, untuk bahasa daerah dan bahasa asing sesuai kaidahnya.  |            |   |   |   |   |
| 12.                  | Tidak menggunakan bahasa yang berlaku setempat/tabu.   |            |   |   |   |   |
| 13.                  | Soal menggunakan kalimat yang komunikatif.   |            |   |   |   |   |

\*) Khusus mata pelajaran bahasa dapat menggunakan teks yang tidak kontekstual (fiksi, karangan, dan sejenisnya).

\*\*) Pada kolom nomor soal diisikan tanda silang (X) bila soal tersebut tidak memenuhi kaidah.

.....  
Penelaah

.....  
NIP.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN  
PUSAT PENILAIAN PENDIDIKAN

KARTU SOAL

Tahun Pelajaran \_\_\_\_\_

Provinsi/Kota/Kabupaten : .....

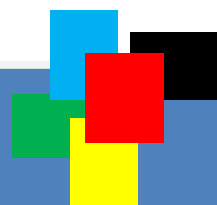
Program Studi : .....  
Mata Pelajaran : .....  
Kelas : .....  
Kurikulum : KTSP-2006 / K-2013

Nama Penulis Soal : Satuan Kerja :  
1. ....  
2. ....

|                       |                         |                           |                          |                          |
|-----------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| KD – Kompetensi Dasar | Buku Acuan / Referensi: | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|                       |                         | Pengetahuan/<br>Pemahaman | Aplikasi                 | Penalaran                |
|                       | Deskripsi Soal          |                           |                          |                          |
|                       | No. Soal                |                           |                          |                          |
|                       | Kunci Jawaban           |                           |                          |                          |
|                       |                         |                           |                          |                          |
| Konten/Materi         |                         |                           |                          |                          |
| Indikator Soal        |                         |                           |                          |                          |



## PEMBAHASAN





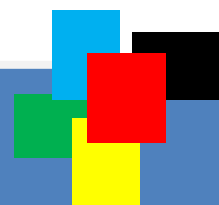
**KISI-KISI UJIAN SEKOLAH BERSTANDAR NASIONAL  
SEKOLAH MENENGAH ATAS / MADRASAH ALIYAH  
KURIKULUM 2006 TAHUN PELAJARAN 2016/2017**

**MATA PELAJARAN: KIMIA**

| No | Level Kognitif   | Kimia Dasar   | Kimia Analisis  | Kimia Fisik  | Kimia Organik  | Kimia Anorganik  |
|----|--|---|---|--|--|--|
| 1  | <b>Pengetahuan dan pemahaman</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Membuat daftar/list</li> <li>Mendeskrripsikan/ describe</li> <li>Membuat tabulasi</li> <li>Memakai</li> <li>Merangkum</li> <li>Menginterpretasi</li> <li>Memprediksi/</li> <li>Menentukan</li> <li>Mengeksekusi</li> </ul> | Siswa mampu memahami dan menguasai pengetahuan mengenai struktur atom, sistem periodik unsur, ikatan kimia (jenis ikatan), tata nama senyawa (anorganik dan organik), persamaan reaksi sederhana, dan hukum-hukum dasar kimia | Siswa mampu memahami dan menguasai pengetahuan mengenai larutan (non)-elektrolit, asam-basa (sifat asam-basa, reaksi netralisasi, pH asam-basa), stoikiometri larutan, larutan penyangga, hidrolisis garam, Ksp (bisa dalam kehidupan sehari-hari/industri) | Siswa mampu memahami dan menguasai pengetahuan mengenai termokimia, laju reaksi, kesetimbangan kimia, ikatan kimia (bentuk molekul), gaya antar molekul, koloid, dan sifat koligatif larutan, reaksi redoks dan elektrokimia (bisa dalam kehidupan sehari-hari/industri) | Siswa mampu memahami dan menguasai pengetahuan mengenai senyawa karbon (hidrokarbon), minyak bumi, dan makromolekul, polimer, karbohidrat dan protein, serta cara analisis kuantitatifnya, lemak-minyak (bisa dalam kehidupan sehari-hari/ industri) | Siswa mampu memahami dan menguasai pengetahuan mengenai ikatan kimia (kristal dan sifat-sifat fisiknya), Senyawa kompleks, unsur-unsur kimia yang terdapat di alam (termasuk unsur radioaktif), sifatnya, manfaatnya, kereaktifannya, produksinya (bisa dalam kehidupan sehari-hari/ industri) |
| 2  | <b>Aplikasi</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mengklasifikasi</li> <li>Bereksperimen (data)</li> <li>Menghitung</li> <li>Mengontrstrak</li> </ul>   | Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman mengenai struktur atom, sistem periodik unsur, ikatan kimia (jenis ikatan),   | Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman mengenai larutan (non)-elektrolit, asam-basa sifat asam-basa, reaksi netralisasi, pH asam-basa), stoikiometri larutan,  | Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman mengenai termokimia, laju reaksi, kesetimbangan kimia, ikatan kimia, (bentuk molekul), gaya antar  | Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman mengenai senyawa karbon (hidrokarbon), minyak bumi, dan makromolekul: polimer, karbohidrat dan protein serta cara analisis   | Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman mengenai ikatan kimia (kristal dan sifat-sifatnya), Senyawa kompleks, , unsur-unsur  |
|    |  | Tata nama senyawa anorganik dan organik), persamaan reaksi sederhana, dan hukum-hukum dasar kimia   | larutan penyangga, hidrolisis garam, Ksp (bisa dalam kehidupan sehari-hari/industri)  | molekul, koloid, dan sifat koligatif larutan, reaksi redoks dan elektrokimia (bisa dalam kehidupan sehari-hari/industri)   | kualitatifnya, lemak-minyak (bisa dalam kehidupan sehari-hari/industri)  | kimia yang terdapat di alam (termasuk unsur radioaktif), sifatnya, manfaatnya, kereaktifannya, produksinya (bisa dalam kehidupan sehari-hari/ industri)  |



| No | Level Kognitif   | Kimia Dasar   | Kimia Analisis  | Kimia Fisik  | Kimia Organik  | Kimia Anorganik   |
|----|--|---|---|--|--|---|
| 3  | Penalaran<br><input type="checkbox"/> Mengurutkan/order<br><input type="checkbox"/> Menjelaskan<br><input type="checkbox"/> Membedakan<br><input type="checkbox"/> Mendapatkan<br><input type="checkbox"/> Mengurutkan/rank<br><input type="checkbox"/> Menilai/menguji<br><input type="checkbox"/> Menyimpulkan<br><input type="checkbox"/> Bertindak<br><input type="checkbox"/> Menggabungkan<br><input type="checkbox"/> Merencanakan<br><input type="checkbox"/> Menyusun<br><input type="checkbox"/> Mengaktualisasi | Siswa mampu menggunakan nalar dalam hal struktur atom, sistem periodik unsur, ikatan kimia (jenis ikatan), tata nama senyawa (anorganik dan organik), persamaan reaksi sederhana, dan hukum-hukum dasar kimia | Siswa mampu menggunakan nalar dalam hal asam-basa (sifat asam-basa, reaksi netralisasi, pH asam-basa), stoikiometri larutan, larutan penyangga, hidrolisis garam, Ksp (bisa dalam kehidupan sehari-hari/industri) | Siswa mampu menggunakan nalar dalam hal termokimia, laju reaksi, kesetimbangan kimia, ikatan kimia (bentuk molekul), gaya antar molekul, koloid, dan sifat koligatif larutan, reaksi redoks dan elektrokimia (bisa dalam kehidupan sehari-hari/industri) | Siswa mampu menggunakan nalar dan logika dalam hal senyawa karbon (hidrokarbon), minyak bumi, dan makromolekul, polimer, karbohidrat dan protein, serta cara analisis kualitatifnya, lemakminyak (bisa dalam kehidupan sehari-hari/industri) | Siswa mampu menggunakan nalar dalam hal ikatan kimia (kristal dan sifat-sifat fisiknya), Senyawa kompleks, unsur-unsur kimia yang terdapat di alam (termasuk unsur radioaktif), sifatnya, manfaatnya, kereaktifannya, produksinya (bisa dalam kehidupan sehari-hari/industri) |





**KISI-KISI UJIAN SEKOLAH BERSTANDAR NASIONAL  
SEKOLAH MENENGAH ATAS / MADRASAH ALIYAH  
KURIKULUM 2013 TAHUN PELAJARAN 2016/2017**

**MATA PELAJARAN: KIMIA**

| No | Level Kognitif  | Kimia Dasar   | Kimia Analisis  | Kimia Fisik  | Kimia Organik   | Kimia Anorganik  |
|----|---|---|---|--|---|--|
| 1  | <b>Pengetahuan dan pemahaman</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Membuat daftar/list</li> <li>Mendeskripsikan/ describe</li> <li>Membuat tabulasi</li> <li>Memakai</li> <li>Merangkum</li> <li>Menginterpretasi</li> <li>Memprediksi/</li> <li>Menentukan</li> <li>Mengeksekusi</li> </ul> | Siswa mampu memahami dan menguasai pengetahuan mengenai struktur atom, sistem periodik unsur, ikatan kimia (jenis ikatan), tata nama senyawa (anorganik dan organik), persamaan reaksi sederhana, dan hukum-hukum dasar kimia | Siswa mampu memahami dan menguasai pengetahuan mengenai larutan (non)-elektrolit, asam-basa (sifat asam-basa, reaksi netralisasi, pH asam-basa), stoikiometri larutan, larutan penyangga, hidrolisis garam, Ksp (bisa dalam kehidupan sehari-hari/industri) | Siswa mampu memahami dan menguasai pengetahuan mengenai termokimia, laju reaksi, kesetimbangan kimia, ikatan kimia (bentuk molekul), gaya antar molekul, koloid, dan sifat koligatif larutan, reaksi redoks dan elektrokimia (bisa dalam kehidupan sehari-hari/industri) | Siswa mampu memahami dan menguasai pengetahuan mengenai senyawa karbon (hidrokarbon), minyak bumi, dan makromolekul, polimer, karbohidrat dan protein, serta cara analisis kuantitatifnya, lemak, minyak (bisa dalam kehidupan sehari-hari/ industri) | Siswa mampu memahami dan menguasai pengetahuan mengenai ikatan kimia (kristal dan sifat-sifat fisiknya), unsur-unsur kimia yang terdapat di alam, sifatnya manfaatnya kereaktifannya, produksinya (bisa dalam kehidupan sehari-hari/ industri) |
| 2  | <b>Aplikasi</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mengklasifikasi</li> <li>Bereksperimen</li> <li>(data)</li> <li>Menghitung</li> <li>Mengontrstrak</li> <li>Menentukan</li> </ul>   | Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman mengenai struktur atom, sistem periodik unsur, ikatan kimia (jenis ikatan), tata nama senyawa   | Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman mengenai larutan (non)-elektrolit, asam-basa sifat asam-basa, reaksi netralisasi, pH asam-basa), stoikiometri larutan, larutan penyangga,   | Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman mengenai termokimia, laju reaksi, kesetimbangan kimia, ikatan kimia, (bentuk molekul), gaya antar molekul, koloid, dan sifat koligatif larutan,  | Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman mengenai senyawa karbon (hidrokarbon), minyak bumi, dan makromolekul: polimer, karbohidrat dan protein serta cara analisis kualitatifnya, lemak-minyak  | Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman mengenai ikatan kimia (kristal dan sifat-sifatnya), unsur- unsur kimia yang terdapat di alam   |



## KISI-KISI PENULISAN SOAL TES PRESTASI AKADEMIK

### A. Kurikulum 2006

Jenis Sekolah : SMA

Mata Pelajaran : Kimia

| No. Urut | Standar Kompetensi | Kompetensi Dasar | Bahan Kelas | Materi | Indikator | Bentuk Soal                        |
|----------|--------------------|------------------|-------------|--------|-----------|------------------------------------|
| 1        |                    |                  |             |        |           | PG Level Pengetahuan dan Pemahaman |
| 2        |                    |                  |             |        |           | PG Level Aplikasi                  |
| 3        |                    |                  |             |        |           | PG Level Penalaran                 |

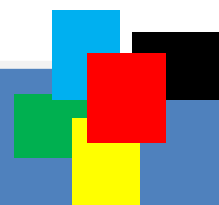
### B. Kurikulum 2013

Jenis Sekolah : SMA

Mata Pelajaran : Kimia

| No. Urut | Kompetensi Dasar | Bahan Kelas | Materi | Indikator | Bentuk Soal                        |
|----------|------------------|-------------|--------|-----------|------------------------------------|
| 1        |                  |             |        |           | PG Level Pengetahuan dan Pemahaman |
| 2        |                  |             |        |           | PG Level Aplikasi                  |
| 3        |                  |             |        |           | PG Level Penalaran                 |

1. Berdasarkan kisi-kisi diatas, buatlah soal UN/USBN pada lingkup materi yang dipelajari pada modul ini.
2. Kembangkan soal-soal yang sesuai dengan konsep HOTS.
3. Kembangkan soal Pilhan Ganda (PG) sebanyak 3 Soal
4. Kembangkan soal uraian (Essay) sebanyak 3 Soal.





### Kartu Soal Pilihan Berganda (PG)

| KARTU SOAL                 |                                 |
|----------------------------|---------------------------------|
| Jenjang                    | : Sekolah Menengah Atas (SMA)   |
| Mata Pelajaran             | : Kimia                         |
| Kelas                      | : XII                           |
| Kompetensi                 | : Alkohol, Eter, dan Haloalkana |
| Level                      | : Pengetahuan dan Pemahaman     |
| Materi                     | : Pengukuran                    |
| Bentuk Soal                | : Pilihan Ganda                 |
| BAGIAN SOAL DISINI         |                                 |
| Kunci Jawaban/Pembahasan : |                                 |





## Kartu Soal Bentuk Uraian

### KARTU SOAL (URAIAN)

Mata Pelajaran : .Kimia  
Kelas/Semester : XII/I  
Kurikulum :2006/ 2013

Kompetensi Dasar :  
Materi : Alkohol, eter, dan Halo Alkana  
Indikator Soal :  
Level Kognitif :

BAGIAN SOAL DISINI

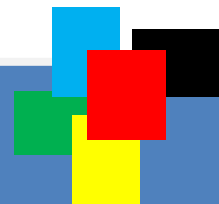
### PEDOMAN PENSKORAN

| No. | Uraian Jawaban/Kata Kunci | Skor |
|-----|---------------------------|------|
|     |                           |      |
|     |                           |      |
|     |                           |      |
|     |                           |      |
|     |                           |      |
|     | Total Skor                |      |

#### Keterangan:

Soal ini termasuk soal HOTS karena:

1. ....
2. ....





# MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN KIMIA SMA

TERINTEGRASI  
PENGUATAN PENDIDIKAN KARAKTER

KELOMPOK KOMPETENSI G

## SIFAT KOLIGATIF, KIMIA UNSUR PERIODE 3, BENZENA DAN TURUNANNYA

■ Drs. Mamat Supriatna, M.Pd., dkk.



Pusat Pengembangan Dan Pemberdayaan Pendidik  
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)  
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN  
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN



# **MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN**

**MATA PELAJARAN KIMIA  
SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)**

## **SIFAT KOLIGATIF, KIMIA UNSUR PERIODE 3, BENZENA DAN TURUNANNYA**

**Penulis :**

**Drs. Mamat Supriatna, M.Pd dkk**



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik  
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**  
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN  
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
Tahun 2017

# **MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN**

**MATA PELAJARAN KIMIA  
SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)**

**KELOMPOK KOMPETENSI G**

## **SIFAT KOLIGATIF, KIMIA UNSUR PERIODE 3, BENZENA DAN TURUNANNYA**

Penanggung Jawab

***Dr. Sediono Abdullah, M.Si.***

Penyusun

|  |                           |                                      |
|--|---------------------------|--------------------------------------|
| <b><i>Drs. Mamat Supriatna, M.Pd.</i></b>    | <b><i>022-4231191</i></b> | <b><i>ms_p4tkipa@yahoo.co.id</i></b> |
| <b><i>Yayu Sri Rahayu, S.Si, M.Pkim.</i></b> | <b><i>022-4231191</i></b> | <b><i>yayusrrhy@gmail.com</i></b>    |
| <b><i>Aritta Megadomani, S.Si, M.Pd.</i></b> | <b><i>022-4231191</i></b> | <b><i>rithablue@gmail.com</i></b>    |

Penyunting

***Dr. Indrawati, M.Pd.***

Penelaah

***I Nyoman Marsih, Ph.D.***

***Ali Munawar, M.Pd.***

Penata Letak

***Dima Noor Ziehad.***

Copyright © 2017

*Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Ilmu  
Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA),  
Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

*Dilarang menggandakan sebagian atau keseluruhan isi buku ini untuk kepentingan komersial  
tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan*

## KATA SAMBUTAN

Peran guru profesional dalam proses pembelajaran sangat penting sebagai kunci keberhasilan belajar siswa. Guru profesional adalah guru yang kompeten membangun proses pembelajaran yang baik sehingga dapat menghasilkan pendidikan yang berkualitas dan berkarakter prima. Hal tersebut menjadikan guru sebagai komponen yang menjadi fokus perhatian pemerintah pusat maupun pemerintah daerah dalam peningkatan mutu pendidikan terutama menyangkut kompetensi guru.

Pengembangan profesionalitas guru melalui Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan merupakan upaya Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan melalui Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan dalam upaya peningkatan kompetensi guru. Sejalan dengan hal tersebut, pemetaan kompetensi guru telah dilakukan melalui Uji Kompetensi Guru (UKG) untuk kompetensi pedagogik dan profesional pada akhir tahun 2015. Hasil UKG menunjukkan peta profil yang menunjukkan kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan pedagogik dan profesional. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan guru paska UKG pada tahun 2016 dan akan dilanjutkan pada tahun 2017 ini dengan Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan bagi Guru. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kompetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan bagi Guru dilaksanakan melalui tiga moda, yaitu: 1) Moda Tatap Muka, 2) Moda Daring Murni (*online*), dan 3) Moda Daring Kombinasi (kombinasi antara tatap muka dengan daring).



Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK), Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan Perikanan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LP3TK KPTK) dan Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Kepala Sekolah (LP2KS) merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Direktorat Jenderal.

Guru dan Tenaga Kependidikan yang bertanggung jawab dalam mengembangkan perangkat dan melaksanakan peningkatan kompetensi guru sesuai bidangnya. Adapun perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut adalah modul Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan bagi Guru moda tatap muka dan moda daring untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru. Mari kita sukseskan Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan ini untuk mewujudkan Guru Mulia Karena Karya.

Jakarta, Maret 2017

Direktur Jenderal

Guru dan Tenaga Kependidikan

**Sumarna Surapranata, Ph.D**

NIP. 195908011985032001



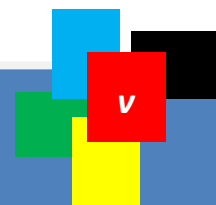
## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke Hadirat Allah SWT atas selesainya Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) mata pelajaran Fisika SMA, Kimia SMA dan Biologi SMA. Modul ini merupakan model bahan belajar (*Learning Material*) yang dapat digunakan guru untuk belajar mandiri, fleksibel dan pro-aktif, sesuai kondisi dan kebutuhan penguatan kompetensi yang ditetapkan dalam Standar Kompetensi Guru.

Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan yang merupakan salah satu program PPPPTK IPA ini disusun dalam rangka fasilitasi program peningkatan kompetensi guru pasca UKG yang telah diselenggarakan oleh Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan. Materi modul dikembangkan berdasarkan Standar Kompetensi Guru sesuai Peraturan Menteri Pendidikan Nasional nomor 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru yang dijabarkan menjadi Indikator Pencapaian Kompetensi Guru.

Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan ini dibuat untuk masing-masing mata pelajaran yang dijabarkan ke dalam 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Materi pada masing-masing modul kelompok kompetensi berisi materi kompetensi pedagogik dan kompetensi profesional guru mata pelajaran, uraian materi, tugas, dan kegiatan pembelajaran, serta diakhiri dengan evaluasi dan uji diri untuk mengetahui ketuntasan belajar. Bahan pengayaan dan pendalaman materi dimasukkan pada beberapa modul untuk mengakomodasi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta kegunaan dan aplikasinya dalam pembelajaran maupun kehidupan sehari-hari.

Penyempurnaan modul ini telah dilakukan secara terpadu dengan mengintegrasikan penguatan pendidikan karakter dan kebutuhan penilaian





peserta didik di sekolah dan ujian yang berstandar nasional. Hasil dari integrasi tersebut telah dijabarkan dalam bagian-bagian modul yang terpadu, sesuai materi yang relevan.

Modul ini telah ditelaah dan direvisi oleh tim, baik internal maupun eksternal (praktisi, pakar dan para pengguna). Namun demikian, kami masih berharap kepada para penelaah dan pengguna untuk selalu memberikan masukan dan penyempurnaan sesuai kebutuhan dan perkembangan ilmu pengetahuan teknologi terkini.

Besar harapan kami kiranya kritik, saran, dan masukan untuk lebih menyempurnakan isi materi serta sistematika modul dapat disampaikan ke PPPPTK IPA untuk perbaikan edisi yang akan datang. Masukan-masukan dapat dikirimkan melalui email para penyusun modul atau email [p4tkipa@yahoo.com](mailto:p4tkipa@yahoo.com).

Akhirnya kami menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada para pengarah dari jajaran Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, Manajemen, Widyaiswara dan Staf PPPPTK IPA, Dosen dan Guru yang telah berpartisipasi dalam penyelesaian modul ini. Semoga peran serta dan kontribusi Bapak dan Ibu semuanya dapat memberikan nilai tambah dan manfaat dalam peningkatan Kompetensi Guru IPA di Indonesia.

Bandung, April 2017

Kepala PPPPTK IPA,

**Dr. Sediono, M.Si.**

NIP. 195909021983031002



## DAFTAR ISI

|                                    | Hal      |
|------------------------------------|----------|
| KATA SAMBUTAN                      | iii      |
| KATA PENGANTAR                     | v        |
| DAFTAR ISI                         | vii      |
| DAFTAR TABEL                       | ix       |
| DAFTAR GAMBAR                      | x        |
| <b>PENDAHULUAN</b>                 | <b>1</b> |
| A. Latar Belakang                  | 1        |
| B. Tujuan                          | 2        |
| C. Peta Kompetensi                 | 2        |
| D. Ruang Lingkup                   | 3        |
| E. Cara Penggunaan Modul           | 4        |
| <b>KEGIATAN PEMBELAJARAN</b>       | <b>8</b> |
| I. SIFAT KOLIGATIF LARUTAN         | 8        |
| A. Tujuan                          | 9        |
| B. Indikator Pencapaian Kompetensi | 9        |
| C. Uraian Materi                   | 10       |
| D. Aktivitas Pembelajaran          | 30       |
| E. Latihan/Kasus/Tugas             | 38       |
| F. Rangkuman                       | 42       |
| G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut   | 43       |
| II. KIMIA UNSUR PERIODE KETIGA     | 44       |
| A. Tujuan                          | 45       |
| B. Indikator Pencapaian Kompetensi | 45       |
| C. Uraian Materi                   | 45       |

viii



## DAFTAR TABEL

|            |  | Hal |
|------------|--|-----|
| Tabel 1    | Kompetensi Guru Mapel dan Indikator Pencapaian Kompetensi                | 3   |
| Tabel 1.1  | Konstanta kenaikan titik didih molal untuk beberapa cairan yang umum     | 17  |
| Tabel 1.2  | Data konstanta penurunan titik beku molal dari beberapa cairan yang umum | 21  |
| Tabel 2.1  | Sifat logam dan non logam unsur periode ke-3                             | 46  |
| Tabel 2.2  | Konfigurasi elektron unsur-unsur periode ketiga                          | 46  |
| Tabel 2.3  | Jari-jari atom dan energi ionisasi unsur periode ketiga                  | 47  |
| Tabel 2.4  | Potensial Elektrode Standar ( $E^\circ$ ) Unsur Periode Ketiga           | 48  |
| Tabel 2.5  | Rumus Oksida dari unsur periode ketiga                                   | 49  |
| Tabel 2.6  | Beberapa sifat oksida unsur-unsur periode ketiga                         | 49  |
| Tabel 2.7  | Rumus hidroksida unsur periode ketiga                                    | 51  |
| Tabel 2.8  | Sifat Fisis dan Kimia Unsur Aluminium                                    | 54  |
| Tabel 2.9  | Sifat fisis dan kimia fosfor   | 58  |
| Tabel 2.10 | Sifat Fisis dan Kimia Belerang   | 60  |
| Tabel 3.1  | Beberapa nama trivial benzena monosubstitusi                             | 78  |
| Tabel 3.2  | Titik leleh, titik didih, serta kelarutan benzena dan turunannya.        | 78  |
| Tabel 3.3  | nilai $pK_a$ benzena dan beberapa senyawa turunannya                     | 79  |
| Tabel 3.4  | Perbedaan senyawa alkohol dan fenol                                      | 80  |
| Tabel 3.5  | Orientasi dan Kecepatan Hasil Nitrasi pada Benzena Bersubstituen Tunggal | 83  |
| Tabel 3.6  | Substituen pengarah meta yang selalu mendeaktifkan                       | 84  |
| Tabel 3.7  | Kegunaan Benzena dan turunannya  | 89  |



## DAFTAR GAMBAR

|            |   | Hal |
|------------|---|-----|
| Gambar 1   | Alur Model Pembelajaran Tatap Muka  | 4   |
| Gambar 2   | Alur Cara Penggunaan Modul  | 5   |
| Gambar 3   | Alur Cara Penggunaan Modul  | 6   |
| Gambar 1.1 | Laut mati yang memiliki kadar garam tinggi  | 10  |
| Gambar 1.2 | Peristiwa penguapan zat cair  | 11  |
| Gambar 1.3 | Diagram fasa yang mengilustrasikan kenaikan titik didih dan penurunan titik beku larutan berair   | 15  |
| Gambar 1.4 | Pembuatan es goyang dengan penambahan garam   | 18  |
| Gambar 1.5 | Penambahan etilen glikol apada air radiator agar terjadi penurunan titik beku   | 19  |
| Gambar 1.6 | Proses osmotik: pergerakan molekul dari larutan encer ke larutan pekat melalui membran semipermeabel  | 22  |
| Gambar 1.7 | Tekanan osmotik (a) permukaan pelarut murni (kiri) dan permukaan larutan (kanan) pada awalnya sama tinggi, (b) proses selama osmosis permukaan pada sisi larutan naik sebagai akibat aliran pelarut murni dari kiri ke kanan. | 24  |
| Gambar 1.8 | Partikel zat terlarut dan pelarut murni (air) pada kondisi isotonik, hipotonik dan hipertonik   | 25  |
| Gambar 1.9 | (a) Larutan hipotonik (b) larutan isotonik (c) larutan hipertonik yang terjadi pada sel darah merah   | 25  |
| Gambar 2.1 | Silikon murni digunakan dalam solar sel untuk mengumpulkan energi matahari  | 56  |
| Gambar 2.2 | Bentuk molekul (a) $P_4O_6$ ; (b) $P_4O_{10}$   | 58  |
| Gambar 2.3 | Allotrof Fosfor (a) Fosfor putih ; (b) Fosfor merah   | 58  |
| Gambar 2.4 | (a). Kristal Kuning Belerang cincin $S_8$ (b) Belerang cair yang dipanaskan pada suhu $150^\circ C$ terbentuk amorf belerang disebut "belerang plastik"   | 61  |
| Gambar 2.5 | Proses Frasch.  | 61  |



|            |                        |    |
|------------|------------------------|----|
| Gambar 3.1 | Struktur Benzena       | 74 |
| Gambar 3.2 | Bentuk Orbital Benzena | 74 |







# PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang

Guru merupakan tenaga profesional yang bertugas merencanakan dan melaksanakan proses pembelajaran, menilai hasil pembelajaran, melakukan pembimbingan dan pelatihan. Untuk melaksanakan tugas tersebut, guru dituntut mempunyai empat kompetensi yang mumpuni, yaitu kompetensi pedagogik, profesional, sosial dan kepribadian. Agar kompetensi guru tetap terjaga dan meningkat. Guru mempunyai kewajiban untuk selalu memperbaharui dan meningkatkan kompetensinya melalui kegiatan pengembangan keprofesian berkelanjutan sebagai esensi pembelajar seumur hidup. Salah satu kegiatan pengembangan keprofesian adalah mengikuti program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) Guru untuk bahan belajar (*learning material*) pada kegiatan dikembangkan modul yang menuntut peserta belajar lebih mandiri dan aktif

Modul yang berjudul “Sifat Koligatif Larutan, Kimia Unsur Periode 3, Benzena dan Turunannya merupakan modul untuk kompetensi profesional guru pada kelompok kompetensi G materi pada modul dikembangkan dari kompetensi profesional guru pada Permendiknas Nomor 16 Tahun 2007. Setiap materi bahasan dikemas dalam kegiatan pembelajaran yang memuat tujuan, indikator pencapaian kompetensi, uraian materi, aktivitas pembelajaran, latihan/tugas, rangkuman, umpan balik dan tindak lanjut.

Dalam merancang dan melaksanakan pembelajaran, guru hendaknya harus memperhatikan dan mengimplmentasikan kebijakan pemerintah dalam pendidikan. Kebijakan pemerintah melaui pendidikan tahun ini adalah program Penguatan Pendidikan Karakter (PPK), yaitu program pendidikan di sekolah untuk memperkuat karakter siswa melalui harmonisasi olah hati (etik), olah rasa



(estetik), olah pikir (literasi) dan olah raga (kinestetik) dengan dukungan pelibatan publik dan kerjasama antara sekolah, keluarga dan masyarakat yang merupakan bagian dari gerakan nasional revolusi mental (gnrm). Implementasi PPK tersebut dapat berbasis kelas, berbasis budaya sekolah dan berbasis masyarakat (keluarga dan komunitas). Dalam rangka mengimplementasikan kebijakan program PPK, modul ini mengintegrasikan lima nilai utama PPK yaitu religius, nasionalis, mandiri, gotong royong dan integritas. Dalam modul ini kelima nilai utama tersebut terintegrasi pada kegiatan-kegiatan pembelajaran. Setelah mempelajari modul ini, selain anda dapat meningkatkan kompetensi pedagogik, anda juga diharapkan mampu mengimplementasikan PPK khususnya PPK berbasis kelas. Modul ini diperuntukkan untuk memfasilitasi Anda belajar materi kelompok kompetensi G pada kegiatan di kelompok kerja melalui moda tatap muka penuh atau tatap muka dengan pola *inservice training 1 (IN-1) On The Job Learning (ON)*- *Inservice training 2 (IN-2)*. Selanjutnya dalam modul ini istilah tersebut disingkat menjadi *IN-ON-IN*

## B. Tujuan

Setelah belajar dengan modul ini, Anda diharapkan memahami materi kompetensi profesional meliputi Sifat Koligatif Larutan, Kimia Unsur Periode ke 3, Benzena dan Turunannya .

## C. Peta Kompetensi

Kompetensi inti yang diharapkan setelah guru belajar dengan modul ini adalah menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu. Kompetensi Guru Mata Pelajaran dan Indikator Kompetensi Guru Mata Pelajaran dan Indikator Pencapaian Kompetensi yang diharapkan tercapai melalui belajar dengan modul ini adalah



**Tabel 1.** Kompetensi Guru Mata Pelajaran dan Indikator Pencapaian Kompetensi

| Kompetensi Guru Mata Pelajaran   | Indikator Pencapaian Kompetensi   |
|--|---|
| 20.1. Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori kimia meliputi struktur, dinamika, energetika dan kinetika serta penerapannya secara fleksibel  | 20.1.95. menganalisis fenomena sifat koligatif larutan (penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, penurunan titik beku dan tekanan osmosis) yang ada di kehidupan nyata.<br>20.1.96. Menghitung penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, penurunan titik beku dan tekanan osmosis pada larutan berdasarkan data percobaan<br>20.1.97. Membedakan sifat koligatif larutan elektrolit dan larutan nonelektrolit. |
| 20.1. Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori kimia meliputi struktur, dinamika, energetika dan kinetika serta penerapannya secara fleksibel. | 20.1.111. Menjelaskan kelimpahan unsur-unsur periode 3<br>20.1.112. Menjelaskan sifat fisik unsur-unsur periode ke 3<br>20.1.113. Menjelaskan sifat kimia unsur-unsur periode ke 3<br>20.1.114. Menjelaskan pembuatan unsur-unsur periode 3<br>20.1.115. Menjelaskan kegunaan unsur-unsur periode 3   |
| 20. 7 Menjelaskan penerapan hukum-hukum kimia dalam teknologi yang terkait dengankimia terutama yang dapat ditemukan dalam kehidupan sehari-hari           | 20.1.139. Menuliskan struktur dan tatanama senyawa benzena dan turunannya<br>20.1.140. Menentukan isomer pada senyawa turunan benzena<br>20.1.141. Menjelaskan sifat senyawa benzena dan turunannya<br>20.1.142. Menjelaskan reaksi –reaksi pada senyawa benzena dan turunannya<br>20.1.143. Menjelaskan kegunaan senyawa benzena dan turunannya  |

## D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup materi pada Modul ini disusun dalam empat bagian, yaitu bagian Pendahuluan, Kegiatan Pembelajaran, Evaluasi dan Penutup. Bagian pendahuluan berisi paparan tentang latar belakang modul kelompok kompetensi I, tujuan belajar, kompetensi guru yang diharapkan dicapai setelah pembelajaran, ruang lingkup dan saran penggunaan modul. Bagian kegiatan pembelajaran



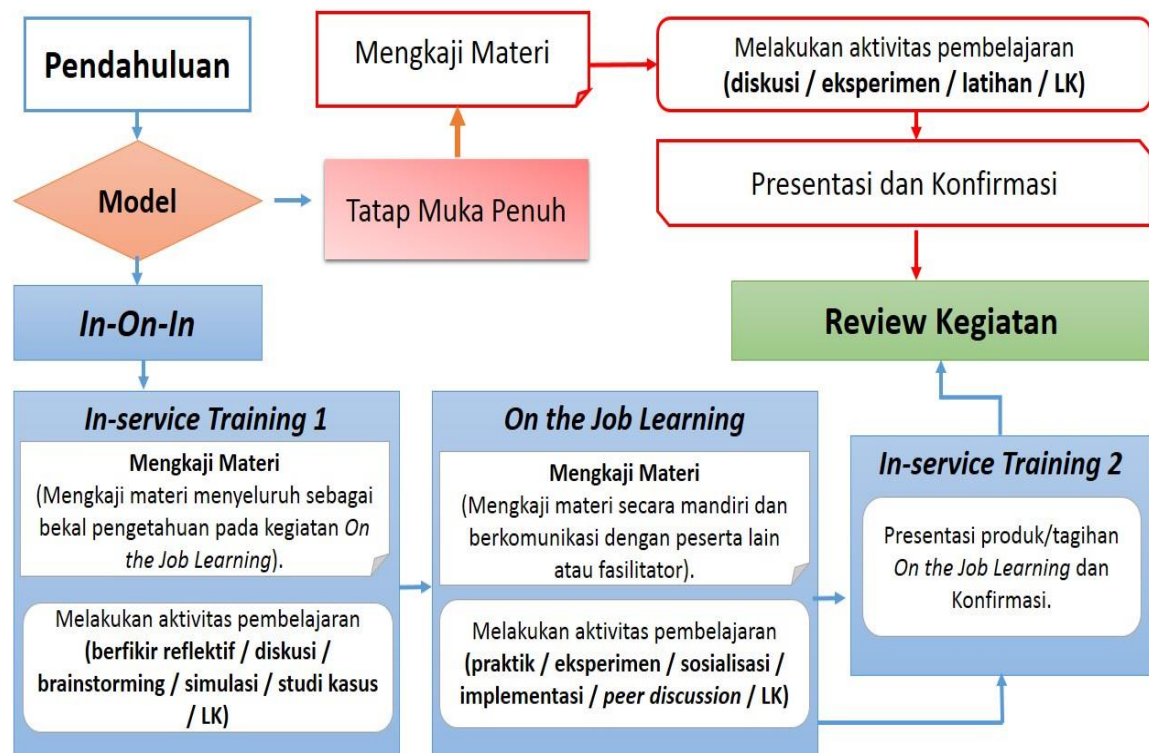
berisi Tujuan, Indikator Pencapaian Kompetensi, Uraian Materi, Aktivitas Pembelajaran, Latihan/Kasus/Tugas, Rangkuman, Umpan Balik dan Tindak Lanjut. Bagian akhir terdiri dari Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas, Evaluasi dan Penutup.

Rincian materi pada modul adalah sebagai berikut:

1. Sifat Koligatif Larutan
2. Kimia Unsur Periode ke 3
3. Benzena dan Turunannya

## E. Cara Penggunaan Modul

Cara penggunaan modul pada setiap kegiatan pembelajaran secara umum sesuai dengan skenario penyajian materi pada diklat. Alur model pembelajaran melalui moda tatap muka penuh dan tatap muka *in-on-in* adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Alur Model Pembelajaran Tatap Muka



Deskripsi kedua moda diklat tatap muka ini terdapat pada penjelasan berikut.

## 1. Deskripsi cara penggunaan modul pada moda Tatap Muka Penuh

Alur dan deskripsi cara penggunaan modul pada moda Tatap Muka Penuh



Gambar 2. Alur Cara Penggunaan Modul

### Deskripsi Kegiatan

#### a. Pendahuluan

Pada kegiatan pendahuluan Anda dipersilakan mempelajari :

- latar belakang yang memuat gambaran materi modul
- tujuan penyusunan modul mencakup tujuan semua kegiatan pembelajaran setiap materi modul
- kompetensi atau indikator yang akan dicapai atau ditingkatkan melalui modul.
- ruang lingkup berisi materi kegiatan pembelajaran
- langkah-langkah penggunaan modul

#### b. Mengkaji materi

Pada kegiatan ini Anda mempelajari materi tentang Sifat Koligatif Larutan, Kimia Unsur Periode 3, Benzena dan Turunannya yang diuraikan secara singkat sesuai dengan indikator pencapaian hasil belajar. Anda dapat mempelajari materi secara individual atau kelompok dengan melakukan kerjasama yang baik dengan anggota dalam kelompok Anda

#### c. Melakukan aktivitas pembelajaran

Pada kegiatan ini Anda melakukan kegiatan pembelajaran sesuai dengan rambu-rambu/ instruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, mengerjakan tugas, latihan, praktikum dan sebagainya.. Pada kegiatan ini Anda secara aktif menggali informasi dan berlatih mengembangkan rencana pelaksanaan pembelajaran. Aktivitas dilakukan dengan mandiri atau kelompok dengan cara kerjasama pada saat membuat tugas dan kreatif dalam membuat laporan hasil kerja. Laporan yang dikumpulkan jika hasil kelompok merupakan hasil kerjasama dan jika ada perbaikan menjadi tanggung jawab semua anggota kelompok.



d. Presentasi dan Konfirmasi

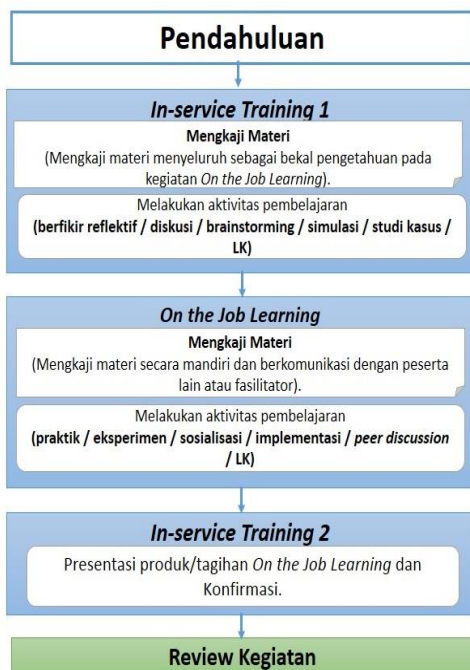
Pada kegiatan ini perwakilan kelompok Anda mempresentasikan hasil kegiatan, peserta lain menyimak presentasi dengan cermat dan serius sebagai penghargaan kepada pembicara. Setelah presentasi peserta lain menanggapi hasil presentasi dengan cara empati sedangkan fasilitator melakukan konfirmasi terhadap materi yang dipresentasikan secara empati kemudian menyamakan persepsi hasil diskusi yang dibahas bersama

e. Review Kegiatan

Pada kegiatan ini Anda dan peserta lain serta fasilitator mereview materi sampai mendapatkan persamaan persepsi dan pemahaman materi yang diuraikan pada modul.

## 2. Deskripsi cara penggunaan modul pada moda Tatap Muka *IN-ON-IN*

Cara penggunaan modul pada moda tatap muka *IN-ON-IN* sedikit berbeda dengan moda tatap muka penuh. Perbedaan terdapat pada komponen aktivitas pembelajaran dan tugas/latihan. Alur dan deskripsi cara penggunaan modul adalah sebagai berikut.



### Deskripsi Kegiatan

Pada kegiatan *IN-1* Anda sebagai peserta mempelajari modul dengan cara yang sama seperti pada moda tatap muka penuh sampai mengkaji materi. Mulai komponen Aktivitas Pembelajaran terdapat kegiatan untuk *IN-1* dan *ON*. Pada *IN-1* Anda dipandu fasilitator mempelajari aktivitas berdasarkan Lembar Kegiatan (LK) yang disiapkan untuk *IN-1*. Pada kegiatan *ON* Anda dapat mengkaji kembali uraian materi secara mandiri dan melakukan aktivitas belajar berdasarkan instruksi atau LK yang disiapkan untuk kegiatan *ON*. Jika ada kegiatan praktik yang tidak bisa dilaksanakan pada *IN-1*, kegiatan diganti menjadi diskusi materi LK tersebut dan pelaksanaannya dilakukan di *ON*

Gambar 3. Alur Cara Penggunaan Modul



Pada komponen Latihan/Kasus/Tugas terdapat tugas pengembangan soal sesuai kisi-kisi UN/USBN 2017. Pengembangan soal dilakukan secara mandiri pada saat *ON*. Pada kegiatan *ON* Anda harus menyiapkan laporan sesuai sistematika yang telah ditetapkan. Hasil kegiatan *ON* baik berupa laporan praktikum, rancangan LK untuk peserta didik dan kumpulan soal dilampirkan sebagai bukti fisik bahwa Anda telah menyelesaikan seluruh tugas *ON* yang ada pada modul. Pada kegiatan *IN-2*, Anda dan peserta lainnya melaporkan hasil kegiatan *ON* dan mendiskusikannya difasilitasi oleh fasilitator.

## KEGIATAN PEMBELAJARAN 1: SIFAT KOLIGATIF LARUTAN

Fenomena sifat koligatif pada larutan dapat diamati dalam kehidupan sehari-hari. Rasa syukur kepada Tuhan YME, karena fenomena-fenomena ilmiah yang terjadi di kehidupan ini adalah salah satu bentuk kekuasaan dan kebesaran-Nya. Larutan memiliki sifat koligatif yang dapat diamati. Sifat koligatif diakibatkan adanya sejumlah partikel zat terlarut dalam larutan. Sebagai contoh, Anda dapat mengamati fenomena sifat koligatif secara mandiri pada saat memasak. Pada saat memasak air murni hingga mendidih, berapa suhu air murni yang mendidih tersebut? Kemudian, apa yang terjadi jika Anda memasukan sejumlah gula pada saat air tersebut mendidih? Air yang semula sedang mendidih tersebut saat ditambahkan sejumlah gula dan diaduk maka proses mendidih akan terhenti sejenak kemudian akan mendidih kembali. Saat kondisi mendidih air yang telah diberi sejumlah gula, coba diukur suhunya. Berapa suhu yang terjadi? Apakah sama dengan air mendidih sebelum ditambahkan sejumlah gula? Silakan diskusikan secara berkelompok mengenai hasil yang diperoleh dan hubungkan fenomena yang terjadi dengan prinsip sifat koligatif. Tentunya suhu kondisi kedua akan lebih tinggi dibanding sebelumnya, artinya telah terjadi kenaikan titik didih. Hal ini disebabkan dengan adanya penambahan gula pasir sebagai zat terlarut menyebabkan adanya kenaikan titik didih. Titik didih air murni lebih rendah dibandingkan titik didih larutan. Jumlah zat terlarut sangat berpengaruh terhadap kenaikan titik didih larutan. Hal seperti ini adalah sifat koligatif larutan, yaitu sifat larutan yang tergantung pada banyaknya partikel zat terlarut dalam larutan dan bukan pada jenis partikel zat terlarut. Sifat koligatif larutan tidak hanya kenaikan titik didih dan penurunan tekanan uap, tetapi juga termasuk penurunan titik beku, dan tekanan osmosis.

Pada tekanan osmosis, Anda dapat memperhatikan orang yang sedang diberikan cairan infus. Silakan berdiskusi antar guru atau antara guru dan siswa





untuk memikirkan mengapa cairan infus dapat masuk ke dalam tubuh? Komunikasikan hasil pemikiran tersebut agar dapat bertukar pendapat dan informasi.

Pada modul ini Anda dapat mempelajari mengenai fenomena sifat koligatif larutan serta perbedaan sifat koligatif larutan elektrolit dan non elektrolit, demikian pula perhitungannya. Materi Sifat Koligatif Larutan pada kurikulum 2013 disajikan di kelas XII semester 1 SMA dengan Kompetensi Dasar sebagai berikut. KD dari Kompetensi Inti 3 (KI 3) Aspek Pengetahuan: 3.1 Menganalisis fenomena sifat koligatif larutan (penurunan tekanan uap jenuh, kenaikan titik didih, penurunan titik beku, dan tekanan osmosis); dan 3.2 Membedakan sifat koligatif larutan elektrolit dan larutan non elektrolit. Kompetensi Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) Guru untuk materi ini adalah “20.1 Memahami konsep-konsep, hukum-hukum dan teori-teori kimia meliputi, struktur, dinamika, energetika dan kinetika serta penerapannya secara fleksibel. Kompetensi ini dapat dicapai jika guru belajar materi ini dengan kerja keras, profesional, kreatif dalam melakukan tugas sesuai instruksi pada bagian aktivitas belajar yang tersedia, disiplin dalam mengikuti tahap-tahap belajar serta bertanggung jawab dalam membuat laporan atau hasil kerja.

## A. Tujuan

Setelah belajar dengan modul kelompok kompetensi G ini mengenai sifat koligatif larutan diharapkan Anda dapat memahami fenomena sifat koligatif larutan dan membedakan sifat koligatif larutan elektrolit dan non elektrolit beserta penerapannya.

## B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator Pencapaian Kompetensi yang diharapkan dicapai melalui modul ini adalah:

1. menganalisis fenomena sifat koligatif larutan ( penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, penurunan titik beku dan tekanan osmosis) yang ada di kehidupan nyata
2. menghitung penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, penurunan titik beku dan tekanan osmosis berdasarkan data percobaan.



3. membedakan sifat koligatif larutan elektrolit dan larutan nonelektrolit.

## C. Uraian Materi

### Fenomena Sifat Koligatif



**Gambar 1.1.** Laut mati yang memiliki kadar garam tinggi

(sumber: <http://www.oasisoverland.co.uk>)

Sebagai gambaran fenomena sifat koligatif larutan lainnya yang terjadi di bumi ini adalah laut mati. Tuhan YME menciptakan laut mati memiliki titik terendah di bumi pada 1.300 kaki (400m) di bawah permukaan laut. Adanya penurunan tekanan uap dari pelarut, zat terlarutnya tidak mudah menguap sehingga laut mati memiliki kadar garam tinggi, menyebabkan seseorang tidak akan tenggelam. Hal ini adalah bukti kebesaran Tuhan YME yang patut kita kagumi dan syukuri.

Di Indonesia pun Anda dapat menemukan hal sebagaimana laut mati adalah di kolam apung. Kolam apung buatan yang terkenal di Indonesia adalah kolam apung di Atlantis Ancol Jakarta dan pantai Cahaya Kendal Jawa Tengah, yang dijadikan relaksasi yaitu ketika tubuh masuk ke dalam air maka tubuh akan mengambang. Kolam air ini dibuat dengan kadar garam yang tinggi. Sudah selayaknya sebagai warga negara di Indonesia memiliki rasa kebanggaan yang tinggi karena memiliki berbagai kekayaan wisata, yang juga memanfaatkan banyak informasi ilmiah untuk dijadikan objek pengetahuan dan wisata.

Beberapa sifat penting larutan bergantung pada banyaknya partikel zat terlarut dalam larutan dan tidak tergantung pada jenis partikel zat terlarut. Sifat ini disebut sifat koligatif, yaitu penurunan tekanan uap, peningkatan titik didih, penurunan titik beku dan tekanan osmotik. Sifat koligatif larutan dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu sifat koligatif larutan elektrolit dan non elektrolit. Hal itu disebabkan zat terlarut dalam larutan elektrolit bertambah jumlahnya karena terurai menjadi ion-ion, sedangkan zat terlarut pada larutan non elektrolit



jumlahnya tetap karena tidak terurai menjadi ion-ion. Pada pembahasan materi ini, sifat koligatif yang terjadi pada larutan encer, yang berarti larutan yang konsentrasinya  $< 2M$ .

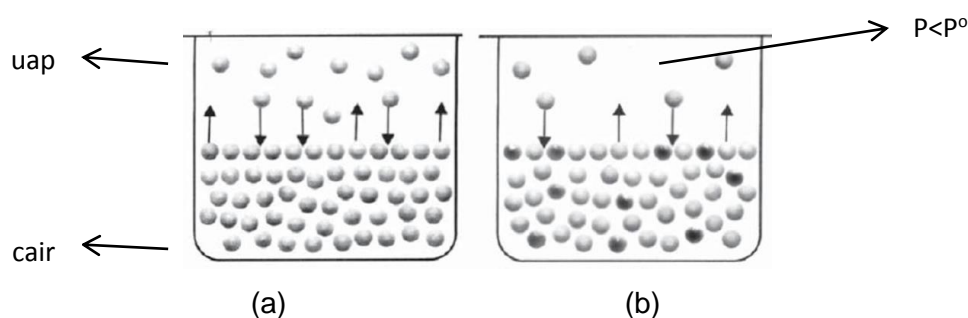
## SIFAT KOLIGATIF LARUTAN NON ELEKTROLIT

### 1. Penurunan Tekanan Uap Jenuh

Pada peristiwa penguapan terjadi perubahan dari zat cair menjadi gas. Jika zat cair dimasukkan ke dalam suatu ruangan tertutup maka zat tersebut akan menguap hingga ruangan tersebut jenuh. Pada keadaan ini proses penguapan tetap berlangsung dan pada saat yang sama juga terjadi proses pengembunan. Laju penguapan sama dengan laju pengembunan. Keadaan ini dikatakan terjadi kesetimbangan dinamis antara zat cair dan uap jenuhnya. Artinya bahwa tidak akan terjadi perubahan lebih lanjut tetapi reaksi atau proses yang terjadi masih terus berlangsung. Tekanan yang disebabkan oleh uap jenuh dinamakan tekanan uap jenuh. Besarnya tekanan uap jenuh dipengaruhi oleh jumlah zat dan suhu. Makin besar tekanan uap suatu cairan, makin mudah molekul-molekul cairan itu berubah menjadi uap.

Untuk mengetahui penurunan tekanan uap maka pada tahun 1880-an kimiawan Perancis **F.M. Raoult** mendapati bahwa melarutkan suatu zat terlarut mempunyai efek penurunan tekanan uap dari pelarut. Apabila pada pelarut murni kita tambahkan sejumlah zat terlarut yang tidak mudah menguap, apa yang akan terjadi?

Coba perhatikan gambar berikut ini.



**Gambar 1.2**

- (a) Peristiwa penguapan zat cair dalam ruang tertutup sampai mencapai kesetimbangan antara laju penguapan dan laju pengembunan
- (b) Tekanan uap jenuh pelarut lebih besar daripada tekanan uap jenuh larutan ( $P_0 > P$ )

(Sumber: General Chemistry, Principles and Structure, James E Brady, 1990)



Gambar 1.2 menjelaskan bahwa partikel-partikel pada larutan lebih tidak teratur dibandingkan partikel-partikel pada pelarut murni. Hal ini menyebabkan tekanan uap larutan lebih kecil daripada pelarut murni. Inilah yang dinamakan penurunan tekanan uap jenuh. Selisih antara tekanan uap pelarut murni dengan tekanan uap jenuh larutan dapat dituliskan secara matematis seperti berikut.

$$\Delta P = P^0 - P$$

Keterangan:

$\Delta P$  = penurunan tekanan uap

$P^0$  = tekanan uap jenuh pelarut murni

$P$  = tekanan uap jenuh larutan

Jika zat terlarut bersifat tidak menguap (*non volatile*), artinya tidak memiliki tekanan uap yang dapat diukur sehingga tekanan uap dari larutan selalu lebih kecil daripada pelarut murninya. Jadi, hubungan antara tekanan uap larutan dan tekanan uap pelarut bergantung pada konsentrasi zat terlarut dalam larutan. Hubungan itu dirumuskan dalam Hukum *Raoult* (berasal dari nama kimiawan Perancis *Francois Raoult*) menyatakan bahwa tekanan uap larutan ( $P_1$ ) sama dengan tekanan uap pelarut murni ( $P_1^0$ ), dikalikan fraksi mol pelarut dalam larutan  $X_1$

$$P_1 = P_1^0 X_1$$

Dalam larutan yang mengandung hanya satu zat terlarut,  $X_1 = 1 - X_2$  dimana  $X_2$  adalah fraksi mol zat terlarut

$$P_1 = (1 - X_2) P_1^0$$

sehingga

$$P_1^0 - P_1 = \Delta P = X_2 \cdot P_1^0$$

Jadi penurunan tekanan uap,  $\Delta P$ , berbanding lurus terhadap konsentrasi zat terlarut yang diukur dalam fraksi mol.

Tekanan uap larutan lebih rendah daripada tekanan uap pelarut murninya, karena meningkatnya ketidakteraturan, akibat proses fisis dan proses kimia, semakin tidak teratur maka semakin besar kecenderungan berlangsungnya suatu



proses penguapan. Penguapan meningkatkan ketidakteraturan suatu sistem sebab molekul dalam fasa uap kurang teratur dibandingkan molekul dalam fasa cairan. Larutan lebih tidak teratur dibandingkan pelarut murni, maka selisih ketidakteraturan antara larutan dan uap lebih kecil dibandingkan antara pelarut murni dan uap.

Sebelum mendalami perhitungan sifat koligatif larutan lebih lanjut, sebaiknya Anda baca kembali dengan teliti dan pahami konsep terjadinya fenomena penurunan tekanan uap larutan.

Berikut adalah contoh soal untuk lebih memahami mengenai penurunan tekanan uap larutan serta hubungan antara tekanan uap larutan, tekanan uap pelarut dan banyaknya partikel zat terlarut dalam molalitas larutan.

### Contoh Soal 1

Pada 25°C tekanan uap air murni adalah 23,76 mmHg dan tekanan uap larutan urea adalah 22,98 mmHg. Perkirakan molalitas larutan tersebut !

### Penjelasan dan penyelesaian :

#### Penentuan fraksi mol urea

$$\begin{aligned}\Delta P &= P^{\circ} - P \\ &= 23,76 - 22,98 \text{ mmHg} \\ &= 0,78 \text{ mmHg}\end{aligned}$$

Dengan menggunakan rumus  $\Delta P = X_2 \cdot P_1^{\circ}$  didapat  $X_2 = 0,033$

$$X_2 = 0,033$$

**Rumus:**  $X_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2}$

**Keterangan:**  $n_1$  dan  $n_2$  masing-masing adalah jumlah mol pelarut dan zat terlarut. Oleh karena fraksi mol urea dalam larutan ini hanya 0,033, larutan ini termasuk encer sehingga dapat diasumsikan bahwa  $n_1$  jauh lebih besar daripada  $n_2$ .

**Jadi dapat dituliskan:**

$$X_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad (n_1 > n_2)$$

$$n_2 = n_1 \cdot X_2$$



Jumlah mol air dalam 1 kg air adalah:

$$1000 \text{ g H}_2\text{O} \times (1 \text{ mol H}_2\text{O}/18,02 \text{ g H}_2\text{O}) = 55,49 \text{ mol}$$

dan jumlah mol urea yang ada dalam 1 kg air adalah :

$$n_2 = n_1 \cdot X_2 = (55,49 \text{ mol}) (0,033)$$

$$= 1,8 \text{ mol}$$

**Jadi konsentrasi larutan urea adalah 1,8 molal**

Jika kedua komponen cairan yang mudah menguap (volatil) artinya memiliki tekanan uap yang dapat diukur, maka tekanan uap total dalam campuran jumlah dari tekanan parsial masing-masing komponen. Hukum Raoult juga berlaku untuk cair-cair:

$$P_A = X_A P_A^0$$

$$P_B = X_B P_B^0$$

$P_A$  dan  $P_B$  adalah tekanan uap parsial untuk komponen A dan B

$P_A^0$  dan  $P_B^0$  adalah tekanan uap zat murni

$X_A$  dan  $X_B$  adalah fraksi mol masing masing zat.

Bunyi Hukum Raoult:

Tekanan uap jenuh larutan sama dengan fraksi mol pelarut dikalikan dengan tekanan uap jenuh pelarut murni.

Ketika komponen dalam campuran telah mencapai kesetimbangan, total tekanan uap pada campuran dapat ditentukan dengan menggabungkan hukum Roulth dengan hukum Dalton.

Tekanan total diberikan oleh hukum Dalton untuk tekanan parsial

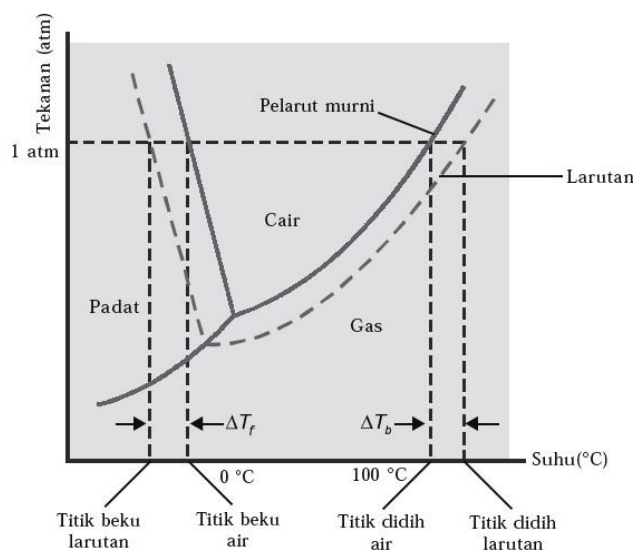
$$P_T = P_A + P_B \text{ Atau: } P_T = X_A P_A^0 + X_B P_B^0$$

## 2. Kenaikan Titik Didih

Proses pendidihan terjadi karena panas meningkatkan gerakan atau energi kinetik, dari molekul yang menyebabkan cairan berada pada titik di mana cairan



itu menguap. Titik didih cairan berhubungan dengan tekanan uap. Jika suatu larutan mempunyai tekanan uap yang tinggi pada suhu tertentu, maka molekul-molekul yang berada dalam larutan tersebut mudah untuk melepaskan diri dari permukaan larutan menuju fasa uap jika mempunyai tekanan uap yang rendah, maka molekul-molekul dalam larutan tersebut tidak dapat dengan mudah melepaskan diri dari larutan menuju fasa uap. Jadi larutan dengan tekanan uap yang lebih tinggi pada suhu tertentu akan memiliki titik didih yang lebih rendah. Cairan akan mendidih ketika tekanan uapnya menjadi sama dengan tekanan udara luar. Titik didih cairan pada tekanan udara 760 mmHg disebut *titik didih standar* atau titik didih normal. Jadi yang dimaksud dengan *titik didih* adalah suhu pada saat tekanan uap jenuh cairan itu sama dengan tekanan udara luar (tekanan pada permukaan cairan). Telah dijelaskan bahwa tekanan uap larutan lebih rendah daripada tekanan uap pelarutnya. Hal ini disebabkan karena zat terlarut itu mengurangi bagian atau fraksi dari pelarut sehingga laju penguapan berkurang. Hubungan antara tekanan uap jenuh dan suhu air dalam larutan berair ditunjukkan pada Gambar 1.3 berikut.



**Gambar 1.3:** Diagram fasa yang mengilustrasikan kenaikan titik didih dan penurunan titik beku larutan berair

**Sumber:** Kimia Dasar, Konsep konsep Inti, Raymond Chang, 2003

Pada diagram 1.3 terlihat kurva putus-putus untuk larutan dan kurva biasa untuk pelarut murni. Coba Anda amati, analisis dan pelajari dengan teliti, diagram juga memperlihatkan titik didih larutan lebih tinggi dibandingkan titik didih air dan titik



beku larutan lebih rendah dibandingkan titik beku air. Titik bertemunya ketiga garis kurva biasa disebut dengan *titik Triple* yang menyatakan keseimbangan ketiga fasa, yaitu padat, cair dan gas. Selain itu, dapat terlihat bahwa pada suhu berapapun tekanan uap larutan lebih rendah daripada tekanan uap pelarut murninya. Sehingga mengakibatkan kurva larutan (putus-putus) memotong garis horisontal yang bertanda  $P=1$  atm pada suhu yang lebih tinggi daripada titik didih normal pelarut murni. Analisis dari gambar menunjukkan bahwa titik didih larutan lebih tinggi daripada titik didih pelarut murninya sehingga kenaikan titik didih  $\Delta T_b$  di definisikan sebagai berikut.

$$\Delta T_b = T_b - T_b^\circ$$

$T_b$  adalah titik didih larutan dan  $T_b^\circ$  adalah titik didih pelarut murni. Kenaikan titik didih ( $\Delta T_b$ ) berbanding lurus dengan penurunan tekanan uap maka akan berbanding lurus juga dengan konsentrasi (molalitas) larutan, sehingga dapat dirumuskan:

$$\Delta T_b = K_b \cdot m$$

$$\Delta T_b = K_b \cdot \frac{w}{M} \cdot \frac{1000}{\text{massa pelarut}}$$

Dengan

$\Delta T_b$  = kenaikan titik didih larutan ( $^\circ\text{C}$ )

$W$  = massa zat terlarut (gram)

massa pelarut (gram)

$M$  = massa molar (g/mol)

$K_b$  = kenaikan titik didih molal ( $^\circ\text{C}/m$ ) yang bergantung pada pelarut

$K_b$  adalah konstanta kenaikan titik didih molal dan  $m$  adalah molalitas larutan. Satuan  $K_b$  adalah  $^\circ\text{C}/m$ . Perlu diketahui bahwa sistem larutan suhunya tidak dijaga tetap sehingga kita tidak dapat menyatakan satuan konsentrasi bukan dalam molaritas, karena molaritas berubah jika suhu berubah atau terkait dengan volume jadi jika dipanaskan/didinginkan volume akan berubah. Untuk menghindarinya digunakan satuan molal.





**Tabel 1.1** Konstanta kenaikan titik didih molal untuk beberapa cairan yang umum

| Pelarut     | Titik Didih (°C) | $K_b$ °C molal <sup>-1</sup> |
|-------------|------------------|------------------------------|
| Air         | 100              | 0,52                         |
| Aseton      | 56,5             | 1,72                         |
| Etanol      | 78,4             | 1,2                          |
| Benzena     | 80,1             | 2,52                         |
| Etil eter   | 34,6             | 2,11                         |
| Asam asetat | 118,3            | 3,07                         |
| Kloroform   | 61,2             | 3,63                         |

Berikut ini adalah contoh soal ke-2 mengenai perubahan kenaikan titik didih. Pikirkan dengan kreatif bagaimana mengetahui massa molekul relatif zat terlarut dari suatu perubahan kenaikan titik didih larutan. Amati perhitungan contoh soal 2 ini dengan teliti dan silakan Anda secara kreatif mencari contoh lainnya. Diskusikan secara gotong royong dengan guru lainnya mengenai beberapa contoh penerapan fenomena kenaikan titik didih ke dalam perhitungan.

### Contoh Soal 2

Suatu larutan non elektrolit mengandung 4 gram zat terlarut dalam 1000 gram air. Larutan tersebut mendidih pada suhu 100, 0347°C. Berapa massa molekul zat tersebut, jika  $K_b = 0,52$  °C.m<sup>-1</sup> ?

Penyelesaian:

$$\Delta T_b = K_b \cdot \frac{w}{M} \cdot \frac{1000}{\text{massa pelarut}}$$

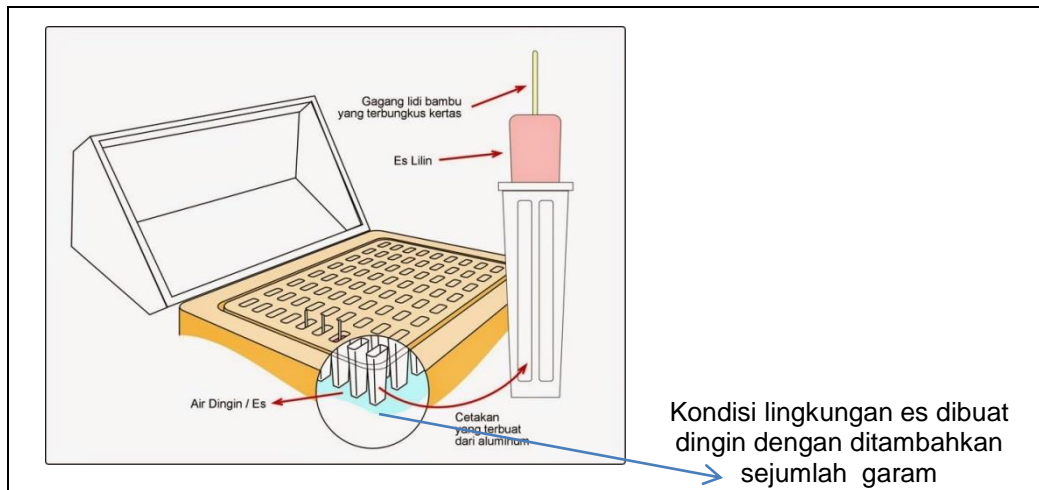
Sehingga:

$$\begin{aligned} \text{Massa molar (Mr)} &= \frac{K_b}{\Delta T_b} \cdot \frac{w \cdot 1000}{\text{massa pelarut}} \\ &= \frac{0,52}{0,0347} \cdot \frac{4 \cdot 1000}{1000} \end{aligned}$$

= 60 g/mol Jadi massa molar adalah 60

### 3. Penurunan Titik Beku

Pada kehidupan sehari-hari, Anda bisa menemukan penerapan penurunan titik beku. Sebagai contoh adalah fenomena yang terjadi pada saat pembuatan es goyang/es putar tanpa menggunakan lemari es.



**Gambar 1.4** Pembuatan es goyang dengan penambahan garam

Berdasarkan gambar 1.4, tukang es goyang biasanya menambahkan sejumlah garam ke dalam es batu sehingga menjadi sangat dingin dan mampu menjadikan es goyang/es lilin dengan cepat. Cairan pendingin adalah larutan berair yang memiliki titik beku jauh di bawah  $0^{\circ}\text{C}$ . Cairan pendingin digunakan pada pabrik es, juga digunakan untuk membuat es putar. Cairan pendingin dibuat dengan melarutkan berbagai jenis garam ke dalam air. Pada pembuatan es putar cairan pendingin dibuat dengan mencampurkan garam dapur dengan kepingan es batu dalam sebuah bejana berlapis kayu. Pada pencampuran itu, es batu akan mencair sedangkan suhu campuran turun. Campuran bahan pembuat es putar ke dalam bejana lain yang terbuat dari bahan stainless steel. Bejana ini kemudian dimasukkan ke dalam cairan pendingin, sambil terus menerus diaduk sehingga campuran membeku. Bagaimana Anda dapat menjelaskan lebih detail mengenai proses tersebut? Tumbuhkan rasa ingin tahu Anda dengan mencari berbagai informasi beserta dengan contoh fenomena lain dalam penurunan titik beku.

Beberapa contoh lain adalah sebagai berikut:

**a. Antibeku pada radiator mobil**

Pada daerah beriklim dingin, biasanya air radiator mudah membeku sehingga radiator kendaraan cepat rusak. Oleh karena itu, air radiator tersebut perlu ditambahkan etilen glikol agar titik beku air radiator menurun sehingga tidak mudah membeku.



**Gambar 1.5** Penambahan etilen glikol pada air radiator agar terjadi penurunan titik beku

**b. Antibeku dalam tubuh hewan**

Prinsip sifat koligatif larutan penurunan titik beku terdapat pula pada hewan hewan yang tinggal di daerah beriklim dingin, karena di dalam tubuhnya mengandung zat zat antibeku yang mampu menurunkan titik beku air  $0,8^{\circ}\text{C}$  sehingga ikan laut dapat bertahan di musim dingin. Zat antibeku dalam tubuh hewan daerah beriklim dingin dapat mencegah pembentukan kristal es dalam jaringan dan selnya.

**c. Antibeku untuk mencairkan salju**

Daerah beriklim dingin memanfaatkan sifat koligatif penurunan titik beku larutan untuk mencairkan salju. Jalanan bersalju ditaburi garam  $\text{NaCl}$  dan  $\text{CaCl}_2$ , agar mencairkan salju. Semakin banyak garam yang ditaburkan maka akan semakin banyak salju yang mencair karena terjadi penurunan titik beku air.

Setelah Anda mengetahui penerapan sifat koligatif larutan penurunan titik beku sebagaimana yang telah dijelaskan, maka Anda perlu lebih memperdalam mengenai penurunan titik beku larutan tersebut. Mengapa bisa terjadi penurunan titik beku? Faktor apa sajakah yang dapat mempengaruhi terjadinya penurunan titik beku? Jelaskan secara kreatif dan jelas mengenai hal tersebut. Jelaskan pula dengan menggunakan diagram fasa secara cermat. Anda dapat juga berdiskusi dan bekerjasama dalam memahami konsep ini.



Perhatikan secara cermat, diketahui pada diagram fasa, gambar 1.3 menunjukkan penurunan tekanan uap larutan bergeser kurva padatan – cairan ke arah kiri. Akibatnya, garis ini memotong garis horisontal pada suhu yang lebih rendah daripada titik beku air. Penurunan titik beku air didefinisikan sebagai berikut.

$$\Delta T_f = T_f^0 - T_f$$

Dimana  $T_f$  adalah titik didih larutan dan  $T_f^0$  adalah titik didih pelarut murni. Penurunan titik beku ( $\Delta T_f$ ) berbanding lurus dengan penurunan tekanan uap maka akan berbanding lurus juga dengan konsentrasi (molalitas) larutan, sehingga dapat dirumuskan:

$$\Delta T_f = K_f \cdot m$$

$$\Delta T_f = K_f \cdot \frac{w}{M} \cdot \frac{1000}{\text{massa pelarut}}$$

Dengan

$\Delta T_f$  = penurunan titik beku larutan ( $^{\circ}\text{C}$ )

$w$  = massa zat terlarut (gram)

massa pelarut (gram)

$M$  = massa molar (g/mol)

$K_f$  = kenaikan titik didih molal ( $^{\circ}\text{C}/m$ )

Dimana dalam persamaan tersebut terdapat **m** adalah konsentrasi dari zat terlarut dalam satuan molal dan **K<sub>f</sub>** adalah konstanta penurunan titik beku molal ( $^{\circ}\text{C}/\text{molal}$ ).

Berikut ini adalah data konstanta penurunan titik beku molal.



**Tabel 1.2** Data konstanta penurunan titik beku molal dari beberapa cairan yang umum

| Pelarut             | Titik Beku (°C) | $K_f$ (°C/m) |
|---------------------|-----------------|--------------|
| Aseton              | -95,35          | 2,40         |
| Benzena             | 5,45            | 5,12         |
| Kamfer              | 179,8           | 39,7         |
| Karbon Tetraklorida | -23             | 29,8         |
| Sikloheksana        | 6,5             | 20,1         |
| Naftalena           | 80,5            | 6,94         |
| Fenol               | 43              | 7,27         |
| Air                 | 0               | 1,86         |

Mengapa dapat terjadi penurunan titik beku larutan?

Pembekuan melibatkan transisi dari keadaan tidak teratur menjadi teratur sehingga energi harus diambil dari sistem. Larutan lebih tidak teratur dibandingkan pelarut, maka lebih banyak energi yang harus diambil dari pelarut untuk menciptakan keteraturan dibandingkan dalam kasus pelarut murni. Jadi, larutan memiliki titik beku lebih rendah dibandingkan pelarut.

“Segala sesuatu di alam semesta ini selalu menuju keteraturan untuk mencapai suatu keseimbangan, rancangan tersembunyi dalam setiap detail fenomena di alam semesta ini merupakan bukti paling meyakinkan akan eksistensi dan keberadaan *al-Khaliq* (Sang Pencipta)”

Setelah memahami konsep tersebut, silakan Anda mempelajari dengan mandiri penerapannya dalam perhitungan dan Anda dapat berpikir kreatif untuk mengembangkannya dalam berbagai soal/pertanyaan.

### Contoh Soal 3

Berapa gram urea yang terlarut di dalam 500 gram air jika larutan tersebut titik bekunya  $-1,4^{\circ}\text{C}$ ? ( $K_f$  air =  $1,86^{\circ}\text{Cm}^{-1}$  dan  $M_r$  Urea = 60)

Penyelesaian:



$$\Delta T_b = K_b \cdot \frac{w}{M} \cdot \frac{1000}{\text{massa pelarut}}$$

Sehingga:

$$\Delta T_f = K_f \cdot \frac{w}{M} \cdot \frac{1000}{\text{massa pelarut}}$$

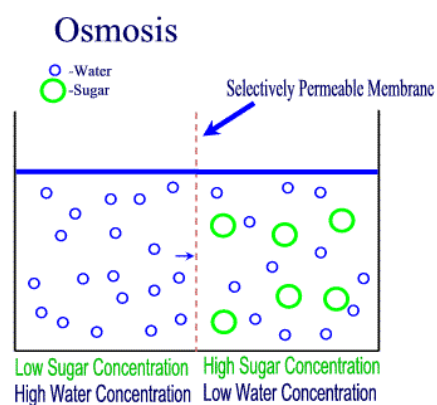
$$1,4^\circ\text{C} = 1,86^\circ\text{C/molal} \cdot \frac{w(g)}{60 \text{ g/mol}} \cdot \frac{1000}{500} \text{ kg}^{-1}$$
$$W = \frac{1,4 \times 60 \times 500}{1000 \times 1,86} = 22,58 \text{ gram}$$

Jadi massa urea adalah 22, 58 gram

#### 4. Tekanan Osmotik

Pada penerapan sifat koligatif larutan, tekanan osmotik dapat dijumpai pada proses kimia maupun biologi, tekanan osmotik bergantung pada aliran molekul pelarut secara selektif melewati membran berpori dari larutan encer ke larutan yang lebih pekat.

Proses osmosis diperlihatkan pada gambar 1.6 berikut.



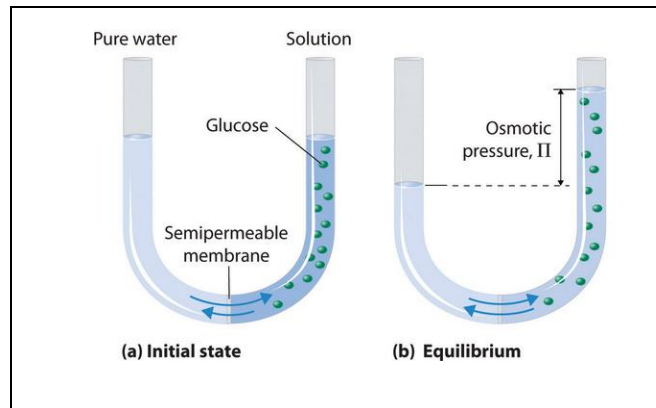
**Gambar 1.6** Proses osmotik: pergerakan molekul dari larutan encer ke larutan pekat melalui membran semipermeabel



Gerakan molekul pelarut murni/larutan yang lebih encer melewati membran semipermeabel dari pelarut murni atau pelarut encer ke larutan yang lebih pekat disebut osmosis, sedangkan Tekanan osmotik ( $\pi$ ) suatu larutan adalah tekanan yang diperlukan untuk mampu persepsi menghentikan osmosis. Akibat laju ke kanan lebih besar daripada laju ke kiri maka timbul peristiwa osmosis. Agar laju ke kanan sama dengan laju ke kiri maka harus diberi tekanan sedemikian rupa sehingga seimbang dan tekanan disebut tekanan osmosis.

### **Bagaimana bisa terjadi tekanan osmotik?**

Hal ini diilustrasikan menggunakan gambar 1.6. Pada gambar 1.6 (a) kondisi awal kedua permukaan sama tingginya antara pelarut/larutan encer dengan larutan yang lebih pekat; sedangkan (b) tekanan osmotik sama dengan tekanan hidrostatik yang diberikan oleh kolom cairan sebelah kanan a keadaan kesetimbangan. Pada dasarnya pengaruh yang sama terjadi jika pelarut murni digantikan dengan larutan yang lebih encer daripada larutan yang ada di sebelah kanan. Pada wadah tersebut, kedua larutan dipisahkan dengan membran semipermeabel yang memungkinkan molekul pelarut melewatinya tetapi menghalangi lewatnya zat terlarut. Pada awalnya, permukaan air memiliki tinggi permukaan yang sama. Setelah beberapa saat, permukaan di bagian kanan mulai naik hingga mencapai kondisi kesetimbangan. Tekanan ini dapat diukur langsung dari selisih permukaan-permukaan cairan pada keadaan akhir



**Gambar 1.7** Tekanan osmotik (a) permukaan pelarut murni (kiri) dan permukaan larutan (kanan) pada awalnya sama tinggi, (b) proses selama osmosis permukaan pada sisi larutan naik sebagai akibat aliran pelarut murni dari kiri ke kanan.

(Sumber: *general chemistry book, colligative properties of solution*, <http://2012books.lardbucket.org/>)

Berdasarkan penjelasan tersebut, tekanan osmotik dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\pi = MRT$$

$$\pi V = nRT$$

Keterangan:

M = molaritas larutan

R = konstanta gas (0,0821 L.atm/K.mol)

T = suhu mutlak (K) ;

$\pi$  = tekanan (atm)

n = jumlah mol zat terlarut

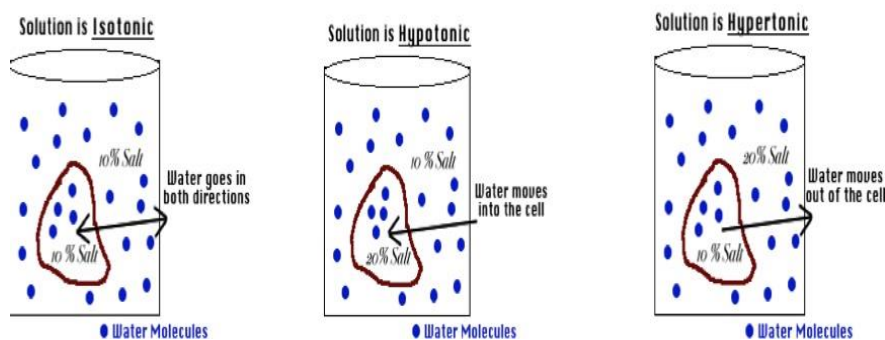
V = volume larutan (L)

Konsentrasi dinyatakan dengan molaritas, karena pengukuran tekanan osmotik dilakukan pada suhu tetap. Tekanan osmotik pun berbanding lurus dengan konsentrasi larutan. Jika kedua larutan mempunyai konsentrasi yang sama





maka tekanan osmotik pun akan sama disebut keadaan *isotonik*. Jika kedua larutan memiliki tekanan osmotik yang tidak sama, larutan yang lebih pekat disebut *hipertonik* dan larutan yang lebih encer disebut *hipotonik*.

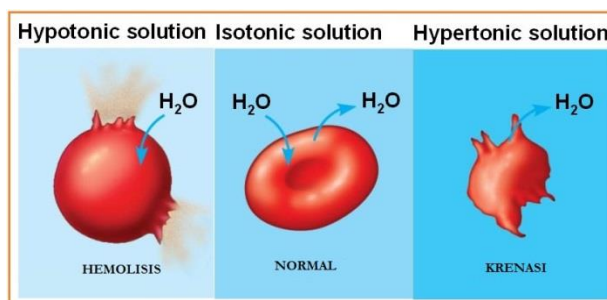


Sumber: kimia.upi.edu

**Gambar 1.8** Partikel zat terlarut dan pelarut murni (air) pada kondisi isotonik, hipotonik dan hipertonik

Fenomena tekanan osmotik dapat diamati dalam banyak contoh yang menarik, diantaranya:

- Hemolisis, yaitu kadar sel darah merah yang terlindungi dari lingkungan eksternal oleh membran semipermeabel. Sel darah merah diletakkan dalam larutan hipotonik, karena larutan hipotonik kurang pekat dibandingkan larutan di dalam sel, air bergerak ke dalam sel. Sel akan mengembang dan akhirnya pecah membebaskan hemoglobin dan molekul lain.



**Gambar 1.9** (a) larutan hipotonik (b) larutan isotonik (c) larutan hipertonik yang terjadi pada sel darah merah (Sumber: General chemistry)

- Pengawetan selai dan jelly. Kadar gula pada selai dan jelly sangat tinggi yang penting dalam proses pengawetan, karena gula membantu membunuh bakteri. Jika sel bakteri berada dalam larutan gula hipertonik, air intrasel cenderung bergerak keluar dari sel bakteri ke larutan yang



lebih pekat melalui proses osmosis. Proses ini disebut krenasi, menyebabkan sel mengerut dan akhirnya tidak berfungsi lagi. Tekanan osmotik merupakan mekanisme utama dalam pengangkutan air ke bagian atas pada tumbuhan. Karena daun terus menerus kehilangan air ke udara, dalam proses yang disebut transpirasi, konsentrasi zat terlarut dalam cairan daun meningkat. Air didorong ke atas lewat batang, cabang dan ranting ranting pohon oleh tekanan osmotik.

### **Penggunaan sifat koligatif untuk menentukan massa molar**

Sifat koligatif larutan non elektrolit dapat digunakan untuk menentukan massa molar zat terlarut. Berikut ini adalah contoh soal dalam penentuan massa molar

#### **Contoh Soal 4**

Sebanyak 7,85 g sampel senyawa dengan rumus empiris  $C_5H_4$  dilarutkan ke dalam 301 g benzena. Titik beku larutan adalah  $1,05^\circ C$  di bawah titik beku benzena murni. Berapa massa molar dan rumus molekul senyawa tersebut?

#### **Penyelesaian**

##### **Tahap 1 Menghitung molalitas larutan dari titik bekunya**

$$\text{Molalitas} = \frac{\Delta T_b}{K_b} = \frac{1,05 \text{ } ^\circ C}{5,12 \text{ } ^\circ C/m} = 0,205 \text{ } m$$

Karena ada 0,205 mol zat terlarut dalam 1 kg pelarut, jumlah mol zat terlarut dalam 301 g atau 0,301 kg, pelarut adalah:

##### **Tahap 2 menentukan jumlah mol senyawa dalam 7,58 g**

$$\text{Molalitas} = \frac{0,205 \text{ } mol}{1 \text{ } kg \text{ pelarut}} \times 0,301 \text{ } kg \text{ pelarut} = 0,0617 \text{ } mol$$

Sehingga dapat dihitung massa molar zat terlarut

$$\frac{7,85 \text{ } g}{0,0617 \text{ } mol} = 127 \text{ } g/mol$$



Karena massa rumus  $C_5H_4$  adalah 64 g dan massa molarnya adalah 127 g, maka rumus molekulnya adalah  $C_{10}H_8$  (naftalena)

### SIFAT KOLIGATIF LARUTAN ELEKTROLIT

Sifat koligatif larutan dapat terjadi pula pada larutan elektrolit. Pada larutan elektrolit terjadi proses terurainya ion-ion dalam larutan. Banyaknya partikel zat terlarut adalah yang menentukan sifat koligatif larutan. Contohnya adalah, larutan garam NaCl didalamnya akan terurai menjadi ion ion  $Na^+$  dan  $Cl^-$  sehingga 0,1 m larutan NaCl akan dua kali lebih besar dibandingkan 0,1 molal larutan nonelektrolit. Larutan non elektrolit, misalnya sukrosa atau gula. Bagaimana dengan Larutan  $CaCl_2$  pada penurunan titik beku?

0,1 m larutan  $CaCl_2$  tentunya akan menurunkan titik beku tiga kali lebih banyak daripada 0,1 m larutan sukrosa. Mengapa hal ini terjadi? Untuk melihat pengaruh ini, perhatikan persamaan berikut ini

$$\Delta T_b = i \cdot K_b \cdot m$$

$$\Delta T_f = i \cdot K_f \cdot m$$

$$\pi = i \cdot M \cdot R \cdot T$$

Variabel  $i$  adalah faktor Van't Hoff yang didefinisikan sebagai berikut.

$$i = \frac{\text{jumlah partikel sebenarnya dalam larutan setelah penguraian}}{\text{jumlah satuan rumus yang semula terlarut dalam larutan}}$$

Jadi  $i$  harus bernilai 1 untuk semua non elektrolit. Pada larutan elektrolit  $i$  ditentukan dari ion ion yang terurai dalam larutan. Misalnya setiap satuan NaCl atau  $KNO_3$  akan terurai menjadi 2 ion sehingga  $i=2$ , sedangkan setiap satuan  $Na_2SO_4$  atau  $MgCl_2$  yang terurai menghasilkan 3 ion ( $i=3$ ). Pada kenyataannya sifat koligatif larutan elektrolit biasanya lebih kecil daripada yang diperhitungkan, karena pada konsentrasi yang lebih tinggi, gaya elektrostatik berpengaruh sehingga kation dan anion saling tarik menarik. Suatu kation dan satu anion yang terikat oleh gaya elektrolistik dinamakan gaya elektrostatik (pasangan ion) Pembentukan satu pasangan ion menurunkan jumlah partikel dalam larutan



sebanyak satu, mengakibatkan berkurangnya sifat koligatif. Tekanan osmotik termasuk dalam sifat-sifat koligatif karena besarnya hanya tergantung pada jumlah partikel zat terlarut.

Perbedaan sifat koligatif larutan elektrolit dengan larutan non elektrolit secara kuantitatif dinyatakan oleh faktor van't Hoff ( $i$ ). Harga  $i$  dapat ditentukan dengan rumus berikut.

$$i = \frac{n\alpha + (1 - \alpha)}{1} \text{ atau } i = \frac{1 + (n - 1)\alpha}{1} \text{ atau } i = 1 + (n - 1)\alpha$$

$i$  merupakan faktor van't Hoff sebagai pengali untuk memperoleh harga sifat koligatif larutan elektrolit,  $n$  adalah jumlah ion dari zat elektrolit, dan  $\alpha$  adalah derajat ionisasi zat elektrolit.

Harga faktor Van't Hoff setiap zat elektrolit sangat bervariasi bergantung pada konsentrasi larutannya. Harga  $i$  berlaku untuk larutan elektrolit encer.

### Contoh Soal 5

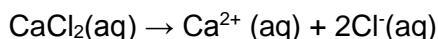
Larutan kalsium klorida dibuat dengan melarutkan 25 gram  $\text{CaCl}_2$  dalam 500 gram air. Hitung tekanan uap larutan pada  $80^\circ\text{C}$  jika tekanan uap air pada suhu  $80^\circ\text{C} = 355 \text{ mmHg}$  (massa atom relatif  $\text{Ca}=40$ ,  $\text{Cl}=35,5$ ,  $\text{H}=1$ ,  $\text{O}=16$ )

Penyelesaian

$$\text{Mol H}_2\text{O} = 500/18 = 27,8 \text{ mol}$$

$$\text{Mol CaCl}_2 = 25/111 = 0,225 \text{ mol}$$

$\text{CaCl}_2$  dalam air terurai menjadi tiga ion ( $\text{Ca}^{2+}$ , dan 2 ion  $\text{Cl}^-$ )



maka dalam larutan terdapat

$$3 \times 0,225 \text{ mol ion} = 0,675 \text{ mol ion}$$

Jadi

$$X_{\text{H}_2\text{O}} = \text{mol H}_2\text{O} / \text{mol H}_2\text{O} + \text{mol CaCl}_2$$

$$= \frac{27,8 \text{ mol}}{27,8 \text{ mol} + 0,675 \text{ mol}} = 0,976$$

$$P_{\text{larutan}} = X_{\text{pelarut}} \cdot P^\circ_{\text{pelarut}}$$

$$= 0,976 \cdot 355 \text{ mmHg} = 346,5 \text{ mm}$$



### Penerapan Teknologi Desalinasi Air Laut

Proses mengolah air asin/payau menjadi air tawar atau sering dikenal dengan istilah desalinasi dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) macam yaitu 1. Proses destilasi (suling). 2. Proses penukar ion dan 3. Proses filtrasi. Proses destilasi memanfaatkan energi panas untuk menguapkan air asin. Uap air tersebut selanjutnya didinginkan menjadi titik-titik air dan hasil ditampung sebagai air bersih yang tawar. Proses desalinasi menggunakan teknik penukar ion memanfaatkan proses kimiawi untuk memisahkan garam dalam air. Pada proses ini ion garam ( $\text{NaCl}$ ) ditukar dengan ion seperti  $\text{Ca}^{+2}$  dan  $\text{SO}_4^{-2}$ . Materi penukar ion berasal dari bahan alam atau sintetis. Materi penukar ion alam misalnya zeolit sedangkan yang sintetis resin (resin kation dan resin anion). Proses desalinasi yang ke tiga menggunakan filter semipermeabel untuk memisahkan molekul garam dalam air. Proses ketiga ini lebih dikenal dengan sistem osmose balik (reverse osmosis). Keistimewaan dari proses ini adalah mampu menyaring molekul yang lebih besar daripada molekul air. Model pengolahan air asin/payau yang diuraikan pada tulisan ini adalah hasil rancangan tim kelompok air bersih dengan kapasitas 7,5 - 10  $\text{m}^3/\text{hari}$ . Unit ini sudah dipasang di kepulauan seribu Jakarta Utara (pulau tidung, pramuka dan kelapa), di Palembang dan di Cilacap Jawa Tengah.

Dasar desalinasi air laut adalah memproses partikel zat pelarut agar bergerak dari konsentrasi tinggi (air laut) menuju ke pelarut murni melewati membran semi permeabel. Bagaimana caranya? Memperbesar tekanan osmotik suatu larutan menyebabkan kecepatan partikel zat pelarut bergerak dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah lebih besar dari pada arah sebaliknya, peristiwa ini disebut osmosis terbalik (reverse osmosis).

Osmosis terbalik dapat diterapkan dalam proses desalinasi air laut. Dengan memberikan tekanan osmosis air laut (30 atm), maka partikel zat pelarut akan bergerak dari air laut ke pelarut murni. Garam sebagai zat terlarut akan tetap berada pada bak yang berisi air laut. Hasil dari desalinasi air laut adalah air tawar yang dapat digunakan untuk keperluan industri, rumah tangga, dan pertanian. Membran semi permeabel yang digunakan dalam proses desalinasi umumnya dari selulosa, asetat aromatik dengan serat yang berongga.

(Sumber: <http://www.kelair.bppt.go.id/Sitpa/Artikel/Ro/ro.html>, diakses 18 Januari 2017)



## D. Aktivitas Pembelajaran

### 1. Kegiatan *IN* 1

Setelah mengkaji materi tentang Sifat Koligatif Larutan, Anda dapat mencoba melakukan eksperimen sesuai Lembar kegiatan. Catat pelik-pelik atau strategi percobaan agar percobaan berhasil, agar Anda dapat merancang kembali disesuaikan dengan kondisi sekolah Anda. Untuk materi Sifat Koligatif Larutan, silakan Anda saling berdiskusi dan melakukan minimal 1 eksperimen dari lembar kerja yang tersedia. Anda dapat bekerjasama dalam kelompok masing-masing. Lakukan percobaan secara disiplin dan tanggung jawab serta ikuti aturan bekerja di laboratorium misalnya menyimpan limbah, sampah sesuai dengan aturan, menjaga kebersihan dan ketertiban di ruangan. Selanjutnya perwakilan kelompok mempresentasikan hasil diskusi/percobaan, peserta lain menyimak presentasi dengan cermat dan serius sebagai penghargaan kepada pembicara

### 2. Kegiatan *ON*

Untuk meningkatkan kompetensi Anda dalam penyajian materi Sifat Koligatif Larutan, silakan Anda mengerjakan eksperimen/tugas ini secara mandiri di sekolah Anda atau secara kelompok di kelompok kerja. Tunjukkan kreatifitas Anda dalam menghasilkan laporan hasil eksperimen/tugas berikut.

- a. Ajaklah sekelompok peserta didik Anda atau peserta guru lainnya dalam melakukan eksperimen untuk penguatan materi sifat koligatif larutan. Catat hasil pengamatan secara objektif, analisis dengan teliti, diskusi untuk menjawab pertanyaan dan kesimpulan. Lakukan dengan kerjasama dan tanggungjawab. Buat laporan hasil dan dokumentasi kegiatan.
- b. Rancanglah Lembar Kerja Siswa untuk percobaan Sifat Koligatif Larutan Uji coba hasil rancangan dan buat laporan kegiatan berikut dokumentasinya



Berikut eksperimen yang perlu dilakukan berdasarkan lembar kerja yang telah disediakan

## **Lembar Kerja 1**

### **Penurunan titik beku larutan**

#### **Pendahuluan**

Titik beku larutan adalah temperatur pada saat kristal pertama dari pelarut murni mulai terbentuk dalam keseimbangan dengan larutan. Pada tekanan 1 atm, air murni membeku pada temperatur  $0^{\circ}\text{C}$ . Temperatur itu dinamakan titik beku normal air. Bagaimana menentukan titik beku air murni pada tekanan tertentu? Apa yang terjadi jika pada air murni diberikan zat terlarut lain, bagaimana titik bekunya? Pada kegiatan ini, Anda akan melakukan percobaan dalam mengamati titik beku pelarut, larutan encer non elektrolit serta menentukan perbedaan titik beku larutannya

#### **Tujuan**

1. menentukan penurunan titik beku larutan dengan berbagai konsentrasi berdasarkan hasil percobaan
2. menjelaskan pengaruh molalitas larutan urea dan larutan gula pada titik beku larutan dan penurunan titik beku

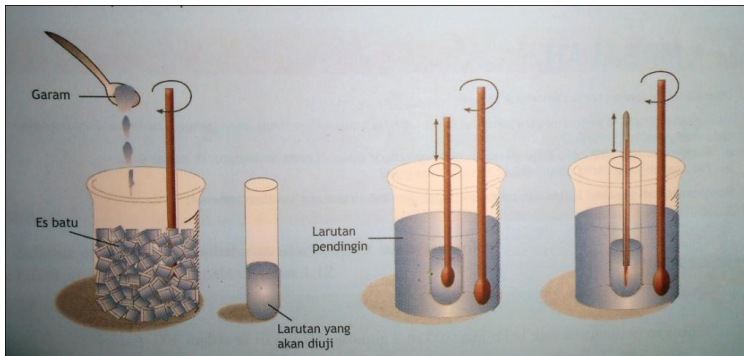
#### **Alat dan Bahan**

1. Wadah plastik
2. Tabung reaksi
3. Rak Tabung Reaksi
4. Termometer
5. Gelas ukur 10 mL
6. Pipet tetes
7. Larutan urea 0.5 m dan 1 m
8. Larutan gula 0.5 m dan 1 m
9. Garam dapur kristal
10. Es Batu
11. Aquadest



### Langkah Kerja

1. Siapkan 5 mL aquadest di dalam tabung reaksi
2. Letakkan tabung reaksi di dalam wadah plastik berisi potongan es dan garam
3. Masukkan termometer ke dalam tabung reaksi kemudian wadah tersebut digoyang-goyang sambil memegang termometer sampai air mulai membeku (ada campuran air dan es)
4. Catat temperatur air yang membeku pada tabel pengamatan
5. Kerjakan percobaan seperti di atas dengan menggunakan larutan urea 0,5 m, larutan urea 1 m, larutan gula 0,5 m dan larutan gula 1 m
6. Catat temperatur titik beku larutan pada tabel pengamatan



### **Pertanyaan**

1. Bagaimana pengaruh molalitas larutan urea dan larutan gula pada titik beku larutan dan penurunan titik beku?
2. Buatlah kesimpulan dari eksperimen

**Tabel Pengamatan percobaan penurunan titik beku larutan**

| No | Zat terlarut               | Molalitas larutan (m) | Titik beku Larutan | Penurunan titik beku |
|----|----------------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|
| 1  | $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ | 1                     |                    |                      |
| 2  | $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ | 2                     |                    |                      |





| No | Zat terlarut         | Molalitas larutan (m) | Titik beku Larutan | Penurunan titik beku |
|----|----------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|
| 3  | $C_{12}H_{22}O_{11}$ | 1                     |                    |                      |
| 4  | $C_{12}H_{22}O_{11}$ | 2                     |                    |                      |

**Kesimpulan:**



## Lembar Kerja 2

### Penentuan kenaikan titik didih

#### Pendahuluan

**Titik didih** adalah suhu (temperatur) ketika tekanan uap sebuah zat cair sama dengan tekanan eksternal yang dialami oleh cairan. Suatu cairan di dalam vacuum akan memiliki **titik didih** yang lebih rendah dibandingkan jika cairan itu berada di dalam tekanan atmosfer. Bagaimana menentukan titik didih air murni pada tekanan tertentu? Apa yang terjadi jika pada air murni diberikan zat terlarut lain, bagaimana titik didihnya? Pada kegiatan ini, Anda akan melakukan percobaan dalam mengamati titik didih pelarut, larutan encer non elektrolit serta perbedaan titik didih larutannya.

#### Tujuan

1. menentukan penurunan titik didih larutan dengan berbagai konsentrasi berdasarkan hasil percobaan
2. menjelaskan pengaruh molalitas larutan urea dan larutan gula pada titik didih larutan dan penurunan titik didih

#### Alat dan Bahan

1. Gelas kimia
2. Tabung reaksi
3. Rak Tabung Reaksi
4. Termometer
5. Gelas ukur 10 mL
6. Pipet tetes
7. Larutan urea 0.5 m dan 1 m
8. Larutan gula 0.5 m dan 1 m
9. Garam dapur kristal
10. Es Batu
11. Aquadest



## Langkah kerja

|          |   |
|----------|---|
| <p>1</p> | <p><b>Kondisi 1</b></p> <p>Panaskan 50 mL air hingga mendidih lalu ukur suhu air pada saat mendidih</p>   |
| <p>2</p> | <p><b>Kondisi 2</b></p> <p>Campurkan 2,5 gram gula pasir ke dalam 50 mL air hingga larut sempurna. Lalu panaskan hingga mendidih dan ukur suhunya</p> |
| <p>3</p> | <p><b>Kondisi 3</b></p> <p>Campurkan 2,5 gram garam ke dalam 50 mL air hingga larut sempurna. Lalu panaskan hingga mendidih dan ukur suhunya</p>      |



Data percobaan penurunan titik didih larutan

| No | Zat Terlarut | Jumlah       | Molalitas Larutan (m) | Titik didih Larutan (°C) |
|----|--------------|--------------|-----------------------|--------------------------|
| 1  | Air          | .....mL      |                       |                          |
| 2  | Air Gula     | .....gram/mL |                       |                          |
| 3  | Air Garam    | .....gram/mL |                       |                          |

Hitung masing masing kenaikan titik didih larutan pada larutan gula dan larutan garam

**Kesimpulan:**

**Buatlah grafik suhu terhadap molalitas larutan**



### Lembar Kerja 3 Observasi

#### Lembar Kerja 3

##### Pengamatan dalam Peristiwa Osmosis

Coba Anda lakukan percobaan yang dapat menjelaskan terjadinya peristiwa osmosis. Silakan Anda amati dengan teliti dan Diskusikan hasil percobaan yang telah dilakukan dengan peserta lainnya dan berikan kesimpulan.

1. Siapkan telur ayam, cuka dapur dan air suling
2. Rendam telur ayam dalam larutan cuka dapur sampai kulit telur mengelupas. Pengelupasan kulit telur terjadi karena ada reaksi antara kulit telur dan asam. Tuliskan reaksi yang terjadi pada proses tersebut
3. Setelah kulit telur mengelupas, maka ada selaput pada telur itu, yaitu selaput semipermeabel
4. Telur ditimbang, kemudian rendam di dalam air suling kira-kira 30 menit. Timbang lagi apakah massanya bertambah atau berkurang? Mengapa ada perubahan massa telur?

Buat Tabel Pengamatan

Buat Kesimpulan



Setelah melakukan percobaan, silakan diskusikan hasil percobaan, catat pelik-pelik atau strategi-strategi sehingga kalau diujicobakan ke peserta didik akan memudahkan mereka melakukan percobaan dan menghasilkan data yang tepat.

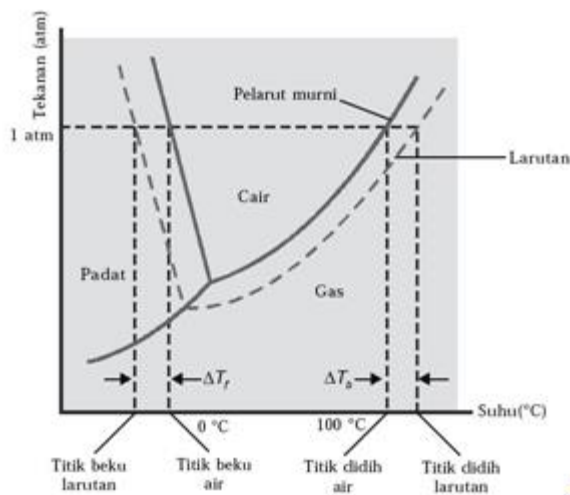
## E. Latihan/Kasus/Tugas

### E.1 Latihan soal

Setelah Mempelajari Topik Sifat Koligatif Larutan, Silakan Anda mengerjakan Latihan Soal secara mandiri selanjutnya lakukan diskusi dalam Kelompok. Kumpulkan hasil kerja tepat waktu sesuai jadwal yang ditentukan

**Pilihlah salah satu jawaban yang benar.**

1. Perhatikan diagram fasa berikut ini.

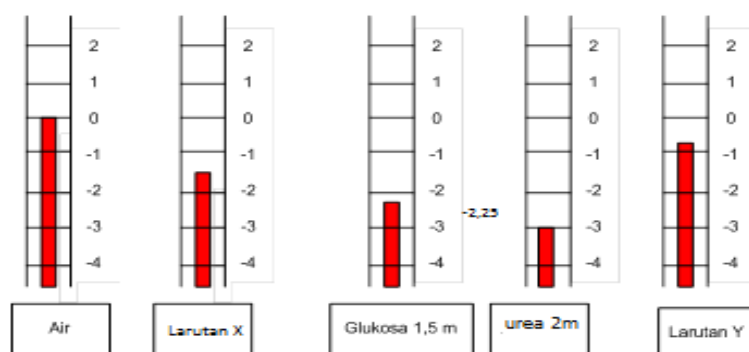


Jika pada suatu keadaan dilakukan pendidihan larutan gula dan pendidihan air murni. Berdasarkan diagram fasa, manakah dari pernyataan berikut yang tidak tepat untuk menjelaskan fenomena pendidihan larutan gula, yaitu....

- A. Tekanan uap jenuh larutan gula lebih rendah daripada tekanan uap jenuh air murni (pelarut)
- B. Titik didih larutan gula lebih tinggi daripada titik didih pelarutnya (air murni)
- C. Banyaknya zat terlarut yang dilarutkan dalam pelarut (air murni) berpengaruh pada besarnya kenaikan titik didih larutan



- D. Tekanan uap jenuh larutan berbanding lurus dengan volume pelarut air murni yang dididihkan
2. Sebanyak 4,5 gram glukosa ( $M_r = 180$ ) dilarutkan ke dalam 90 gram air ( $M_r = 18$ ). Jika tekanan uap jenuh pelarut pada suhu  $25^\circ\text{C}$  adalah 240 mmHg, maka tekanan uap larutan adalah....
- A.  $\frac{5}{5,025} \times 240$  mmHg  
B.  $\frac{0,5}{5} \times 240$  mmHg  
C.  $\frac{5}{0,5} \times 240$  mmHg  
D.  $\frac{5,025}{0,5} \times 240$  mmHg
3. Data titik beku dari percobaan sifat koligatif larutan ditunjukkan oleh gambar termometer berikut!



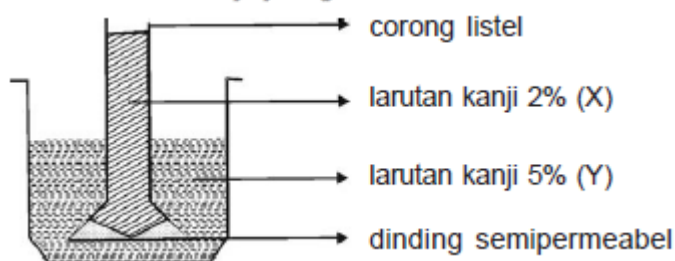
Diantara jawaban berikut, mana yang sesuai dengan larutan X dan Y?

|    | Larutan X             | Larutan Y             |
|----|-----------------------|-----------------------|
| A. | glukosa 0,5 m         | natrium klorida 0,5 m |
| B. | urea 0,5 m            | natrium klorida 1 m   |
| C. | natrium klorida 0,5 m | urea 2 m              |
| D. | Urea 1m               | glukosa 0,5 m         |

4. Ke dalam 250 gram air dilarutkan 8,7 gram  $\text{K}_2\text{SO}_4$  ( $M_r = 174$ ). Jika  $K_b$  air adalah  $0,52^\circ\text{C/molal}$ , tentukan kenaikan titik didih larutan tersebut!
- A.  $0,213^\circ\text{C}$   
B.  $0,524^\circ\text{C}$   
C.  $0,312^\circ\text{C}$



- D.  $0,125^{\circ}\text{C}$
5. Tentukan tekanan osmotik larutan glukosa ( $M_r = 180$ ) yang dibuat dengan melarutkan 10,8 gram glukosa dalam air hingga volumenya 400 mL pada suhu  $27^{\circ}\text{C}$ . Gunakan  $R = 0,082 \text{ L atm / mol K}$ .
- A. 2,54 atm  
B. 3,69 atm  
C. 4,16 atm  
D. 0,18 atm
6. Pernyataan yang tepat mengenai sifat koligatif larutan adalah ....
- A. sifat koligatif larutan bergantung pada jenis zat terlarut  
B. sifat koligatif larutan bergantung pada jumlah partikel zat terlarut  
C. tekanan uap suatu zat merupakan sifat koligatif larutan yang tergantung pada jenis zat  
D. salah satu sifat koligatif larutan adalah penurunan titik didih larutan
7. Penerapan sifat koligatif dalam kehidupan nyata adalah....
- A. pembuatan air aki  
B. pencucian batu baterai  
C. antibeku untuk mencairkan salju  
D. penghilangan karat pada besi
8. Diagram berikut ini adalah corong listel dengan dinding semipermeabel yang memisahkan dua larutan kanji yang berbeda konsentrasinya.



Sebelum mencapai keseimbangan, aliran molekul-molekul melalui dinding semipermeabel adalah ....

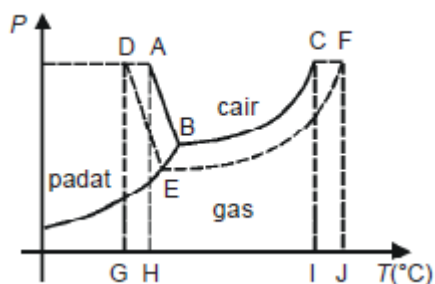
- A. Molekul air bergerak dari larutan X ke larutan Y





- B. Molekul air bergerak dari larutan Y ke larutan X
- C. Molekul kanji bergerak dari larutan X ke larutan Y
- D. Molekul kanji bergerak dari larutan Y ke larutan X

9. Perhatikan diagram berikut ini



Pada diagram P,T fasa  $H_2O$ , yang merupakan perubahan titik didih adalah....

- A. G-H
- B. I-J
- C. D-E
- D. A-B

10. Jika terdapat larutan berikut ini.

- |      |                         |
|------|-------------------------|
| i.   | 100mL sukrosa 0,02 M    |
| ii.  | 100mL $Na_2SO_4$ 0,01 M |
| iii. | 100 ml KCl 0,02 M       |
| iv.  | 100 ml $CaCl_2$ 0,02 M  |
| v.   | 100 ml urea 0,03 M      |

Maka larutan yang isotonik adalah....

- A. i dan ii
- B. i dan iii
- C. ii dan iv
- D. ii dan v



## E.2 Pengembangan Soal

Setelah Anda menjawab soal-soal pada latihan soal, buatlah soal-soal kategori HOTS untuk topik Sifat Koligatif Larutan mengacu pada kisi-kisi UN/USBN 2017. Jumlah soal minimal 5 (lima) soal pilihan ganda dan 2 (dua) soal uraian. Gunakan modul pedagogik KK G yang berjudul Pengembangan Instrumen Penilaian, Pedoman Penilaian SMA yang berlaku, serta buku pelajaran kimia. Kerjakan pada kegiatan ON. Lakukan telaah soal menggunakan instrumen telaah soal HOTS, perbaiki soal berdasarkan hasil telaah. Setelah itu, Anda mendokumentasikan hasil pekerjaan Anda sebagai bahan portofolio dan bahan laporan pada IN-2

## F. Rangkuman

1. Sifat koligatif larutan bergantung pada banyaknya partikel zat terlarut dalam larutan dan tidak tergantung pada jenis partikel zat terlarut.
2. Beberapa sifat koligatif larutan adalah penurunan tekanan uap, peningkatan titik didih, penurunan titik beku dan tekanan osmotik.
3. Sifat koligatif larutan dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu sifat koligatif larutan elektrolit dan non elektrolit. Hal itu disebabkan zat terlarut dalam larutan elektrolit bertambah jumlahnya karena terurai menjadi ion-ion,
4. Gerakan molekul pelarut murni melewati membran semipermeabel dari pelarut murni atau pelarut encer ke larutan yang lebih pekat disebut osmosis. Tekanan osmotik ( $\pi$ ) suatu larutan adalah tekanan yang diperlukan untuk menghentikan osmosis
5. Penerapan sifat koligatif dalam kehidupan sehari-hari banyak dijumpai, seperti pembuatan es puter, antibeku dalam tubuh hewan, antibeku air radiator di daerah iklim dingin, proses memasak dan sebagainya.



## G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan soal latihan ini, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 80%, silakan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 80%, sebaiknya Anda ulangi kembali kegiatan Pembelajaran ini.

## KEGIATAN PEMBELAJARAN 2: UNSUR-UNSUR PERIODE KETIGA

Unsur-unsur yang berada di alam mempunyai sifat atau karakteristik yang bermacam-macam. Sifat-sifat unsur ini dapat berupa sifat fisis seperti jari-jari atom, titik didih, titik leleh, kekerasan, warna, kelarutan, dan sifat unsur lainnya, serta sifat kimia unsur seperti kereaktifan, keelektronegatifan, sifat oksidator, sifat reduktor, dan sifat khusus lainnya.

Materi Kimia Unsur pada Kurikulum 2013 disajikan di kelas XII semester 1 SMA dengan Kompetensi Dasar (KD) sebagai berikut :

KD dari Kompetensi Inti 3 (KI 3) Aspek Pengetahuan: 3.8 Menganalisis kelimpahan, kecenderungan sifat fisika dan kimia, manfaat, dan proses pembuatan unsur-unsur periode 3 dan golongan transisi (periode 4).

KD dari KI 4 aspek Keterampilan: 4.8. Menyajikan data hasil penelusuran informasi sifat dan pembuatan unsur-unsur Periode 3 dan unsur golongan transisi (periode 4).

Kompetensi guru terkait materi ini adalah “Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori kimia meliputi struktur, dinamika, energetika dan kinetika serta penerapannya secara fleksibel” dengan sub kompetensi “Memahami kelimpahan, sifat, pembuatan dan kegunaan unsur-unsur periode ketiga”.

Kompetensi ini dapat dicapai jika guru belajar materi ini dengan kerja keras, profesional, kreatif dalam melakukan tugas sesuai instruksi pada bagian aktivitas belajar yang tersedia, disiplin dalam mengikuti tahap-tahap belajar serta bertanggung jawab dalam membuat laporan atau hasil kerja.



## A. Tujuan

Setelah belajar dengan modul ini, Anda diharapkan dapat memahami kelimpahan, sifat fisis dan sifat kimia, pembuatan dan kegunaan senyawa unsur periode ketiga bagi manusia dan lingkungan.

## B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi yang diharapkan dicapai melalui diklat ini adalah:

1. Menjelaskan kelimpahan unsur-unsur periode ketiga.
2. Menjelaskan sifat fisik dan sifat kimia unsur-unsur periode ketiga..
3. Menjelaskan pembuatan unsur-unsur periode ketiga.
4. Menjelaskan manfaat unsur-unsur periode ketiga.

## C. Uraian Materi

Unsur-unsur periode ketiga terdiri atas Natrium (Na), Magnesium (Mg), Aluminium (Al, Si, P, S, Cl dan Ar. Sifat-sifat unsur dalam satu golongan umumnya sama, hanya ada sifat yang berbeda-beda. Sebaliknya sifat unsur dalam satu periode berubah secara bertahap, sehingga sifat unsur paling kiri berbeda dengan sifat unsur paling kanan baik dalam sifat fisika maupun sifat kimianya

Pada modul G ini membahas mengenai Kelimpahan, sifat, pembuatan dan kegunaan unsur-unsur periode ketiga.

Pada saat mempelajari materi, baca uraian materi sampai tuntas. Selanjutnya buatlah rangkuman dengan kreatif dalam bentuk *mindmap*. Anda dapat bekerja sama dalam kelompok.

### 1. Sifat Fisik Unsur-unsur Periode Ketiga

Pada sistem periodik, unsur-unsur periode ketiga terdiri dari unsur logam dan non logam sifat ini dapat dilihat dari data titik leleh, titik didih, dan daya hantar listriknya. Coba amati Tabel 2.1 berikut ini.

**Tabel 2.1** Sifat logam dan non logam unsur periode ke-3



| Unsur               | Na        | Mg        | Al        | Si        | P        | S        | Cl       | Ar       |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| Titik Leleh °C      | 98        | 650       | 660       | 1420      | 44       | 199      | -102     | -189     |
| Titik Didih °C      | 892       | 1100      | 2460      | 2355      | 280      | 445      | -34      | -186     |
| Daya Hantar Listrik | Konduktor | Konduktor | Konduktor | Konduktor | Isolator | Isolator | isolator | Isolator |

Coba amati bagaimana kecenderungan titik leleh, titik didih, dan daya hantar listrik unsur periode ke-3 dari kiri ke kanan?

Berdasarkan tabel 2.1 titik leleh untuk unsur Na sampai S berwujud padat, sedangkan Cl dan Ar berwujud gas. Na, Mg, Al dan Si dapat menghantarkan arus listrik bersifat logam. Sifat logam dari Na ke Al berkurang, Si bersifat semi logam sedangkan P sampai Ar bersifat non logam.

## 2. Sifat Kimia Unsur-unsur Periode Ketiga

Unsur-unsur periode ketiga masing-masing terletak pada golongan 1 sampai 18 (golongan utama). Konfigurasi elektron unsur-unsurnya dapat dilihat pada tabel 2.2.

**Tabel 2.2.** Konfigurasi elektron unsur-unsur periode ketiga

| Nama Unsur | Lambang Unsur | Nomor Atom | Konfigurasi Elektron       |
|------------|---------------|------------|----------------------------|
| Natrium    | Na            | 11         | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$      |
| Magnesium  | Mg            | 12         | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$      |
| Aluminium  | Al            | 13         | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ |
| Silikon    | Si            | 14         | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ |
| Fosfor     | P             | 15         | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ |
| Sulfur     | S             | 16         | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ |
| Klor       | Cl            | 17         | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ |
| Argon      | Ar            | 18         | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ |

Dari tabel 2.2 berdasarkan konfigurasi elektronnya dapat terlihat unsur tersebut mencapai kestabilannya dengan melepaskan elektron (Na, Mg, Al), Si bersifat semi logam sedangkan unsur P, S, Cl mencapai kestabilan dengan cara menerima elektron. Unsur Ar termasuk unsur golongan gas mulia.



Perubahan sifat unsur-unsur periode ketiga dapat diamati juga dari ukuran jari-jari atom dan energi ionisasinya. Perhatikan tabel 2.3 jari-jari atom dan energi ionisasinya untuk unsur periode ketiga.

**Tabel 2.3.** Jari-jari atom dan energi ionisasi unsur periode ketiga

| Unsur                    | Na    | Mg    | Al    | Si    | P     | S     | Cl    | Ar    |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Jari-jari (nm)           | 0,191 | 0,160 | 0,130 | 0,118 | 0,110 | 0,102 | 0,099 | 0,095 |
| Energi Ionisasi (kJ/mol) | 495   | 738   | 577   | 787   | 1060  | 1000  | 1255  | 1520  |

Berdasarkan tabel 2.3 terlihat bahwa jari-jari atom dari kiri ke kanan makin kecil, hal ini disebabkan pada satu periode makin ke kanan muatan inti bertambah. Tarik menarik inti dengan elektron kulit terluar makin kuat sehingga jari-jari atom makin kecil.

Energi ionisasi dari kiri ke kanan cenderung makin besar tetapi energi ionisasi Mg lebih besar dari Al dan P lebih besar dari S, hal ini disebabkan konfigurasi elektron Mg lebih stabil dari Al dan P lebih stabil dari S. Mg memiliki orbital yang penuh elektron dan P memiliki orbital setengah penuh.

### 3. Sifat Reduktor dan Oksidator Unsur-unsur Periode Ketiga

Untuk mencapai susunan elektron stabil, natrium dapat melepaskan 1 elektron, sedangkan klor menangkap 1 elektron.



Na mudah melepaskan elektron berarti mudah mengalami oksidasi (bersifat reduktor), sedangkan klor lebih mudah menangkap elektron, berarti mudah mengalami reduksi (bersifat oksidator).

Pada tabel 2.4. Di sajikan data kekuatan sifat reduktor dan oksidator unsur periode ketiga dapat dilihat dari harga potensial elektrode standar.

**Tabel 2.4.** Potensial Elektrode StAndar ( $E^\circ$ ) Unsur Periode Ketiga

| Reaksi   | Potensial Elektrode StAndar ( $E^\circ$ ) |
|--|---|
| $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{Na (s)}$  | -2,71 volt                                |
| $\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Mg (s)}$  | -2,37 volt                                |
| $\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{Al (s)}$  | -1,66 volt                                |
| $\text{SiO}_2(\text{aq}) + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \longrightarrow \text{Si (s)} + 2 \text{H}_2\text{O (l)}$       | -0,86 volt                                |
| $\text{H}_3\text{PO}_2(\text{aq}) + \text{H}^+ + \text{e}^- \longrightarrow \text{P (s)} + 2 \text{H}_2\text{O (l)}$ | -0,51 volt                                |
| $\text{S (s)} + 2 \text{e}^- \longrightarrow \text{S}^{2-}(\text{aq})$   | -0,48 volt                                |
| $\frac{1}{2} \text{Cl}_2 (\text{g}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{Cl}^-(\text{aq})$                             | +1,36 volt                                |

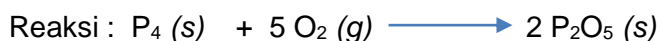
Berdasarkan harga potensial elektrode stAndar, natrium, magnesium, dan aluminium merupakan reduktor kuat. Daya pereduksi unsur-unsur periode ketiga dari kiri ke kanan semakin berkurang, sedangkan daya pengoksidasi makin bertambah. Unsur klor merupakan oksidator kuat.

Natrium bereaksi hebat dengan air, sehingga menimbulkan ledakan dan nyala api.

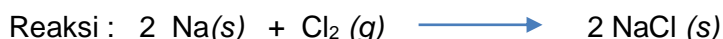


Magnesium juga dapat bereaksi dengan air, tapi lebih lambat dibandingkan reaksi Na dengan air, sedangkan Al dan S tidak bereaksi dengan air. Dengan demikian Na bersifat pereduksi paling kuat.

Daya pereduksi Si sangat lemah, Si tidak bereaksi dengan air, fosfor mempunyai sifat pereduksi dan pengoksidasi yang lemah tetapi dengan oksidator kuat dapat bertindak sebagai pereduksi.



Klor merupakan oksidator yang kuat, klor dapat mengoksidasi logam alkali, alkali tanah, dan logam transisi membentuk senyawa klorida.



Dapat disimpulkan dari kiri kekanan, unsur-unsur periode ketiga memiliki sifat daya pereduksi makin lemah dan daya pengoksidasi makin kuat.





#### 4. Sifat Senyawa Oksida Unsur Periode Ketiga

Unsur-unsur periode ketiga dengan oksigen membentuk senyawa oksida. Rumus oksida dari unsur periode ketiga dengan bilangan oksidasi tertinggi dapat dilihat pada tabel 2.5.

**Tabel 2.5.** Rumus Oksida dari unsur periode ketiga

| Unsur        | Na                | Mg  | Al                             | Si               | P                             | S               | Cl                             | Ar |
|--------------|-------------------|-----|--------------------------------|------------------|-------------------------------|-----------------|--------------------------------|----|
| Biloks       | +1                | +2  | +3                             | +4               | +5                            | +6              | +7                             | -  |
| Rumus Oksida | Na <sub>2</sub> O | MgO | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | SO <sub>3</sub> | Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | -  |

Sifat-sifat oksida unsur periode ketiga ditampilkan pada tabel 2.6. Coba amati bagaimana sifat-sifatnya.

**Tabel 2.6.** Beberapa sifat oksida unsur-unsur periode ketiga

|                  | N <sub>2</sub> O           | MgO  | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | P <sub>4</sub> O <sub>10</sub> | SO <sub>3</sub> | Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub> |
|------------------|----------------------------|------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|
| Jenis Senyawa    | ← Ionik →                  |      |                                | ← Molekuler →    |                                |                 |                                |
| Struktur         | ← Tiga Dimensi Ekstensif → |      |                                |                  | ← Diskret Satuan Molekular →   |                 |                                |
| Titik Leleh (°C) | 1275                       | 2800 | 2045                           | 1610             | 580                            | 16,8            | -91,5                          |
| Titik Didih (°C) | ?                          | 3600 | 2980                           | 2230             | ?                              | 44,8            | 82                             |
| Sifat Asam Basa  | Basa                       | Basa | Amfoter                        | ← Asam →         |                                |                 |                                |

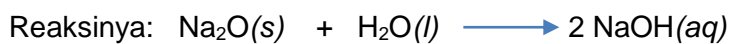
(Sumber : Raymond Chang, Kimia Dasar Jilid 1)

Kita telah mengamati sebelumnya bahwa oksigen memiliki kecenderungan untuk membentuk ion oksida. Kecenderungan ini amat didorong dalam reaksi dengan logam yang memiliki energi ionisasi yang rendah, yaitu golongan 1, 2 dan aluminium. Jadi Na<sub>2</sub>O, MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> adalah senyawa-senyawa ionik, seperti yang terlihat dari titik leleh dan titik didihnya yang tinggi. Senyawa-senyawa ini memiliki struktur tiga dimensi yang luas dimana setiap kation dikelilingi oleh sejumlah tertentu anion, dan sebaliknya. Karena energi ionisasi unsur-unsur meningkat dari kiri ke kanan, maka sifat molekul dari oksida-oksida yang terbentuk akan

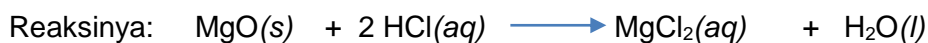


bertambah juga. Silikon adalah metaloid oksidanya, ( $\text{SiO}_2$ ) juga memiliki jaringan tiga dimensi yang sangat besar, walaupun dengan tidak adanya ion-ion. oksida fosfor, belerang dan klor adalah senyawa molekul yang terdiri atas satuan-satuan kecil yang terpisah. Tarik-menarik yang lemah antara molekul-molekul ini menghasilkan titik leleh dan titik didih yang relatif rendah.

Senyawa oksida unsur periode ketiga dapat membentuk senyawa asam atau basa, bergantung pada apakah oksida ini menghasilkan asam atau basa ketika dilarutkan dalam air atau bereaksi sebagai asam atau basa dalam proses tertentu. Beberapa oksida bersifat oksida amfoter, yang berarti bahwa oksida-oksida tersebut bersifat asam maupun basa. Dua oksida pertama pada periode ketiga  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$  adalah oksida basa. Dimana  $\text{Na}_2\text{O}$  bereaksi dengan air membentuk natrium hidroksida yang bersifat basa.

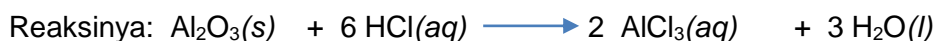


Magnesium oksida agak sulit larut. Tetapi oksida tersebut bereaksi dengan asam dengan cara yang menyerupai reaksi asam-basa:

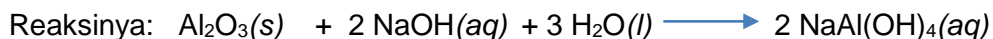


Perhatikan bahwa produk reaksinya adalah berupa garam  $\text{MgCl}_2$  dan air, produk yang biasa dihasilkan pada reaksi penetralan asam-basa.

Aluminium oksida bahkan lebih sulit larut dibandingkan magnesium oksida, oksida ini juga tidak bereaksi dengan air. Tetapi zat ini menunjukkan sifat-sifat basa bereaksi dengan asam.

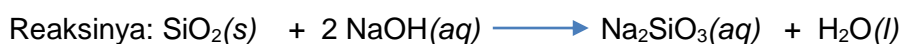


Zat ini juga menunjukkan sifat-sifat asam dengan bereaksi dengan basa:



Jadi  $\text{Al}_2\text{O}_3$  digolongkan sebagai oksida amfoter karena memiliki sifat-sifat asam maupun basa. Oksida amfoter yang lain adalah  $\text{ZnO}$ ,  $\text{BeO}$ , dan  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ .

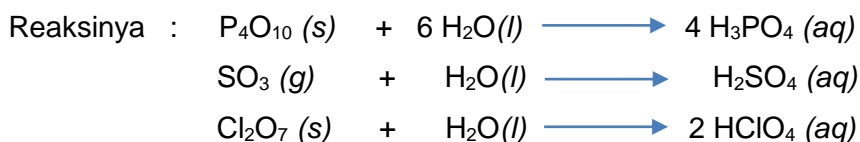
Silikon dioksida tidak larut dalam air dan tidak bereaksi dengan air. Tetapi oksida ini memiliki sifat-sifat asam karena bereaksi dengan basa yang sangat pekat.



Karena alasan inilah, basa pekat seperti  $\text{NaOH}$  sebaiknya tidak ditempatkan dalam peralatan gelas *pyrex* yang terbuat dari  $\text{SiO}_2$ .

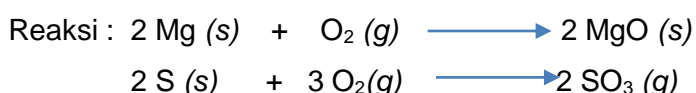


Oksida periode ketiga yang tersisa bersifat asam, seperti ditandai reaksinya dengan air membentuk asam fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ), asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), dan asam perklorat ( $\text{HClO}_4$ ).

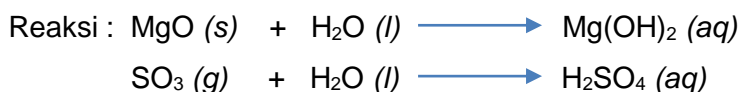


Senyawa oksida unsur-unsur periode ketiga menunjukkan bahwa dengan menurunnya karakter logam unsur-unsur dari kiri ke kanan dalam satu periode, oksidanya berubah dari bersifat basa menjadi amfoter kemudian menjadi asam.

Pembakaran magnesium dan belerang masing-masing menghasilkan senyawa oksida yaitu magnesium oksida dan belerang trioksida.



Magnesium oksida bereaksi dengan air menghasilkan magnesium hidroksida. Belerang trioksida bereaksi dengan air menghasilkan asam sulfat.



Magnesium pada periode ketiga terletak di bagian kiri, sedangkan belerang di sebelah kanan, maka oksida bagian kiri pembentuk basa sedangkan oksida bagian kanan pembentuk asam.

## 5. Sifat Asam-Basa Hidroksida Unsur Periode Ketiga

Hidroksida adalah senyawa yang dapat menghasilkan ion  $\text{OH}^-$ . Rumus hidroksida unsur periode ketiga dengan bilangan oksidasi tertinggi dapat dilihat pada Tabel 2.7.

**Tabel 2.7.** Rumus hidroksida unsur periode ketiga

| Unsur            | Na   | Mg                       | Al                       | Si                       | P                       | S                       | Cl                       |
|------------------|------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Rumus Hidroksida | NaOH | $\text{Mg}(\text{OH})_2$ | $\text{Al}(\text{OH})_3$ | $\text{Si}(\text{OH})_4$ | $\text{P}(\text{OH})_5$ | $\text{S}(\text{OH})_6$ | $\text{Cl}(\text{OH})_7$ |

Senyawa hidroksida umumnya bersifat basa, bagaimanakah dengan sifat hidroksida unsur periode ketiga? Rumus senyawa hidroksida secara umum dapat ditulis  $\text{LOH}$ . Jika Keelektronegatifan L kecil, maka ikatan antara L dengan O

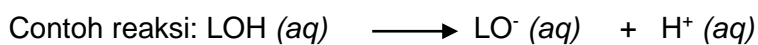


lemah dan ikatan O dengan H kuat, sehingga ikatan antara L dengan O lebih mudah putus dan  $\text{OH}^-$  akan lepas akibatnya LOH bersifat basa.

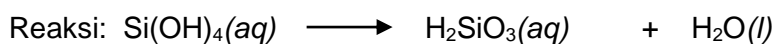


Hidroksida unsur periode ketiga yang bersifat basa adalah  $\text{NaOH}$  dan  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ .  $\text{NaOH}$  bersifat basa kuat,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  basa lemah.

Jika keelektronegatifan unsur L besar, ikatan antar L dengan O kuat, sedangkan ikatan antara O dengan H lemah, maka ikatan O dengan H mudah putus dan terbentuk  $\text{LO}^-$  dan  $\text{H}^+$  yang mengakibatkan LOH bersifat asam.



Sifat asam mulai terjadi pada senyawa  $\text{Si}(\text{OH})_4$ , oleh karena keelektronegatifan dari Si ke Cl makin besar maka kekuatan asamnya dari Si ke Cl bertambah.



Asam sangat lemah



Asam lemah

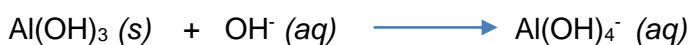
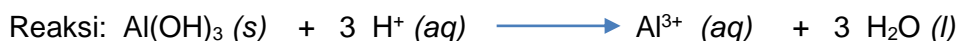


Asam kuat



Asam sangat kuat

$\text{Al}(\text{OH})_3$  sukar larut dalam air, tetapi larut dalam asam maupun basa. Maka  $\text{Al}(\text{OH})_3$  bersifat amfoter.



Senyawa-senyawa hidroksida unsur periode ketiga dari kiri ke kanan sifat basanya berkurang dan sifat asamnya bertambah sedangkan  $\text{Al}(\text{OH})_3$  bersifat amfoter.

## 6. Karakteristik Unsur-unsur Periode Ketiga

Unsur-unsur periode ketiga terdiri atas Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl dan Ar, unsur Na, Mg, Cl dan Ar sudah dibahas pada modul kelompok kompetensi lainnya, maka pembahasan lebih difokuskan ke unsur Al, Si, P dan S.



#### a. Aluminium (Al)

Aluminium dalam sistem periodik terdapat pada golongan 13 dengan elektron valensi  $ns^2 np^1$ , dan bilangan oksidasi +3. Aluminium pada umumnya membentuk senyawa kovalen. Senyawa ion aluminium sangat terbatas, misalnya  $AlF_3$

##### 1) Kelimpahan Aluminium di Alam

Aluminium adalah termasuk logam transisi yang paling reaktif. Kelimpahan aluminium terbanyak terdapat di kerak bumi (7,5%) merupakan unsur ketiga (setelah oksigen dan silikon) terbanyak dalam kulit bumi, tetapi tidak ditemukan dalam bentuk unsur bebas. Aluminium terutama terdapat dalam mineral alumino silikat yang ditemukan berasal dari batuan kulit bumi. Akibat perubahan alam, batuan ini membentuk lempung yang mengandung aluminium. Setelah melalui proses alam yang panjang dan lama, lempung tersebut menghasilkan deposit bauksit, suatu bijih aluminium yang mengandung  $AlO(OH)$  dan  $Al(OH)_3$  dalam berbagai komposisi.

Corundum adalah mineral keras yang mengandung aluminium oksida,  $Al_2O_3$ . Oksida aluminium murni tidak berwarna, tetapi akibat adanya pengotor dapat menghasilkan berbagai warna.

##### 2) Sifat-Sifat Unsur Aluminium

Aluminium termasuk logam yang murah dibandingkan dengan logam yang lainnya. Aluminium murni adalah logam berwarna putih keperakan dengan banyak karakteristik yang diinginkan. Aluminium ringan, tidak mengalami korosi, sangat kuat terutama jika digunakan aliansi. Oleh karena sifat-sifat ini aluminium digunakan untuk membuat kendaraan yang ringan dan hemat energi, tidak beracun (sebagai logam), non magnetik dan tidak memercik. Aluminium sangat lunak dan dapat dibentuk menjadi kawat atau gulungan kawat, dipress atau dicetak menjadi bentuk yang diinginkan. Sifat fisika dan kimia aluminium ditunjukkan pada tabel 2.8.



Tabel 2.8. Sifat Fisis dan Kimia Unsur Aluminium

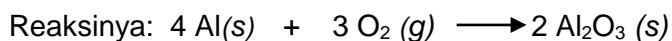
| Sifat   | Aluminium                       |
|---|---------------------------------|
| Elektron terluar  | 3s <sup>2</sup> 3p <sup>1</sup> |
| Wujud Fisik (25°C, 1 atm)   | padat                           |
| Titik leleh (°C)  | 660                             |
| Titik Didih (°C)  | 2367                            |
| Massa jenis (g/cm <sup>3</sup> )  | 2,70                            |
| Jari-jari atom (Å°)   | 1,43                            |
| Jari-jari Ion, M <sup>3+</sup> (Å°)   | 0,68                            |
| Keelektronegatifan  | 1,5                             |
| E°(volt) : M <sup>3+</sup> (aq) + 3e <sup>-</sup> → M(s)  | -1,66                           |
| Tingkat oksidasi  | +3                              |
| Energi Ionisasi (kJ/mol)  |                                 |
| M(g) → M <sup>+</sup> (g) + e <sup>-</sup>  | 578                             |
| M <sup>+</sup> (g) → M <sup>2+</sup> (g) + e <sup>-</sup>   | 1817                            |
| M <sup>2+</sup> (g) → M <sup>3+</sup> (g) + e <sup>-</sup>  | 2745                            |
| ΔH <sub>0</sub> hydration (kJ/mol):<br>M <sup>3+</sup> (g) + xH <sub>2</sub> O → M <sup>3+</sup> (aq) | -4740                           |

\*Untuk senyawa kovalen tingkat oksidasi +3

(Sumber : Whitten\_Davis\_Peck, General Chemistry)

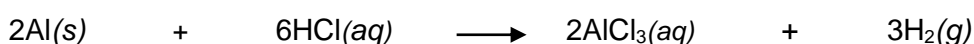
Massa jenis aluminium yang relatif rendah, maka sering digunakan sebagai bahan struktur logam yang ringan. Aluminium sering dicampur dengan Mg dan beberapa logam lain seperti Cu dan Si untuk menambah kekuatannya.

Berdasarkan potensial reduksi standar, aluminium termasuk senyawa pereduksi kuat. Reaksi :  $\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^{-} \longrightarrow \text{Al}(\text{s})$   $E^{\circ} = -1,66$  Volt. Aluminium mudah teroksidasi menjadi aluminium oksida, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Oksida ini membentuk lapisan tipis pada permukaan aluminium dan bersifat inert terhadap oksidasi. Aluminium segera membentuk aluminium oksida ketika dibiarkan diudara.

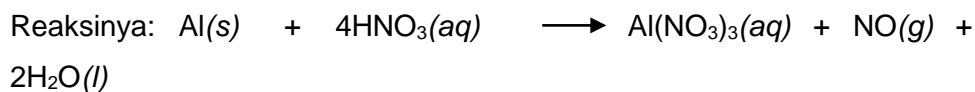


Lapisan oksida yang terbentuk mampu mencegah terjadinya oksidasi berkelanjutan.

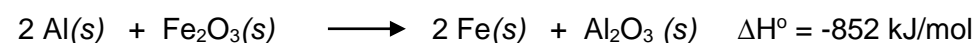
Aluminium dapat bereaksi secara langsung dengan halogen membentuk aluminium halida disertai pelepasan gas hidrogen.



Jika lapisan oksidanya diampelas, maka Al dapat bereaksi dengan asam nitrat.



Entalpi pembentukan aluminium oksida adalah sangat negatif hal ini membuat aluminium menjadi senyawa pereduksi kuat untuk oksida logam lainnya. Contoh reaksi :



Reaksinya mengeluarkan panas yang cukup untuk menghasilkan besi cair untuk baja las.

### 3) Pembuatan dan Kegunaan Unsur Aluminium

Aluminium adalah barang tambang yang didapat dalam skala besar sebagai bauksit ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Bauksit mengandung  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ , dan zat pengotor lainnya. Maka untuk dapat memisahkan aluminium murni dari bentuk senyawanya, zat-zat pengotor ini harus dipisahkan dari bauksit. Ini dilakukan dengan proses Bayer. Proses ini meliputi penambahan larutan natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) yang menghasilkan larutan natrium alumina dan natrium silikat. Besi merupakan sisa sampingan yang didapat dalam bentuk padatan. Ketika  $\text{CO}_2$  dialirkan terus menghasilkan larutan, natrium silikat tinggal di dalam larutan sementara aluminium diendapkan sebagai aluminium hidroksida. Hidroksida dapat disaring, dicuci dan dipanaskan membentuk alumina murni,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Langkah selanjutnya adalah pembentukan aluminium murni. Ini diperoleh dari  $\text{Al}_2\text{O}_3$  melalui metode elektrolisis. Elektrolisis ini dilakukan karena aluminium bersifat elektropositif.

Aluminium banyak digunakan di industri maupun sebagai perlengkapan alat rumah tangga diantaranya :

- aluminium digunakan pada otomobil, pesawat terbang, truck, rel kereta api, kapal laut, sepeda;
- pengemasan (kaleng, foil);
- bidang konstruksi (jendela, pintu, dll);
- pada perlengkapan memasak;
- aluminium digunakan pada produksi jam tangan karena aluminium memberikan daya tahan dan menahan pemudaran dan korosi.

**b. Silikon (Si)**

Silikon berada pada golongan 14 dalam sistem periodik dengan elektron valensi  $ns^2np^2$ , membentuk ikatan kovalen dengan struktur tetrahedral. Silikon dapat membentuk enam buah ikatan yaitu  $SiF_6^{2-}$ .

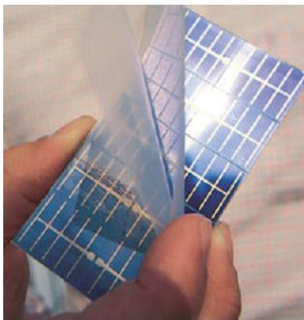
**1) Kelimpahan Silikon di Alam**

Silikon merupakan unsur kedua terbanyak ditemukan di kerak bumi setelah oksigen (sekitar 87%) dalam bentuk silika ( $SiO_2$ ) dan mineral silikat. Silikon tidak terdapat di alam dalam keadaan bebas, silikon murni mengkristal seperti struktur berlian, tetapi atom-atom Si dikemasnya kurang erat dibanding dengan atom C.

**2) Sifat-sifat Unsur Silikon**

Silikon berupa padatan keras dengan struktur seperti intan, berwarna biru abu-abu mengkilap, berwarna, titik lelehnya tinggi ( $1.410^\circ C$ ), metalloid rapuh. Sepertinya logam, tetapi secara kimiawi lebih seperti sebuah nonlogam. Silikon bersifat semi konduktor, daya hantarnya kecil pada suhu kamar, tetapi pada suhu tinggi menjadi konduktor yang baik.

Silikon dapat bereaksi dengan uap air pada suhu tinggi. Persamaan reaksinya :

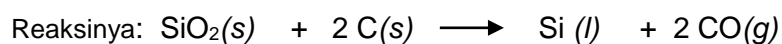


**Gambar 2.1.** Silikon murni digunakan dalam solar sel untuk mengumpulkan energi matahari

(Sumber : Whitten\_Davis\_Peck, General Chemistry)

**3) Pembuatan dan Kegunaan Unsur Silikon**

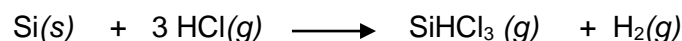
Silikon dibuat melalui reduksi pasir kuarsa ( $SiO_2$ ) oleh karbon dalam tungku listrik pada suhu diatas  $2000^\circ C$ . Silikon cair yang dihasilkan (titik leleh  $1400^\circ C$ ) dikeringkan dari tungku.



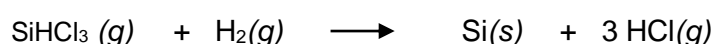




Untuk mendapatkan silikon ultramurni, silikon mentah dipanaskan pada suhu 300°C dan dialiri gas hidrogen klorida. Dihasilkan senyawa triklorosilane ( $\text{SiHCl}_3$ ) yang dapat di suling dan didestilasi kembali sampai tingkat pengotor berada dibawah tingkat part per milion (ppm) :



Reaksi sebaliknya berlangsung spontan suhu 1000°C, didapatkan silikon ultramurni. Hidrogen klorida yang dihasilkan dapat digunakan kembali pada proses pertama.



Untuk tujuan metalurgi, silikon dipadukan dengan besi membentuk ferosilikon (Fe–Si). Paduan ini diperoleh melalui reduksi besi(III) oksida bersama-sama dengan pasir kuarsa. Unsur silikon digunakan untuk membuat polimer silikon. Silikon ultramurni digunakan sebagai bahan semikonduktor padat seperti transistor, sel surya dan chips mikro komputer.

Silikon dioksida (silika) ada dalam dua bentuk di alam yaitu kuarsa, butiran kecil yang terjadi di pasir; dan batu api (Latin silex), jenis silika yang berbentuk amorf. Silika dilukiskan sebagai  $(\text{SiO}_2)_n$  karena merupakan polimer padat dari  $\text{SiO}_4$  tetrahedra.

### c. Fosfor (P)

Fosfor dalam sistem periodik terletak pada golongan 15. Fosfor terdapat sebagai molekul  $\text{P}_4$ , dimana membentuk dua oksida padat dengan rumus  $\text{P}_4\text{O}_6$  dan  $\text{P}_4\text{O}_{10}$ .

#### 1) Kelimpahan Di Alam

Fosfor selalu berkombinasi di alam, fosfor ada dalam semua organisme hidup sebagai organophosfat dan dalam calcium fosfat seperti hidroksiapatit,  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$ , dan fluorapatit  $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}]$  dalam tulang dan gigi. Sifat fisis dan kimia fosfor ditunjukkan dalam tabel 2.9.

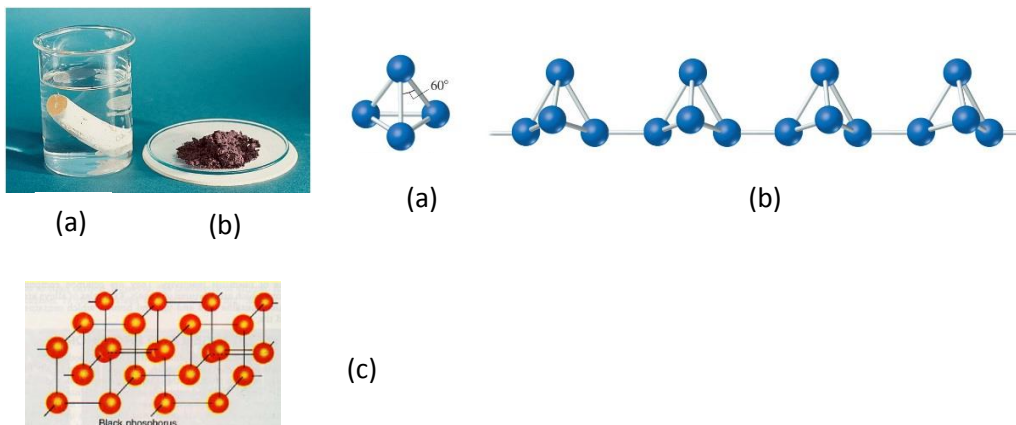


**Gambar 2.2** Bentuk molekul (a)  $P_4O_6$  ; (b)  $P_4O_{10}$

(Sumber : Petrucci, General Chemistry)

## 2) Sifat-sifat Unsur Fosfor

Fosfor mempunyai beberapa alotrop yang terkenal yaitu fosfor putih dan fosfor merah. Sifat fisis dan kimia fosfor ditunjukkan pada tabel 2.9.



**Gambar 2.3.** Allotrop Fosfor (a) Fosfor putih ; (b) Fosfor merah; (c) Fosfor hitam

(Sumber : Petrucci, General Chemistry)

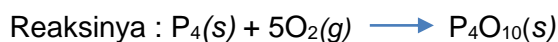
**Tabel 2.9.** Sifat fisis dan kimia fosfor

| Sifat                            | Fosfor              |
|----------------------------------|---------------------|
| Wujud Fisik (25°C, 1 atm)        | padat               |
| Warna                            | Merah, putih, hitam |
| Elektron terluar                 | $3s^2 3p^2$         |
| Titik leleh (°C)                 | 44 (putih)          |
| Titik Didih (°C)                 | 280 (putih)         |
| Jari-jari atom (Å)               | 1,10                |
| Keelektronegatifan               | 2,1                 |
| Energi Ionisasi Pertama (kJ/mol) | 1012                |
| Tingkat oksidasi                 | -3 sampai +5        |

(Sumber : Whitten\_Davis\_Peck, General Chemistry)



Tetrafosfor merupakan zat yang sangat reaktif, mungkin karena struktur ikatan yang sangat tegang, terbakar hebat diudara menghasilkan tetrafosfor dekaoksida.

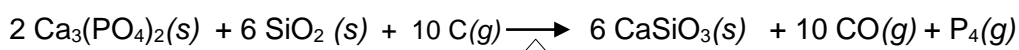


Karena bersifat reaktif maka fosfor putih harus disimpan di dalam air.

### 3) Pembuatan dan Kegunaan Fosfor

Di industri, unsur fosfor diperoleh dari mineral fosfat dengan pemanasan pada suhu 1200-1500 ° C dalam tanur listrik dengan pasir (SiO<sub>2</sub>) dan kokas.

Reaksinya :



Uap fosfor terkondensasi menjadi padatan putih (titik leleh= 44°C, titik didih=280°C) di bawah H<sub>2</sub>O untuk mencegah oksidasi. Bahkan ketika disimpan di air, fosfor putih perlahan berubah menjadi yang lebih stabil yaitu alotrop fosfor merah (titik leleh=597°C; menyublim pada 431°C). Fosfor merah dan tetrafosfor trisulfida (P<sub>4</sub>S<sub>3</sub>), digunakan dalam korek api, tidak terbakar secara spontan, namun terbakar dengan mudah ketika dipanaskan oleh gesekan. Fosfor putih dan merah keduanya tidak larut dalam air. Penggunaan fosfor terbesar adalah sebagai pupuk.

### d. Belerang (S)

Belerang dalam sistem periodik terletak pada golongan 16, berupa zat padat dengan rumus molekul S<sub>8</sub>.

#### 1) Kelimpahan Unsur Belerang

Kelimpahan belerang sekitar 0,05% dari kerak bumi. Belerang salah satu unsur yang dikenal oleh orang dahulu. Belerang digunakan oleh orang Mesir sebagai pewarna kuning, dan dibakar di beberapa upacara keagamaan karena menghasilkan bau yang tidak biasa; Dinamakan "belerang" dari Alkitab. Ahli kimia mencoba untuk menggabungkan "warna kekuningan" menjadi zat lain untuk menghasilkan emas.

Belerang terdapat sebagai unsur bebas, dengan rumus S<sub>8</sub>, dan di dalam logam sulfida sebagai galena (PbS), pirit besi (FeS<sub>2</sub>), dan cinnabar (HgS),



Juga sebagai logam sulfat seperti barit ( $\text{BaSO}_4$ ), dan gipsum ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) dan gas vulkanik sebagai  $\text{H}_2\text{S}$  dan  $\text{SO}_2$ .

Belerang terdapat dalam mineral gipsum ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) dan dalam mineral sulfida yang merupakan bijih logam. Belerang juga terdapat dalam batubara.

Belerang banyak ditemukan di alam dalam bahan organik, seperti minyak bumi dan batubara. Kehadirannya dalam bahan bakar fosil menyebabkan masalah lingkungan dan kesehatan karena pembakaran sulfur menghasilkan sulfur dioksida yang merupakan bahan pencemar udara.

## 2) Sifat-sifat Unsur Belerang

Sifat fisis dan kimia belerang ditunjukkan pada tabel 2.10.

**Tabel 2.10.** Sifat Fisis dan Kimia Belerang

| Sifat                            | Belerang       |
|----------------------------------|----------------|
| Wujud Fisik (25°C, 1 atm)        | padat          |
| Warna                            | kuning         |
| Elektron terluar                 | $3s^2 3p^4$    |
| Titik leleh (°C)                 | 112            |
| Titik Didih (°C)                 | 444            |
| Jari-jari atom (Å)               | 1,03           |
| Keelektronegatifan               | 2,5            |
| Energi Ionisasi Pertama (kJ/mol) | 1000           |
| Tingkat oksidasi                 | -2, +2, +4, +6 |

Sumber : Whitten\_Davis\_Peck, General Chemistry

Keadaan stabil dari belerang adalah berbentuk rombik seperti mahkota yang berwarna kuning. Belerang rombik meleleh pada suhu 113°C menghasilkan cairan berwarna jingga. Pada pemanasan berikutnya, belerang berubah menjadi cairan kental berwarna cokelat-merah. Waktu meleleh, bentuk mahkota pecah menjadi bentuk rantai spiral yang panjang. Kekentalan meningkat akibat molekul  $\text{S}_8$  yang padat berubah menjadi rantai berupa spiral panjang. Pada suhu lebih tinggi dari 200°C, rantai mulai pecah dan kekentalan menurun.



**Gambar 2.4.** (a). Kristal Kuning Belerang cincin S<sub>8</sub> (b) Belerang cair yang dipanaskan pada suhu 150°C terbentuk amorf belerang disebut “belerang plastik”

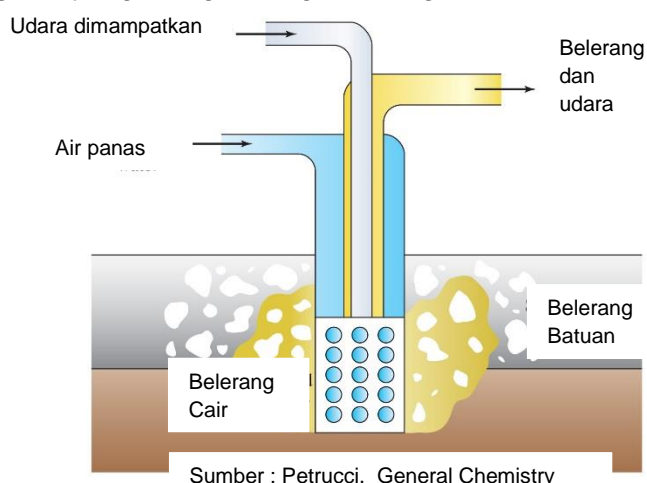
(Sumber : Whitten\_Davis\_Peck, General Chemistry)

### 3) Pembuatan dan Kegunaan Belerang

Sebagian besar sulfur yang ada dalam gas alam dan minyak bumi yang digunakan di Amerika Serikat diolah kembali. Selama proses penyulingan minyak, senyawa ini direduksi menjadi hidrogen sulfida, yang kemudian teroksidasi menjadi sulfur dalam tungku Claus.



Unsur belerang ditambang sepanjang Gulf Coast AS dengan proses Frasch (Gambar 2.5). Belerang sebagian besar digunakan dalam produksi asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), yang berfungsi penting sebagai bahan kimia industri. Belerang digunakan dalam vulkanisasi karet dan dalam sintesis banyak senyawa organik yang mengandung belerang.



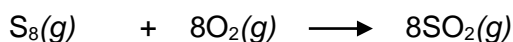
Sumber : Petrucci, General Chemistry

**Gambar 2.5.** Proses Frasch.



Belerang dalam keadaan bebas ( $S_8$ ) ditambang melalui proses Frasch (Gambar 2.5). Pada proses ini deposit belerang padat dalam tanah dilelehkan di tempatnya dengan air sangat panas (super heated). Kemudian, lelehan belerang ditekan keluar dengan udara, dan keluar menyerupai busa. Kemurnian belerang mencapai 99%.

Molekul oksigen merupakan gas reaktif dan dapat bereaksi dengan banyak zat, umumnya menghasilkan oksida. Hampir semua logam bereaksi dengan oksigen membentuk oksida. Belerang ( $S_8$ ) bereaksi dengan oksigen menghasilkan belerang dioksida dengan nyala biru yang khas.



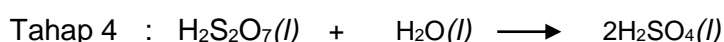
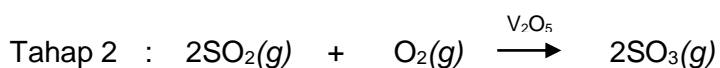
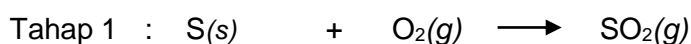
Oksida yang lain dari belerang adalah  $SO_3$ , tetapi hanya terbentuk dalam jumlah kecil selama pembakaran belerang dalam udara.

Hidrogen sulfida ( $H_2S$ ) adalah gas tak berwarna dengan bau seperti telur busuk yang kuat dan bersifat racun. Dalam larutan asam,  $H_2S$  berperan sebagai reduktor menghasilkan belerang.



Belerang dioksida ( $SO_2$ ) adalah gas tak berwarna dengan bau menyengat, diperoleh dari pembakaran belerang atau sulfida. Belerang digunakan untuk mengawetkan buah-buahan kering, yaitu untuk menghambat pertumbuhan jamur.

Asam sulfat dibuat dari belerang melalui proses kontak. Proses tersebut terdiri atas pembakaran belerang menjadi  $SO_2$  dan dioksidasi menjadi  $SO_3$  dengan katalis platina atau  $V_2O_5$ . Gas  $SO_3$  yang terbentuk dilarutkan dulu dalam asam sulfat kemudian diencerkan.



Asap belerang trioksida yang dihasilkan pada tahap (2) sukar larut dalam air sehingga  $SO_3$  dilarutkan lebih dulu dalam asam sulfat pekat membentuk asam piro sulfat ( $H_2S_2O_7$ ), kemudian diencerkan dengan air



menghasilkan asam sulfat pekat. Pelarutan langsung gas  $\text{SO}_3$  ke dalam air tidaklah praktis karena reaksi sulfur trioksida dengan air yang bersifat eksotermik. Reaksi ini akan membentuk aerosol korosif yang akan sulit dipisahkan.

Asam sulfat pekat berupa cairan kental dan bersifat dapat menarik molekul  $\text{H}_2\text{O}$  dari udara maupun dari senyawa (higroskopis). Asam pekat juga tergolong oksidator kuat.

Asam sulfat digunakan untuk membuat pupuk fosfat dan amonium fosfat yang larut dalam air. Asam sulfat juga digunakan dalam pemurnian minyak bumi dan banyak industri kimia lainnya.

## D. Aktivitas Pembelajaran

### 1. Kegiatan *IN 1*

Setelah mengkaji materi kimia unsur 3 (unsur-unsur periode ketiga), Anda dapat mencoba melakukan kegiatan eksperimen yang sesuai dengan lembar kerja yang tersedia. Catat pelik-pelik atau strategi percobaan agar percobaan berhasil, sehingga Anda dapat merancang kembali disesuaikan dengan kondisi sekolah. Anda dapat bekerjasama dalam kelompok masing-masing. Lakukan percobaan dengan disiplin ikuti aturan bekerja di laboratorium misalnya menyimpan limbah, sampah sesuai dengan aturan, menjaga kebersihan dan ketertiban di ruangan. Selanjutnya perwakilan kelompok mempresentasikan hasil percobaan, peserta lain menyimak presentasi dengan cermat dan serius sebagai penghargaan kepada pembicara.

### 2. Kegiatan *ON*

Untuk meningkatkan kompetensi Anda dalam materi kimia unsur 3 (unsur-unsur periode ketiga), silakan Anda mengerjakan tugas ini secara mandiri di sekolah atau secara kelompok di kelompok kerja. Tunjukkan kreatifitas dan Inovasi Anda dalam menghasilkan tugas–tugas berikut.

- a. Pelajari kembali materi kimia unsur 3 (unsur-unsur periode ketiga) dan diskusikan dengan peserta yang lain di kelompok kerja, bila masih ada permasalahan atau kendala dalam mempelajari modul..



- b. Kerjakan LK yang tersedia di modul secara berkelompok di kelompok kerja. Catat hasil pengamatan secara objektif, analisis dengan teliti, diskusi untuk menjawab pertanyaan dan kesimpulan. Lakukan dengan kerjasama dan tanggung jawab. Buat laporan hasil dan dokumentasikan kegiatan.
- c. Apabila ditemukan kendala pada LK tersebut (misalnya alat dan bahan tidak tersedia di sekolah), maka rancanglah Lembar Kerja Siswa untuk kimia unsur 3 (unsur-unsur periode ketiga), Uji coba hasil rancangan dan buat laporan kegiatan berikut dokumentasinya.





## Lembar Kerja 1. Daya Pereduksi Beberapa Unsur Periode Ketiga

### I. Pendahuluan

Unsur-unsur periode ketiga terdiri dari Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl dan Ar. Sifat-sifat unsur dalam satu golongan umumnya sama, hanya harganya yang berbeda-beda. Sebaliknya sifat unsur dalam satu periode berubah secara bertahap, sehingga sifat unsur paling kiri berbeda dengan sifat unsur paling kanan baik dalam sifat fisika maupun sifat kimianya. Untuk membuktikannya, cobalah lakukan percobaan berikut dalam kelompok dengan hati-hati dan teliti. Jawablah pertanyaan berdasarkan data pengamatan dan hasil pengolahan data

### II. Tujuan

Mengidentifikasi daya pereduksi unsur Na, Mg, Al, dan S terhadap air

### III. Alat dan Bahan

Alat : Gelas kimia 100 mL

Bahan : Logam Na, Mg, Al, belerang dan air

### IV. Cara Kerja

1. Siapkan 50 mL air di dalam 4 buah gelas kimia
2. Masukkan sebutir kacang hijau logam Na dengan menggunakan pinset, 2 cm<sup>3</sup> pita Mg dan Al yang sudah diampelas, serta seujung sendok kecil belerang secara bersamaan.
3. Amati pada gelas kimia mana yang terjadi reaksi dan yang tidak terjadi reaksi, bandingkan !

| No. | Unsur | Reaksi yang terjadi |
|-----|-------|---------------------|
|     |       |                     |

### V. Pertanyaan :

1. Bagaimana kekuatan daya pereduksi antara Na, Mg, Al, dan S terhadap air ?
2. Buat kesimpulan daya pereduksi dan pengoksidasi unsur periode ketiga dari kiri ke kanan !



## Lembar Kerja 2 : Reaksi Oksida Unsur Periode Ketiga dengan Air

### I. Pendahuluan

Unsur-unsur periode ketiga dengan oksigen membentuk senyawa oksida. Senyawa oksida unsur periode ketiga dapat membentuk senyawa asam atau basa. Untuk membuktikannya, cobalah lakukan percobaan berikut dalam kelompok dengan hati-hati dan teliti. Jawablah pertanyaan berdasarkan data pengamatan dan hasil pengolahan data.

### II. Tujuan

Mengidentifikasi oksida pembentuk asam dan pembentuk basa.

### III. Alat dan Bahan

#### Alat :

Tang Besi  
Pembakar Spirtus  
Cawan krus  
Sendok Bakar  
Pipet Tetes  
Labu erlenmeyer

#### Bahan :

Logam Mg  
Serbuk belerang  
Fenolptalein  
Lakmus merah dan lakmus biru

### IV. Cara Kerja

#### A.

1. Bakar magnesium sampai terjadi abu, masukkan abu ke dalam cawan dan teteskan sedikit air.
2. Larutkan abu dalam air, uji larutan dengan lakmus merah dan biru

#### B.

1. Siapkan air pada labu erlenmeyer dan masukkan sepotong lakmus merah dan lakmus biru.
2. Bakar serbuk belerang pada sendok bakar agak lama.
3. Celupkan sendok bakar, usahakan gas yang dihasilkan sendok bakar itu tercelup dalam air.
4. Amati perubahan warna lakmus pada percobaan tersebut.

### V. Pertanyaan

1. Bagaimana perubahan warna lakmus pada kedua percobaan tersebut ?
2. Tulis reaksi yang terjadi pada percobaan tersebut !
3. Kesimpulan apa yang di dapat dari sifat oksida unsur periode ketiga ?



## E. Latihan/Kasus/Tugas

### E.1 Latihan Soal

Setelah mempelajari topik kimia unsur 3 (unsur-unsur periode ketiga), silakan Anda mencoba mengerjakan latihan soal secara mandiri selanjutnya diskusikan dalam kelompok. Kumpulkan hasil kerja tepat waktu sesuai jadwal yang ditentukan.

#### Soal Pilihan Ganda

Pilihlah satu jawaban yang benar !

- 1) Kelimpahan silikon di alam dapat ditemukan d kerak bumi berupa....
  - A.  $\text{Si}_2\text{O}_3$
  - B.  $\text{SiO}_2$
  - C. Si
  - D.  $\text{Si}_2\text{O}_5$
  
- 2) Belerang digunakan dalam produksi asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) yang berfungsi penting sebagai bahan kimia industri melalui proses kontak Pada pembuatan asam sulfat tersebut digunakan katalis....
  - A.  $\text{V}_2\text{O}_5$
  - B.  $\text{SO}_2$
  - C.  $\text{S}_2\text{O}_7$
  - D.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$
  
- 3) Kelimpahan unsur-unsur periode 3 di alam memiliki fungsi tertentu, sebagaimana unsur posfor yang terbesar dapat digunakan sebagai...
  - A. asam sulfat
  - B. pupuk
  - C. pemberantas hama
  - D. semikonduktor



- 4) Pada pernyataan-pernyataan berikut ini yang menunjukkan perubahan sifat yang makin bertambah dari Na ke Cl pada unsur-unsur periode ketiga adalah....
- A. potensial ionisasi dan daya pereduksi
  - B. jari-jari atom dan elektronegativitas
  - C. jari-jari atom dan daya pereduksi
  - D. daya pereduksi dan keelektronegatifan
  - E. potensial ionisasi dan daya pengoksidasi
- 5) Berdasarkan 4 unsur periode ketiga, yaitu P, Mg, Cl dan Na, urutan unsur-unsur dari yang paling kecil sifat pereduksinya ke yang paling besar adalah....
- A. Na, Cl, Mg, P
  - B. Cl, P, Mg, Na
  - C. Cl, P, Na, Mg
  - D. P, Cl, Na, Mg
  - E. Na, Mg, P, Cl
- 6) Pernyataan mana yang benar tentang oksida-oksida unsur periode ketiga?
- A.  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ , dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , adalah oksida basa
  - B.  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , dan  $\text{SiO}_2$  adalah oksida basa
  - C.  $\text{Na}_2\text{O}$  dan  $\text{MgO}$  adalah oksida basa, sedangkan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  oksida amfoter
  - D.  $\text{P}_2\text{O}_5$  adalah oksida amfoter dan  $\text{SO}_3$  adalah oksida basa
  - E.  $\text{MgO}$ ,  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{P}_2\text{O}_3$  adalah oksida amfoter
- 7) Kelompok hidroksida yang semuanya bersifat asam adalah . . . .
- A.  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Si}(\text{OH})_4$
  - B.  $\text{Si}(\text{OH})_4$ ,  $\text{Cl}(\text{OH})_7$ ,  $\text{S}(\text{OH})_6$
  - C.  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Si}(\text{OH})_4$ ,  $\text{P}(\text{OH})_5$
  - D.  $\text{Si}(\text{OH})_4$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Cl}(\text{OH})_7$
  - E.  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{S}(\text{OH})_6$



- 8) Keberadaan posfor di alam dalam bentuk alotrof, yaitu....
- A. Fosfor merah dan fosfor putih
  - B. Fosfor merah dan tetrafosfordekaoksida
  - C. Fosfor putih dan tetrafosfor
  - D. Tetrafosfor trisulfida
- 9) Belerang berada di alam dalam bentuk unsur bebas, yaitu....
- A.  $\text{PbS}$
  - B.  $\text{S}_4$
  - C.  $\text{S}_8$
  - D.  $\text{FeS}_2$
- 10) Unsur-unsur periode ketiga dalam sistem periodik terdiri dari unsur logam dan non logam. Manakah pernyataan dibawah ini yang benar mengenai sifat unsur-unsur periode ketiga?
- A. Jari-jari atom dari Na ke Cl semakin bertambah besar
  - B. Unsur Na, Mg, dan Al bereaksi dengan oksigen membentuk oksida basa.
  - C. Daya pengoksidasi dari Na ke Cl makin bertambah
  - D. Senyawa hidroksida dari P, S dan Cl dengan air membentuk larutan asam
  - E. Senyawa oksida dari Na, Mg, Al dan Si adalah oksida basa

## E.2 Pengembangan Soal

Setelah Anda menjawab soal-soal di atas, buatlah soal-soal kategori *HOTS* untuk topik kimia unsur 3 (unsur-unsur periode ketiga), mengacu pada kisi-kisi UN/USBN 2017. Jumlah soal minimal 5 (lima) soal pilihan Ganda dan 2 (dua) soal uraian. Gunakan modul pedagogik KK G yang berjudul Pengembangan Instrumen Penilaian, Pedoman Penilaian SMA yang berlaku serta buku pelajaran kimia.

Kerjakan pada kegiatan *ON*, gunakan format yang ditetapkan. Lakukan telaah soal menggunakan instrumen telaah soal *HOTS*, perbaiki soal berdasarkan



hasil telaah. Dokumentasikan hasil pekerjaan Anda sebagai bahan portofolio dan sebagai bahan laporan pada IN-2.

## F. Rangkuman

Unsur-unsur periode ketiga terdiri dari Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl dan Ar. Sifat-sifat unsur dalam satu golongan umumnya sama, hanya harganya yang berbeda-beda. Sebaliknya sifat unsur dalam satu periode berubah secara bertahap, sehingga sifat unsur paling kiri berbeda dengan sifat unsur paling kanan baik dalam sifat fisika maupun sifat kimianya.

Berdasarkan sifat fisiknya wujud unsur Na sampai S berwujud padat, sedangkan Cl dan Ar berwujud gas. Na, Mg, Al dan Si dapat menghantarkan arus listrik bersifat logam. Sifat logam dari Na ke Al berkurang, Si bersifat semi logam sedangkan P sampai Ar bersifat non logam.

Berdasarkan harga potensial elektrode standar, natrium, magnesium, dan aluminium merupakan reduktor kuat. Daya pereduksi unsur-unsur periode ketiga dari kiri ke kanan semakin berkurang, sedangkan daya pengoksidasi makin bertambah. Unsur klor merupakan oksidator kuat.

Unsur-unsur periode ketiga dengan oksigen membentuk senyawa oksida. Senyawa oksida unsur periode ketiga dapat membentuk senyawa asam atau basa. Senyawa-senyawa hidroksida unsur periode ketiga dari kiri ke kanan sifat basanya berkurang dan sifat asamnya bertambah sedangkan  $\text{Al}(\text{OH})_3$  bersifat amfoter.

## G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan tes formatif 1 ini, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 80%, silakan Anda terus mempelajari Kegiatan Belajar selanjutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 80%, sebaiknya Anda ulangi kembali kegiatan belajar ini dengan kerja keras, kreatif, disiplin dan kerjasama.

## KEGIATAN PEMBELAJARAN 3: BENZENA DAN TURUNANNYA

Benzena mempunyai struktur dan sifat khas sehingga sering disebut senyawa aromatik dan dikelompokkan pada senyawa karbosiklik. Benzena mempunyai rumus molekul  $C_6H_6$ , mempunyai ikatan tak jenuh, dan rantai karbon tertutup.

Nama aromatik itu diberikan karena anggota-anggota yang pertama dikenal berbau sedap. Belakangan dikenal juga senyawa-senyawa sejenis yang tidak berbau, bahkan ada yang berbau tidak sedap. Kini, istilah aromatik itu dikaitkan dengan suatu golongan senyawa dengan struktur dan sifat-sifat khas tertentu.

Untuk pertama kalinya benzena diisolasi dalam tahun 1825 oleh **Michael Faraday** dari residu minyak yang tertimbun dalam pipa induk gas di London. Dewasa ini, benzen sebagai sumber utama senyawa aromatik yang dapat tersubstitusi dan senyawa aromatik lainnya adalah petroleum. Sampai tahun 1940, batubara merupakan sumber utama. Macam senyawa aromatik yang diperoleh dari sumber-sumber ini adalah hidrokarbon, fenol, dan senyawa heterosiklik aromatik (Fessenden dan Fessenden, 1983: 479).

Departemen kesehatan Amerika mengelompokkan benzena sebagai zat karsinogenik. Benzena dalam konsentrasi tinggi di udara dapat menyebabkan leukimia, leukimia myeloid akut, dan leukimia lymphoblastic akut. Batas maksimal benzena dalam udara sebesar 1 ppm, sedangkan di dalam air maksimal 0,005 ppm. Sindrom minyak beracun pada tahun 1981 di Madrid disebabkan karena manusia menghirup benzena yang terkontaminasi minyak.

Materi Benzena dan turunannya merupakan materi kimia SMA, pada Kurikulum 2013 disajikan di kelas XII semester 2 dengan Kompetensi Dasar (KD) dari Kompetensi Inti 3 (KI 3), yaitu 3.8 Menganalisis struktur, tata nama, sifat, dan kegunaan benzena dan turunannya

KD dari KI 4 aspek Keterampilan: 4 meliputi kompetensi dasar 4.8 Menalar dan



menganalisis struktur, tata nama, sifat, dan kegunaan benzena dan turunannya. Kompetensi guru pada pembinaan karir guru tingkat 3 untuk materi ini adalah “20. 7 Menjelaskan penerapan hukum-hukum kimia dalam teknologi yang terkait dengan kimia terutama yang dapat ditemukan dalam kehidupan sehari-hari”. Kompetensi ini dapat dicapai jika guru belajar materi ini dengan kerja keras, profesional, kreatif dalam melakukan tugas sesuai instruksi pada bagian aktivitas belajar yang tersedia, disiplin dalam mengikuti tahap-tahap belajar serta bertanggung jawab dalam membuat laporan atau hasil kerja.

## A. Tujuan

Setelah mempelajari modul Kelompok Kompetensi G ini, Anda diharapkan dapat menjelaskan struktur, tata nama, sifat fisika dan kimia senyawa benzena dan turunannya, serta kegunaan senyawa benzena dan turunannya.

## B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi yang diharapkan dicapai adalah:

1. Menuliskan struktur dan tatanama senyawa benzena dan turunannya.
2. Menentukan isomer pada senyawa turunan benzena.
3. Menjelaskan sifat senyawa benzena dan turunannya
4. Menjelaskan reaksi–reaksi pada senyawa benzena dan turunannya.
5. Menjelaskan kegunaan senyawa benzena dan turunannya.

## C. Uraian Materi

### 1. Struktur Benzena

Benzena pertama kali berhasil diisolasi (dipisahkan) dari residu minyak oleh Michael Faraday tahun 1825. Benzena digolongkan dalam senyawa aromatik paling sederhana. Pada tahun setelahnya diketahui benzena memiliki rumus molekul  $C_6H_6$  dan termasuk dalam keluarga hidrokarbon.

Benzena dengan rumus molekul  $C_6H_6$  adalah senyawa siklik dengan enam atom karbon yang tergabung dalam cincin. Setiap atom karbon terhibridisasi  $sp^2$  dan cincinnya adalah planar. Setiap atom karbon mempunyai satu atom hidrogen yang





terikat padanya, dan setiap atom karbon juga mempunyai orbital  $p$  tak terhibridisasi tegak lurus terhadap bidang ikatan sigma dan cincin. Masing- masing dari keenam orbital  $p$  ini dapat menyumbangkan satu elektron untuk ikatan  $\pi$  seperti terlihat pada gambar 3.1 (Fessenden dan Fessenden, 1983:71).

Dengan enam elektron  $p$ , benzena dapat mengandung tiga ikatan  $\pi$ . Walaupun rumus molekul benzena ditetapkan segera setelah penemuannya dalam tahun 1825, namun diperlukan 40 tahun sebelum **Kekule** mengusulkan struktur heksagonal untuk benzena. Struktur yang mula-mula diusulkan tidak mengandung ikatan rangkap (karena benzena tidak bereaksi yang merupakan karakteristik alkena). Agar taat asas terhadap tetravalensi karbon, Kekule pada tahun 1972 mengusulkan bahwa benzena mengandung tiga ikatan tunggal dan tiga ikatan rangkap yang berselang-seling. Untuk menerangkan adanya hanya tiga (tidak lima) benzena tersubstitusi, Kekule menyampaikan bahwa cincin benzena berada dalam kesetimbangan yang cepat dengan struktur dalam mana ikatan rangkap berada dalam posisi alternatifnya.

Benzena pertama kali berhasil diisolasi (dipisahkan) dari residu minyak oleh Michael Faraday tahun 1825. Benzena digolongkan dalam senyawa aromatik paling sederhana. Michael Farady dapat mengisolasi senyawa benzena dari gas yang ditekan. Senyawa ini merupakan induk dari kelompok senyawa aromatik. Nama aromatik digunakan bukan karena aroma (bau) senyawanya melainkan karena sifat- sifatnya yang istimewa. Dibawah ini adalah sedikit ulasan tentang beberapa sifat struktur dari benzena yang cukup istimewa sehingga membuatnya berbeda dari senyawa-senyawa yang lain :

- Benzena merupakan molekul siklis terkonjugasi dengan rumus kimia  $C_6H_6$ .
- Merupakan molekul yang stabil dengan panas hidrogenasi 36 kkal/mol lebih rendah dari yang diharapkan.
- Merupakan molekul yang planar (datar) heksagonal dan simetris, dimana :
  - Sudut- sudut ikatan C-C-C –  $120^\circ$
  - Panjang ikatan C-C 139 Å.
- Dapat mengalami reaksi substitusi yang akan menjaga sistem konjugasi siklis dan tidak mengalami reaksi adisi yang akan merusak sistem konjugasi.
- Dalam teori resonansi, maka struktur benzena digambarkan sebagai struktur campuran (=hibrida) dan struktur yang diusulkan Kekule.



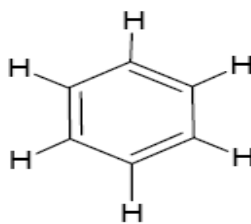
- f. Dalam teori orbital molekuler, benzena dapat digambarkan sebagai struktur heksagonal planar (datar) dimana awan elektron  $\pi$  berada di atas dan di bawah bidang heksagonal tersebut.

1) Sudut- sudut ikatan C-C-C =  $120^\circ$

2) Panjang ikatan =  $1,39 \text{ \AA}$ .

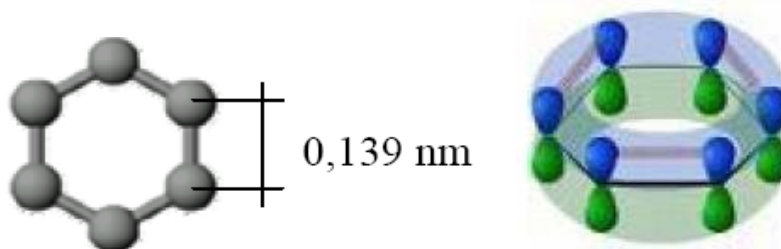
Dari perincian tentang senyawa benzena di atas, maka dalam makalah ini, kami akan memberikan informasi dan penjelasan tentang senyawa yang memiliki hubungan yang sama dengan senyawa benzena. Dan yang kami akan gambarkan adalah tentang berbagai macam ulasan informasi tentang  $C_{60}$ , suatu bola aromatik yaitu Fluorena.

Pada tahun 1873, Kekule menjelaskan struktur benzena sebagai cincin heksagon yang mengandung ikatan tunggal dan rangkap berselang-seling. Struktur inilah yang paling mendekati sifat-sifat kimia benzena.



**Gambar 3.1** Struktur Benzena

Panjang ikatan karbonkarbon (C-C) dalam benzena sebesar  $0,139 \text{ nm}$ .



**Gambar 3.2.** Bentuk Orbital Benzena

Panjang ikatan C-C itu lebih panjang dibanding ikatan rangkap (sebesar  $0,133 \text{ nm}$ ) dan lebih pendek dibanding ikatan tunggal ( $0,147 \text{ nm}$ ). Hal ini dikarenakan dalam benzena terjadi tumpang tindih orbital  $2p$  yang paralel membentuk donut yang terletak diatas dan dibawah bidang cincin. Pada saat mempelajari materi, baca

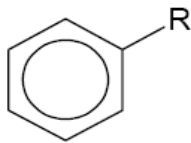


uraian materi sampai tuntas. Selanjutnya buatlah rangkuman dengan kreatif dalam bentuk *mindmap*. Anda dapat bekerja sama dalam kelompok.

## 2. Tatanama Benzena

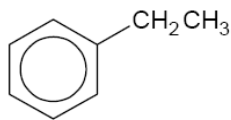
### a. Benzena monosubstitusi

Benzena monosubstitusi adalah benzena dengan 1 substituen alkil. Rumus:  $C_6H_5R$



Penamaan benzena monosubstitusi menurut IUPAC adalah dengan menyebutkan nama alkil disertai akhiran benzena.

Contoh :

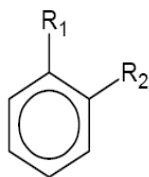


Etil Benzena

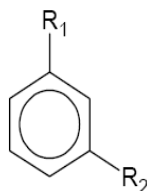
### b. Benzena disubstitusi

Benzena disubstitusi merupakan benzena dengan 2 substituen alkil. Apabila benzena mengikat 2 substituen, maka kemungkinan memiliki 3 isomer struktur, antara lain:

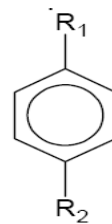
Posisi 1,2 disebut posisi ortho Posisi 1,3 disebut posisi meta, Posisi 1,4 disebut posisi para



ortho



meta



para

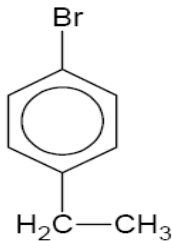
Penentuan nama benzena disubstitusi antara lain:

- 1) Menentukan posisi substituen (posisi 1,2/1,3/1,4)
- 2) Menentukan nama substituen dalam urutan alfabetnya
- 3) Menambahkan akhiran benzena.



Contoh :

Posisi 1,4 maka : para (p-) Huruf b (bromo) lebih dulu dibanding e (etil) pada alfabet, sehingga nama senyawa disamping :



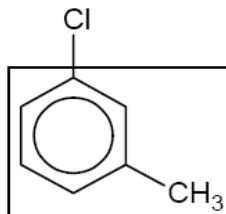
p-bromoetilbenzena

Jika salah satu diantara 2 substituen yang terikat pada cincin benzena memberikan nama khusus (seperti tercantum dalam label nama trivial) maka senyawanya diberi nama sebagai turunan dari nama trivial tersebut.

Contoh :

Posisi 1,3 maka : meta (m-)

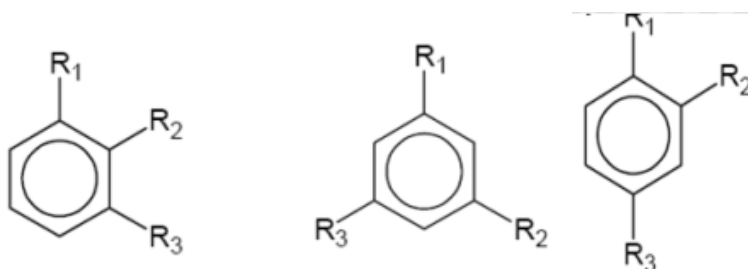
Nama senyawa :



toluena

### c. Benzena polisubstitusi

Benzena polisubstitusi adalah benzena yang terdiri dari 3/lebih substituen. Rumus yang mungkin terjadi :



Adapun tatanama benzena polisubstitusi adalah :



- 1) Menyebutkan semua substituen yang terikat beserta nomornya (urutan penomoran substituen sesuai alfabet dan dari angka yang terkecil).
- 2) Menambahkan kata “benzena” sebagai akhiran.

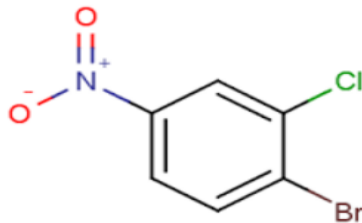
Contoh penamaan senyawa benzena polisubstitusi :

1-bromo

2-kloro

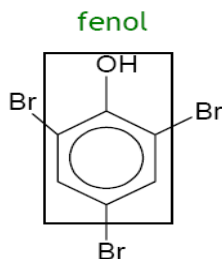
4-nitro

Nama senyawa disamping:



1-bromo-2-kloro-4-nitrobenzena

Jika salah satu dari 3 substituen memberikan nama khusus (trivial), maka senyawa benzena polisubstitusi diberi nama sebagai turunan dari nama khusus tsb.

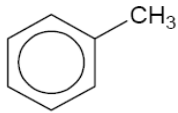
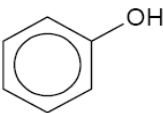
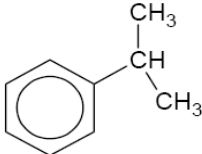
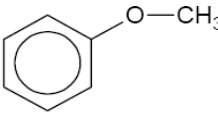
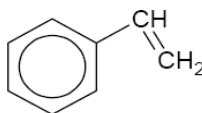
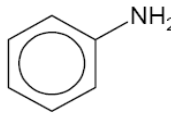


Nama disamping :  
2,4,6-tribromofenol

Pada tabel 3.1 dapat dilihat beberapa nama trivial senyawa benzena monosubstitusi.



**Tabel 3.1** Beberapa nama trivial benzena monosubstitusi

| Struktur  | Nama    | Struktur   | Nama    |
|---|---------|--|---------|
|  | Toluena |   | Fenol   |
|  | Kumena  |  | Anisol  |
|  | Stirena |   | Anilina |

### 3. Sifat Benzena dan Turunannya

#### a. Sifat Fisik Benzena

Pada suhu kamar benzena berwujud cair, tidak berwarna, dan mempunyai titik didih 80°C.

Benzena mudah menguap dan terbakar. Uap benzena bersifat racun. Jika uap benzena terlalu banyak terserap oleh tubuh akan mengakibatkan terhambatnya pembentukan sel-sel darah merah dan menyebabkan pengurangan sistem kekebalan tubuh. Oleh karena itu, penggunaan benzena sebagai pelarut harus hati-hati. Beberapa sifat fisik benzena dan turunannya dapat dilihat pada tabel 3.2.

**Tabel 3.2** Titik leleh, titik didih, serta kelarutan benzena dan turunannya.

| Senyawa        | Gugus Fungsional               | Titik leleh (°C) | Titik didih (°C) | Kelarutan   |
|----------------|--------------------------------|------------------|------------------|-------------|
| Benzena        | -                              | 5,5              | 80               | Tidak larut |
| Toluena        | -CH <sub>3</sub>               | -95,0            | 111              | Tidak larut |
| Etil Benzena   | -C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> | -30,69           | 145,2            | Tidak larut |
| Anilin         | -NH <sub>2</sub>               | -6,0             | 184              | 3,7         |
| Benzaldehid    | -CHO                           | -26,0            | 178              | 0,3         |
| Benzil alkohol | -CH <sub>2</sub> OH            | -5,0             | 205              | 4,0         |
| Fenol          | -OH                            | 43,0             | 182              | 9,3         |
| Asam Benzoat   | -COOH                          | 122,0            | 250              | 0,34        |



Berdasarkan data titik leleh dan titik didihnya senyawa benzena sampai benzil alkohol berwujud cair pada suhu kamar, sedang fenol dan asam benzoat berwujud padat. Berdasarkan tabel 3.2 dapat terlihat bahwa titik didih benzena sampai dengan etil benzena terlihat meningkat. Dari anilin sampai asam benzoat kenaikan titik didihnya semakin tajam. Hal ini disebabkan karena pengaruh besarnya massa molekul relatif ( $M_r$ ) dari senyawa tersebut. Selain itu dapat dipengaruhi juga oleh jenis substituen yang ada pada masing-masing senyawanya. Sifat kepolaran dari substituen yang terikat pada masing-masing senyawa turunan benzena sangat berpengaruh pada kelarutan masing-masing senyawa tersebut. Benzena, toluena, dan etil benzena bersifat non polar sehingga tidak dapat larut dalam air, sedangkan anilin sampai dengan asam benzoat bersifat polar sehingga dapat larut dalam air.

#### b. Sifat Kimia Benzena

Benzena dan turunannya ada yang bersifat asam maupun basa. Perhatikan tabel 3.3 berikut .

**Tabel 3.3** Nilai  $pK_a$  benzena dan beberapa senyawa turunannya

| Senyawa      | Gugus Fungsional | $pK_a$ |
|--------------|------------------|--------|
| Benzena      | -                | 43,0   |
| Toluena      | $-\text{CH}_3$   | 41,0   |
| Anilin       | $-\text{NH}_2$   | 27,0   |
| Fenol        | $-\text{OH}$     | 9,3    |
| Asam Benzoat | $-\text{COOH}$   | 4,2    |

Sebagaimana kita ketahui bahwa semakin besar nilai  $pK_a$  suatu zat semakin lemah sifat asamnya atau makin bersifat basa. Bila dilihat tabel 3.3 nilai  $pK_a$  dari benzena sampai anilin cukup besar, berarti benzena, toluena dan anilin bersifat basa.lemah. Fenol dan asam benzoat nilai  $pK_a$  nya kecil, berarti kedua zat ini bersifat asam lemah. Walaupun pada fenol terdapat gugus hidroksi ( $-\text{OH}$ ) seperti alkohol. Untuk mengetahui perbedaan alkohol dan fenol dapat di amati tabel 3.4.



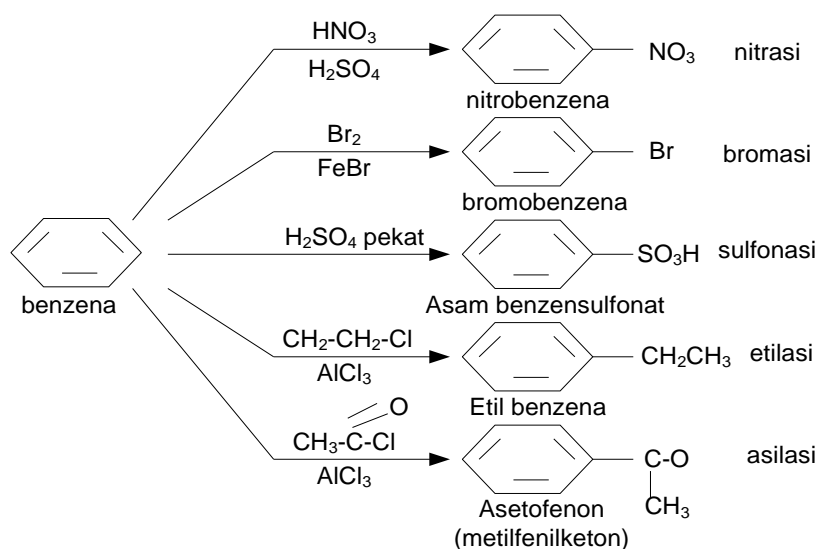
Tabel 3.4 Perbedaan senyawa alkohol dan fenol

| No. | Alkohol                              | Fenol                                  |
|-----|--------------------------------------|--|
| 1.  | Larutannya dalam air bersifat netral | Larutannya dalam air bersifat asam     |
| 2.  | Tidak bereaksi dengan NaOH           | Bereaksi dengan NaOH membentuk fenolat |
| 3.  | Dengan asam membentuk ester          | Tidak bereaksi dengan asam             |
| 4.  | Dapat dioksidasi                     | Tidak dapat dioksidasi                 |
| 5.  | Alkanolat bersifat nonelektrolit     | Fenolat bersifat elektrolit            |

#### 4. Reaksi Substitusi pada Benzena

Benzena lebih mudah mengalami reaksi substitusi daripada adisi. Substitusi elektrofilik merupakan reaksi yang paling sering ditemukan pada senyawa aromatik, sedangkan pada senyawa alifatik lebih banyak ditemukan substitusi nukleofilik daripada senyawa elektrofilik. Hal ini disebabkan karena pada senyawa alifatik lebih mudah terbentuk ion karbonium yang bermuatan positif dari pada ion karbon yang bermuatan negatif.

Dalam reaksi substitusi elektrofilik atom H yang terikat pada inti benzena diganti oleh pereaksi elektrofil yaitu partikel yang bersifat suka akan elektron. Karenanya, tentu pereaksi tersebut harus bermuatan positif, atau pereaksi yang kekurangan elektron, atau molekul netral yang ber kutub  $X^{5+} \cdots Y^{5-}$ . Reaksi substitusi elektrofilik yang penting dapat digambarkan dalam ikhtisar berikut:

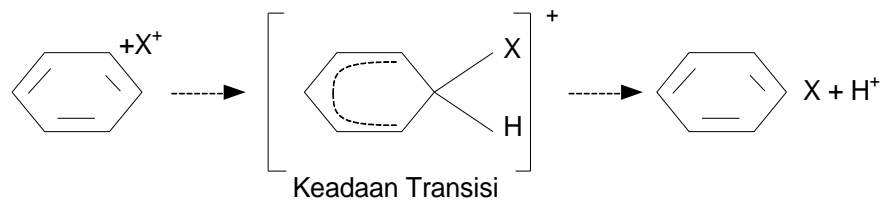






Pada reaksi substitusi elektrofilik senyawa aromatik, tampak bahwa inti benzena tetap tidak berubah. Ini menandakan bahwa ada kestabilan cincin benzena pada aromatisitas cincin.

Tahap-tahap yang umum adalah sebagai berikut:

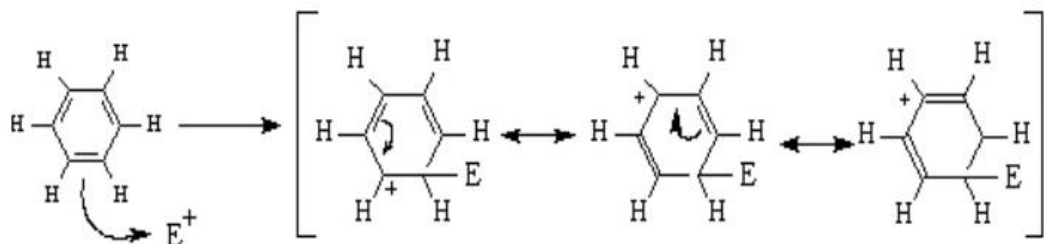


Keadaan transisi itu merupakan kation yang tidak stabil yaitu keempat elektron pi tersebar di antara 5 atom C. Keadaan transisi itu dapat digambarkan dalam bentuk resonansi di bawah ini, dengan anggapan adanya pembagian elektron yang merata.

Keluarnya proton dari keadaan transisi ini akan memberikan hasil substitusi benzena.

Faktor-faktor yang mempengaruhi reaksi substitusi elektrofilik pada senyawa aromatik:

#### a. Sifat Reagen Elektrofil

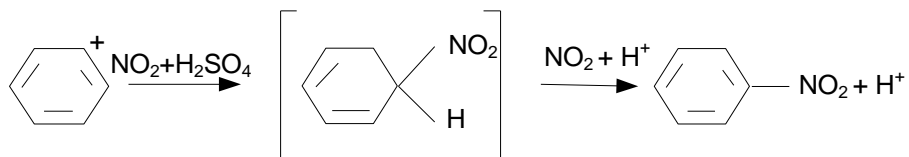


Reagen elektrofil yang akan bereaksi dengan benzena biasanya tidak begitu saja ditambahkan. Misalnya, untuk reaksi nitrasi, tidak langsung ditambahkan dengan asam nitrat pekat, tapi asam nitrat pekat harus dicampur dulu dengan asam sulfat pekat untuk memperoleh partikel yang lebih elektrofil yaitu ion nitronium,  $\text{NO}_2^+(\text{aq})$

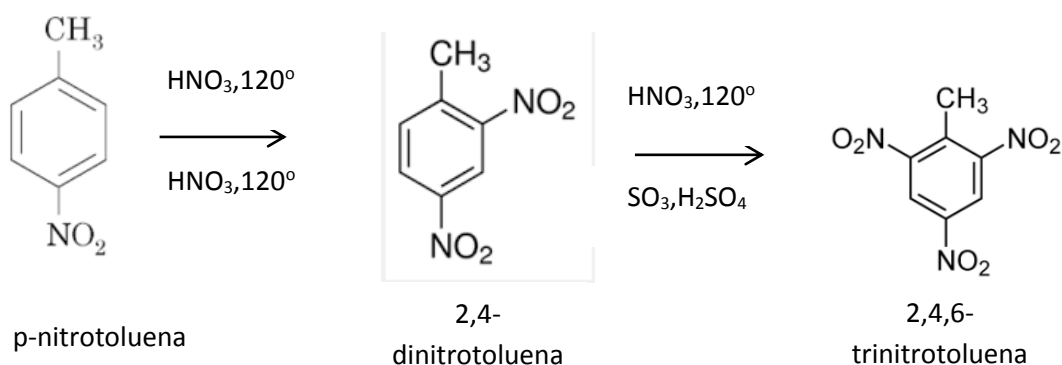




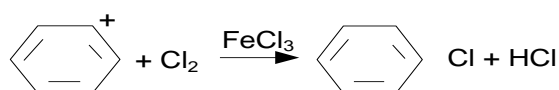
Kemudian ion nitronium itulah yang menyerang benzena.



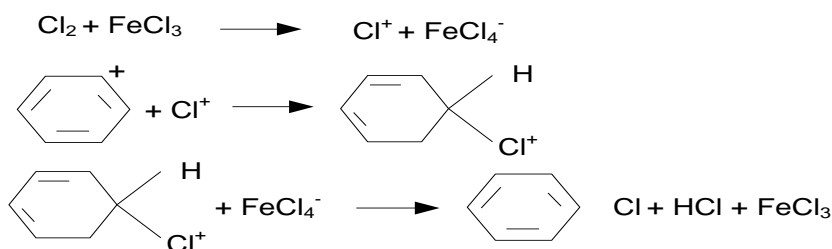
Di sini tampak bahwa katalis mempunyai peranan penting dalam memproduksi ion elektrofil, sebab tanpa  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sebagai katalis,  $\text{HNO}_3$  tidak akan menghasilkan ion nitronium, tapi ion nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ). Campuran yang dipakai biasanya adalah dengan perbandingan 1 bagian asam nitrat pekat dengan 2 bagian asam sulfat pekat. Untuk senyawa yang kurang aktif, misalnya p-nitrotoluena, dipergunakan campuran asam nitrat pekat dan asam sulfat pekat.



Contoh lain reaksi klorasi benzena menurut Friedel Crafts



Reaksi yang sebenarnya terjadi adalah:



Pada reaksi ini harus ada  $\text{FeCl}_3$  atau asam lewis lain, karena adanya asam lewis inilah maka  $\text{Cl}_2$  dapat diionkan menjadi  $\text{Cl}^+$  dan  $\text{Cl}^-$ . Kemudian  $\text{Cl}^-$  berikatan dengan



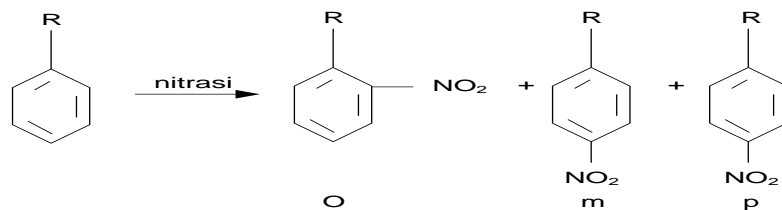
$\text{FeCl}_3$  menjadi  $\text{FeCl}_4^-$ , sedangkan  $\text{Cl}^+$  inilah yang merupakan reagen elektrofil bereaksi dengan benzena yang merupakan sumber elektron (mempunyai 3 ikatan pi).

### b. Gugus yang sudah terikat pada Benzena

Gugus yang sudah terikat pada benzena mempengaruhi reaktivitas dan orientasi pada reaksi substitusi elektrofilik. Berdasarkan hasil kerja para ahli kimia lebih 100 tahun terakhir ini, telah dipastikan adanya tiga masalah:

- 1) Adanya kemungkinan hasil reaksi dalam bentuk orto, meta, atau para (orientasi).
- 2) Persentase tiga bentuk di atas, seandainya ketiga bentuk diperoleh.
- 3) Reaktivitasnya, jika dibandingkan dengan benzena tanpa substituen (gugus yang sudah ada).

Berikut ini diberikan tabel 3.5 mengenai data orientasi dan kecepatan hasil nitration pada benzena bersubstituen tunggal.



**Tabel 3.5.** Orientasi dan Kecepatan Hasil Nitration pada Benzena Bersubstituen Tunggal

| R                                 | Orientasi |      |      | Reaktivitas Relatif |
|-----------------------------------|-----------|------|------|---------------------|
|                                   | % o       | % m  | % p  |                     |
| -CH <sub>3</sub>                  | 56,5      | 3,5  | 40   | 24                  |
| -C(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> | 12,0      | 8,5  | 79,5 | 15,7                |
| -CH <sub>2</sub> Cl               | 32,0      | 15,5 | 52,5 | 0,302               |
| -Cl                               | 29,6      | 0,9  | 68,9 | 0,033               |
| -Br                               | 36,5      | 1,2  | 62,4 | 0,030               |
| -NO <sub>2</sub>                  | 6,4       | 93,2 | 0,3  | 10 <sup>-7</sup>    |
| -COOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub> | 2,3       | 68,4 | 3,3  | 0,0003              |



| R   | Orientasi |     |     | Reaktivitas Relatif |
|---|-----------|-----|-----|---------------------|
|   | % O       | % m | % p |                     |
| -CF <sub>3</sub>                                  |           | 100 |     |                     |
| <sup>+</sup><br>-N(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> |           | 89  | 11  |                     |

Berdasarkan tabel 3.5 dapat dilihat bahwa :

- 1) beberapa substituen yang mengadakan orientasi ke orto-para atau meta. Substituen yang mengadakan orientasi ke orto-para disebut pengarah orto-para dan substituen yang mengadakan orientasi ke meta disebut pengarah meta.
- 2) substituen yang merupakan pengarah orto-para dapat mengaktifkan dapat mendeaktifkan.
- 3) substituen yang merupakan pengarah meta bersifat mendeaktifkan. Yang bersifat mengaktifkan tidak dikenal.
- 4) beberapa substituen mempunyai reaktivitas yang kecil sekali, kurang dari 1. substituen tersebut dikatakan mempunyai sifat mendeaktifkan
- 5) beberapa substituen mempunyai reaktivitas yang besar sekali, lebih dari 1. Substituen tersebut dikatakan mempunyai sifat mengaktifkan.
- 6) Substituen pengarah orto-para mana yang mengaktifkan dan mana yang mendeaktifkan, begitu juga untuk substituen pengarah meta yang selalu mendeaktifkan dapat dilihat pada tabel 3.6 berikut:

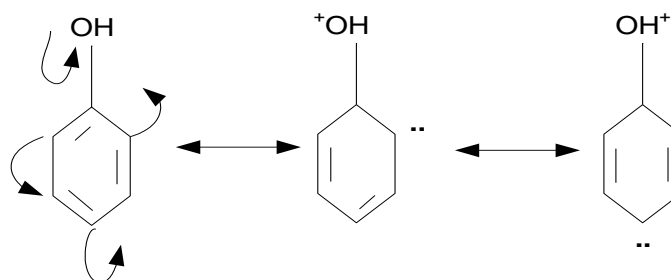
**Tabel 3.6** Substituen pengarah meta yang selalu mendeaktifkan

| Pengarah o-p yang mengaktifkan              | Pengarah o-p yang mendeaktifkan | Pengarah -m yang mendeaktifkan   |
|---|---------------------------------|----------------------------------|
| -OH   | -CH <sub>2</sub> Cl             | -NO <sub>2</sub>                 |
| -O <sup>-</sup>                             | -F                              | <sup>+</sup><br>-NH <sub>3</sub> |
| -OR   | -Cl                             | <sup>+</sup><br>-NR <sub>3</sub> |
| -OC <sub>6</sub> H <sub>5</sub>             | -Br                             | -IC <sub>6</sub> H <sub>5</sub>  |
| -NH <sub>2</sub>                            | -ICH = CHNO <sub>2</sub>        | -CF <sub>3</sub>                 |
| -NR <sub>2</sub>                            |                                 | -CCl <sub>3</sub>                |
| -NHCOCH <sub>3</sub>                        |                                 | -SO <sub>3</sub> H               |
| -Alkil (mis. CH <sub>3</sub> )              |                                 | -SO <sub>2</sub> R               |
| -Aril (mis. C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) |                                 | -COOH                            |
|   |                                 | -COOR                            |
|   |                                 | -COH <sub>2</sub>                |
|   |                                 | -COH                             |
|   |                                 | -COR                             |
|   |                                 | -CN                              |

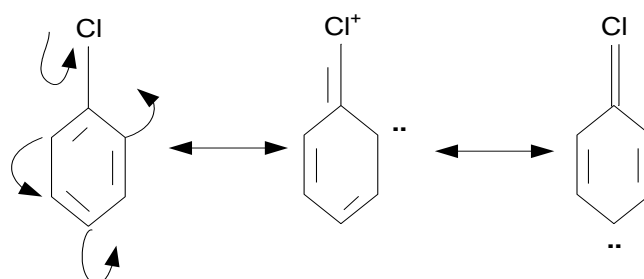


Mengapa ada gugus pengarah orto-para? Hal ini dapat diterangkan dengan resonansi, yaitu peristiwa bergesernya elektron.

Sebagai contoh kita amati senyawa fenol. Fenol mempunyai bentuk resonansi:

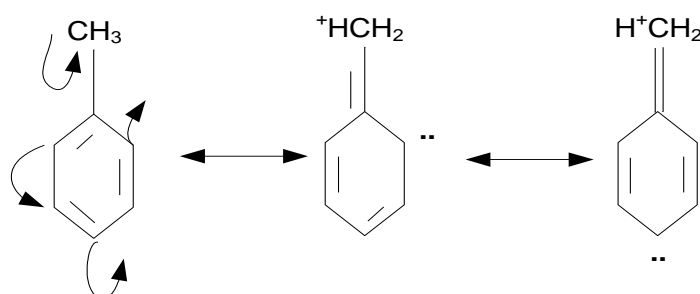


Ternyata pada tempat orto dan para, atom C bermuatan negatif. Jadi, tempat orto-para disukai elektrofil yang kemudian melekat di situ. Contoh lain: senyawa klorobenzena yang mempunyai bentuk resonansi.



Juga ternyata muatan negatifnya terdapat pada tempat orto-para, sehingga elektrofil melekat di situ.

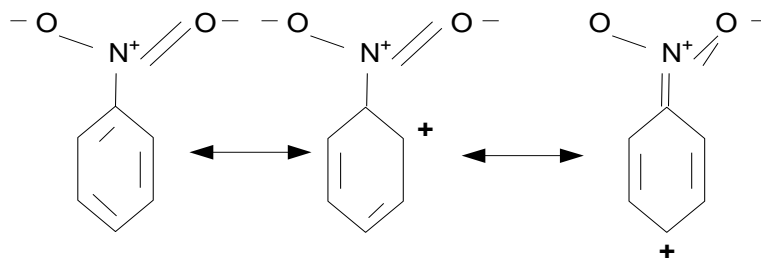
Contoh lain: senyawa toluena dengan bentuk resonansi.





Toluen bersifat sedikit asam, karena itu melepaskan  $H^+$ . Karena  $H^+$  terlepas, pasangan elektron dari C metil diberikan kepada inti benzena menempati lokasi orto-para, selanjutnya ditempati elektrofil.

Bagaimana dengan gugus meta? Hal ini dijelaskan juga dengan bentuk resonansi. Sebagai contoh kita amati senyawa nitrobenzena yang bentuk resonansinya adalah sebagai berikut :



Atom N pada senyawa benzena mempunyai muatan positif, karena itu bersifat menarik elektron dari inti benzena. Ternyata elektron yang ditariknya adalah dari tempat orto-para, sehingga orto-para kekurangan elektron sehingga akibatnya bermuatan positif. Elektrofil tidak dapat melekat di situ bahkan ditolak, karena itu melekat ke meta yang bermuatan relatif negatif.

Bagaimana reaktivitas dapat dijelaskan? Kita ambil contoh pengaruh orto-para yang mendeaktifkan, tetapi adanya gugus halogen, mendeaktifkan. Hal ini disebabkan karena halogen secara induktif bersifat menarik elektron dari inti benzena, yang mengakibatkan inti benzena menjadi positif. Karena menjadi positif, maka masuknya elektrofil agak terhambat, jadi Cl mendeaktifkan inti benzena.

### c. Ukuran partikel elektrofil

Ukuran partikel elektrofil berpengaruh terhadap hasil substitusi; klorasi toluena menghasilkan 33,9% pada tempat para, sedangkan bromasi toluena menghasilkan 66,8% pada para, memang ukuran partikel  $Cl^+$  lebih kecil dari pada partikel  $Br^+$ , klorasi toluena lebih banyak ke tempat orto. Hal ini disebabkan karena pada tempat orto masuknya elektrofil terhambat oleh gugus ruah (gangguan ruah), atau oleh muatan positif dari substituen (partikel bermuatan sama saling menolak).



## 5. Reaksi Benzena

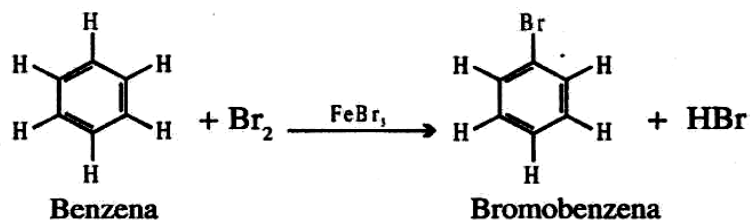
Gugus fungsi pada senyawa turunan benzena terbentuk melalui reaksi substitusi. Reaksi substitusi pada benzena ini lebih mudah terjadi dibandingkan reaksi adisi. Reaksi adisi hanya dapat berlangsung jika dilakukan pada suhu tinggi dengan bantuan katalis.

Reaksi-reaksi pada benzena berikut ini dapat digunakan untuk membuat senyawa-senyawa turunan benzena.

### a. Substitusi Atom H dengan Atom Halogen (Reaksi Halogenasi)

Pada reaksi ini, atom H digantikan oleh atom halogen dengan bantuan katalis besi (III) halida sehingga menghasilkan senyawa *halobenzena*.

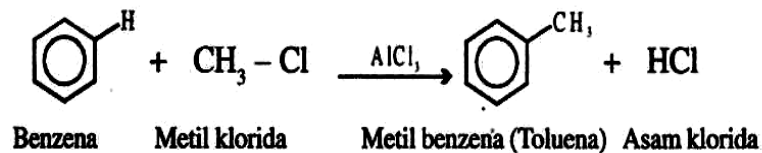
Contohnya reaksi halogenasi benzena menggunakan  $\text{Br}_2$  dan katalis  $\text{FeBr}_3$ .



### b. Substitusi Atom H dengan Gugus Alkil (Reaksi Alkilasi Friedel-Crafts)

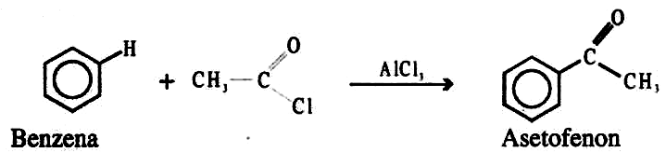
Pada reaksi alkilasi ini digunakan pereaksi alkil halida dengan katalis  $\text{AlCl}_3$ . Produk yang dihasilkan disebut *alkil benzena*.

Perhatikan contoh reaksi berikut.



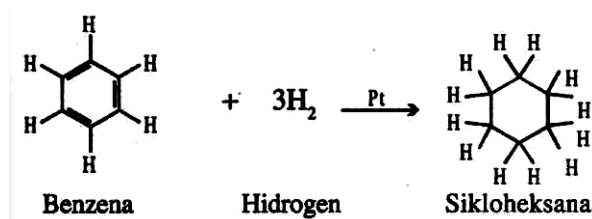
### c. Substitusi Atom H dengan Gugus Asil (Reaksi Asilasi Friedel-Crafts)

Pada reaksi yang menggunakan katalis  $\text{AlCl}_3$  ini, atom H digantikan oleh gugus asil ( $-\text{C}(=\text{O})\text{R}$ ).



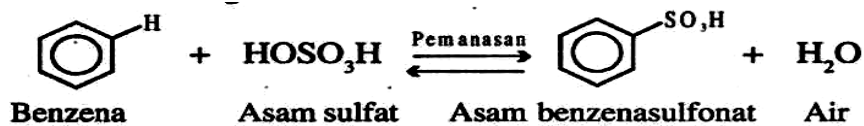
#### d. Adisi Benzena dengan Gas Hidrogen

Pada reaksi adisi ini digunakan katalis platina.



#### e. Substitusi Atom H dengan Gugus Sulfonat (Reaksi Sulfonasi)

Reaksi benzena dengan asam sulfat ( $\text{HOSO}_3\text{H}$ ) yang disertai pemanasan menghasilkan asam benzenasulfonat.

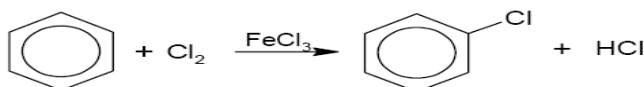


Reaksi sulfonasi akan berlangsung lebih cepat jika asam sulfat digantikan oleh asam sulfat berasap ( $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_3^{2-}$ ).

#### f. Halogenasi

Benzena dapat bereaksi dengan halogen dengan katalis besi(III) klorida membentuk halida benzena dan hidrogen

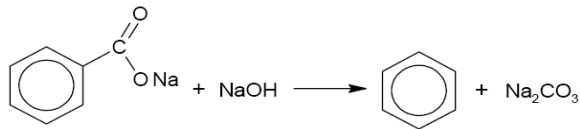
klorida. Contoh :



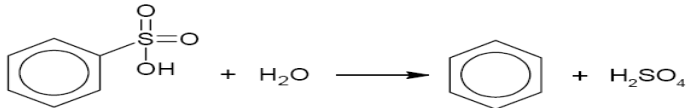
### 6. Pembuatan Benzena

- Memanaskan natrium benzoat kering dengan natrium hidroksida berlebih akan menghasilkan benzena. Contoh :

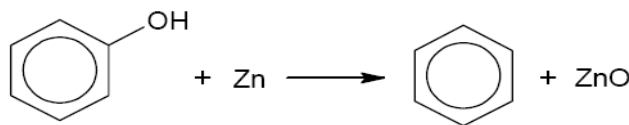




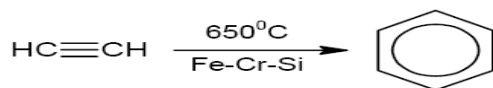
- b. Mereaksikan asam benzena sulfonat dengan uap air akan menghasilkan benzena. Contoh :



- c. Mereduksi fenol dengan logam seng akan menghasilkan benzena. Contoh:



- d. Mengalirkan gas asetilena ke dalam tabung yang panas dengan katalis Fe-Cr-Si akan menghasilkan benzena. Contoh :

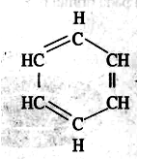


## 7. Kegunaan dan dampak Benzena dalam Kehidupan


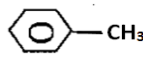
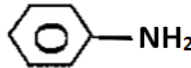
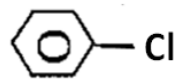
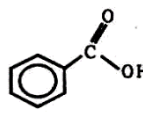
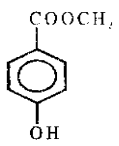
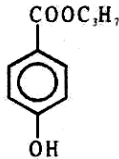
### a. Kegunaan

- 1) Benzena digunakan sebagai pelarut.
- 2) Benzena juga digunakan sebagai prekursor dalam pembuatan obat, plastik, karet buatan dan pewarna.
- 3) Benzena digunakan untuk menaikkan angka okтана bensin.

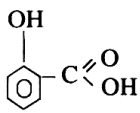
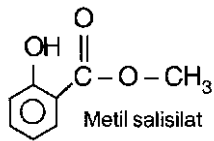
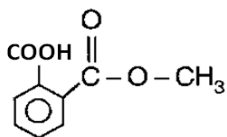
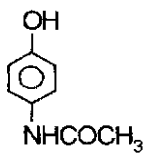
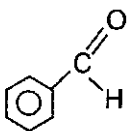
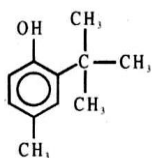
**Tabel 3.7** Kegunaan Benzena dan turunannya

| No. | Senyawa  | Kegunaan   | Dampak   |
|-----|--|--|--|
| 1.  | Benzena<br> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pelarut nonpolar,</li> <li>• bahan baku pembuatan turunan benzena</li> </ul>                          | Bersifat racun, karsinogenik, dan dapat menyebabkan leukemia |
| 2.  | Fenol  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pembunuh kuman, Desinfektan,</li> <li>• pengawet kayu,</li> <li>• digunakan dalam industri</li> </ul> | Merusak jaringan protein                                     |

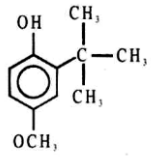
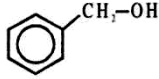
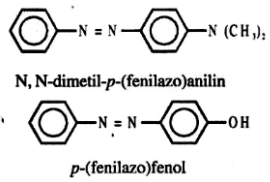
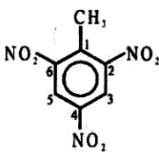
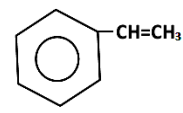
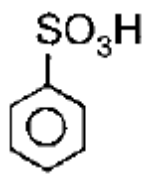


| No. | Senyawa  | Kegunaan  | Dampak   |
|-----|--|---|--|
|     |   | sepeda motor  |  |
| 3.  | Toluena<br>   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Pelarut,</li><li>• bahan dasar peledak (TNT) dan asam benzoat.</li><li>• bahan dasar pembuatan asam benzoat dalam industri,</li><li>• sebagai pelarut senyawa karbon.</li></ul> | Mengakibatkan mabuk dan mual.                              |
| 4.  | Anilina<br>   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Bahan dasar zat warna diazo</li><li>• bahan dasar obat-obatan,</li><li>• bahan bakar roket, dan bahan peledak</li></ul>   | Menyebabkan sakit kepala, kantuk berat dan gangguan mental |
| 5.  | Kloro benzena<br>   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Bahan dasar pembuatan pestisida (DDT)</li></ul>   |  |
| 6.  | Asam benzoat, nipagin, dan nipasol<br><br>Asam benzoat<br><br>Metil paraben (Nipagin)<br><br>Propil paraben (Nipasol) | <ul style="list-style-type: none"><li>• Pengawet makanan dan minuman</li></ul>  | Dapat menyebabkan alergi dan hiperaktif pada anak-anak     |

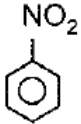
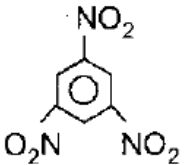


| No. | Senyawa  | Kegunaan   | Dampak  |
|-----|--|--|---|
| 7.  | Asam salisilat<br>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Zat anti jamur, salep penyakit kulit serta bahan Aspirin</li> </ul> | Jika disalahgunakan dapat menimbulkan iritasi lambung |
| 8.  | Metil Salisilat<br><br>Metil salisilat            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Obat gosok (gAndapura)</li> </ul>                                   |   |
| 9.  | Aspirin (asam asetil salisilat)<br>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Zat Analgesik (penghilang rasa nyeri)</li> </ul>                    | Iritasi pada lambung                                  |
| 10. | Asetosal dan parasetamol/<br>Asetaminofen<br>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Zat analgesik. Zat antipiretik/ obat penurun panas</li> </ul>       | Iritasi lambung, gangguan kerja ginjal. Dan asma      |
| 11. | Benzaldehida<br>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Aroma Ciri dan Almon</li> </ul>                                     |   |
| 12. | BHT dan BHA<br><br>Butil hidroksi toluena (BHT) | <ul style="list-style-type: none"> <li>Zat antioksidan</li> </ul>  | Alergi  |



| No. | Senyawa  | Kegunaan   | Dampak                                 |
|-----|--|--|--|
|     |  <p>Butil hidroksi anisol (BHA)</p>   |  |  |
| 13. | <p>Benzilalkohol</p>  <p>Benzil alkohol</p>   | Zat antiseptik   | Rasa terbakar dan iritasi pada lambung |
| 14. | <p>Zat warna azo</p>  <p>N, N-dimetil-<i>p</i>-(fenilazo)anilin<br/><i>p</i>-(fenilazo)fenol</p> | Zat pewarna  | Karsinogenik                           |
| 15. | <p>TNT</p>  <p>2,4,6-trinitro-toluena (TNT)</p>   | Bahan peledak  | Menimbulkan daya ledak yang besar      |
| 16. | <p>Stirena</p>    | Bahan dasar polistirena (bahan sepatu, alat listrik, piring dsb)   |  |
| 17. |  <p>Asam Benzena Sulfonat</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sakarin digunakan sebagai pemanis sintetis pengganti gula.</li> <li>benzena sulfonamida digunakan untuk pembuatan obat-obat sulfa.</li> </ul> |  |



| No. | Senyawa   | Kegunaan  | Dampak |
|-----|---|---|--------|
| 18. | <br>Nitrobenzena                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• digunakan pada pembuatan anilin dan parfum pada sabun</li> </ul>                 |        |
| 19. | <br>1,3,5 - trinitro benzena (TNB) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• zat padat pada bahan peledak, daya ledaknya lebih hebat daripada TNT.</li> </ul> |        |

b. Dampak

- 1) Benzena sangat beracun dan menyebabkan kanker (karsinogenik).
- 2) Benzena dapat menyebabkan kematian jika terhirup pada konsentrasi tinggi, sedangkan pada konsentrasi rendah menyebabkan sakit kepala dan menaikkan detak jantung.



## D. Aktivitas Pembelajaran

Setelah mengkaji materi tentang benzena, Anda dapat mencoba melakukan eksperimen sesuai lembar kegiatan 1. Setelah selesai, Anda dapat merancang kembali disesuaikan dengan kondisi sekolah Anda. Untuk materi benzena dan turunannya Anda dapat merancang eksperimen secara kreatif kemudian lakukan uji coba rancangan. Anda dapat bekerjasama dalam kelompok masing-masing. Lakukan percobaan dengan disiplin ikuti aturan bekerja di laboratorium. Selanjutnya perwakilan peserta mempresentasikan hasil percobaan, peserta lain menyimak presentasi dengan cermat dan serius sebagai penghargaan kepada pembicara

### Pembuatan Ester Metil Salisilat

**I. Tujuan : Membuat Ester Metil Salisilat**

**II. Alat : Tabung reaksi, penangas air**

**III. Bahan : Metanol, serbuk asam salisilat, asam sulfat pekat**

**IV. Langkah Kerja :**

1. Ke dalam tabung reaksi masukkan 2 mL metanol 1 gram serbuk asam salisilat dan tambahkan 5 tetes asam sulfat pekat.
2. Masukkan ke dalam penangas air dan cium bau yang timbul, dengan cara dikibas-kibas dengan tangan ke hidung

**V. Pertanyaan :**

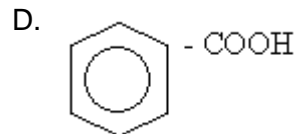
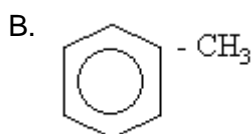
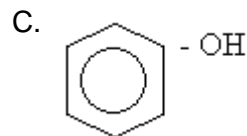
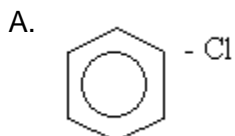
1. Tuliskan reaksi yang terjadi antara metanol, asam salisilat dan asam sulfat pekat?
2. Berdasarkan bau yang terjadi coba Anda diskusikan dengan kelompok, metil salisilat biasanya terdapat dalam produk apa ?



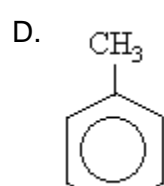
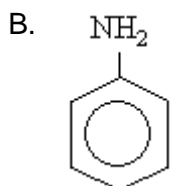
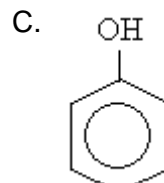
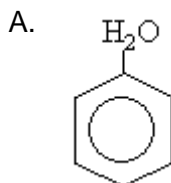
## E. Latihan/kasus/tugas

Setelah mempelajari topik benzena dan turunannya, silakan Anda mencoba mengerjakan latihan soal secara mandiri selanjutnya diskusikan dalam kelompok. kumpulkan hasil kerja tepat waktu sesuai jadwal yang ditentukan.

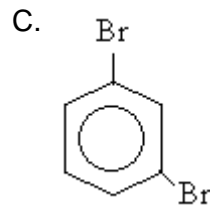
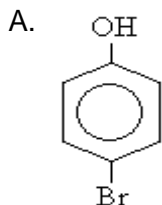
1. Rumus dari fenol adalah ....

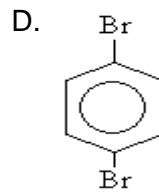
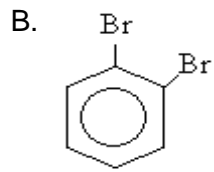


2. Di antara senyawa di bawah ini yang disebut Anilin adalah ....

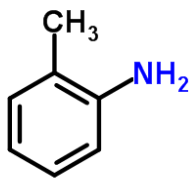


3. Rumus struktur dari para dibromo benzena adalah ....





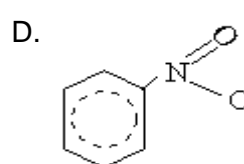
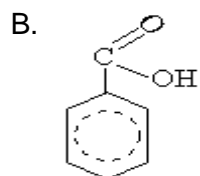
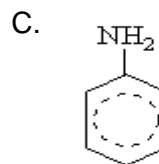
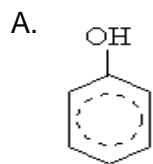
4. Nama untuk senyawa turunan benzena dengan rumus struktur berikut adalah ....



- A. orto metil anilina  
B. meta metil anilina

- C. orto amino toluena  
D. orto metil anilida

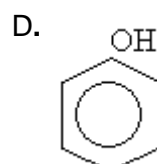
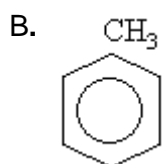
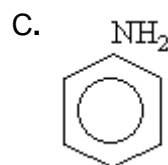
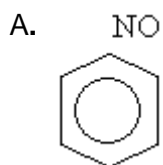
5. Rumus struktur asam benzoat adalah .....



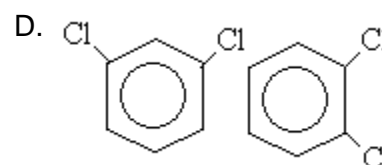
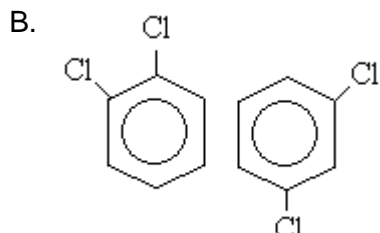
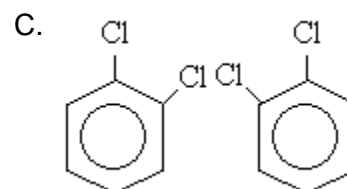
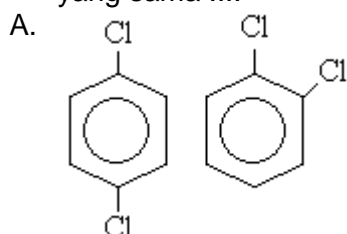




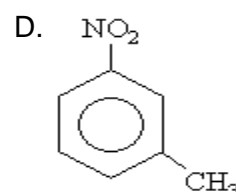
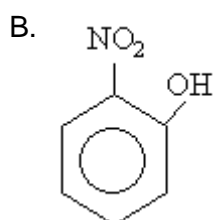
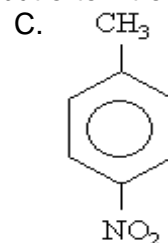
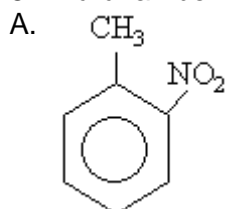
6. Turunan dari benzena yang bersifat asam adalah ....



7. Manakah pasangan struktur benzena yang memiliki hasil substitusi benzena yang sama ....

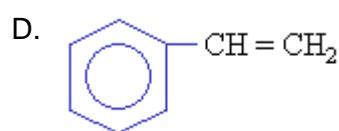
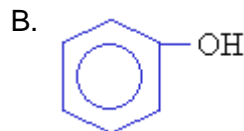
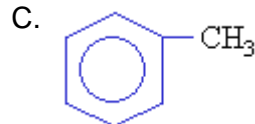
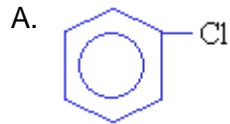


8. Turunan benzena berikut ini yang disebut orto nitro toluena adalah ....





9. Salah satu senyawa turunan benzena berikut yang merupakan bahan dasar pembuatan asam benzoat adalah ....



10. Senyawa turunan benzena yang berguna sebagai zat antiseptik adalah ....

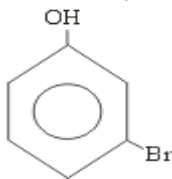
A. anilin

C. toluena

B. fenol

D. nitro benzena

11. Nama senyawa di bawah ini adalah .....



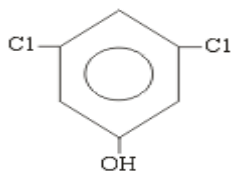
A. Meta bromo fenol

C. Para bromo fenol

B. Orto bromo fenol

D. Orto bromo benzol

12. Nama dari senyawa turunan benzena dengan rumus struktur di bawah ini adalah ....



13. Tri nitro toluena adalah salah satu turunan benzena yang digunakan untuk ....

A. Bahan pembuatan detergen

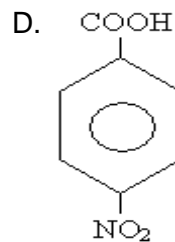
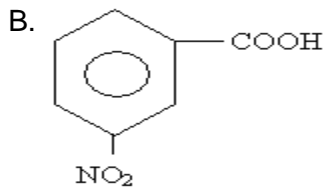
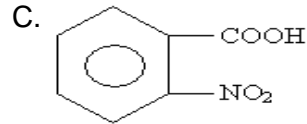
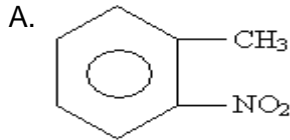
C. Bahan pengawet

B. Bahan antioksidan

D. Bahan peledak



14. Rumus struktur dari asam meta nitro benzoat adalah ....



15. Berikut ini senyawa-senyawa benzena dan turunannya yang bersifat non polar adalah...

- A. Toluena, etil benzena dan anilin
- B. Benzena, toluena dan etil benzena
- C. Fenol, anilin, benzena
- D. Klorobenzena, fenol dan toluena

### Pengembangan Soal

- Setelah Anda menjawab soal-soal di atas, buatlah soal-soal kategori *HOTS* untuk topik kimia unsur 3 (unsur-unsur periode ketiga), mengacu pada kisi-kisi UN/USBN 2017. Jumlah soal minimal 5 (lima) soal pilihan Ganda dan 2 (dua) soal uraian. Gunakan modul pedagogik KK G yang berjudul Pengembangan Instrumen Penilaian, Pedoman Penilaian SMA yang berlaku serta buku pelajaran kimia.
- Kerjakan pada kegiatan *ON*, gunakan format yang ditetapkan. Lakukan telaah soal menggunakan instrumen telaah soal *HOTS*, perbaiki soal berdasarkan hasil telaah. Dokumentasikan hasil pekerjaan Anda sebagai bahan portofolio dan sebagai bahan laporan pada *IN-2*.



## F. Rangkuman

Senyawa Benzena dan turunan benzena mengandung dua gugus fungsional, senyawa tersebut akan memiliki tiga buah isomer, yaitu isomer posisi *orto* (*o*-), *meta* (*m*-), dan *para* (*p*-). Posisi *orto* merupakan posisi (1, 2), *meta* menunjukkan posisi (1, 3), sedangkan *para* menunjukkan posisi (1, 4). Tata nama turunan benzena dapat memiliki dua gugus fungsional. Selain dapat digunakan sistem penomoran, senyawa tersebut juga dapat diberi nama menggunakan awalan *orto* (*p*-), *meta* (*m*-), dan *para* (*p*-). Posisi substituen (1,2) disebut *posisi orto*, posisi (1,3) disebut *posisi meta*, dan posisi (1,4) dikenal pula sebagai *posisi para*. Perhatikan, bahwa jika kedua gugus fungsional tersebut sama, berarti senyawa tersebut merupakan isomer satu dengan lainnya. Jika terdapat lebih dari satu gugus fungsi/ substituen maka urutan Prioritas Nomor 1 adalah : - COOH, - SO<sub>3</sub>H, - COH, -CN, - OH, - NH<sub>2</sub>, - CH<sub>3</sub>, - NO<sub>2</sub>, - X

## G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan tes formatif 1 ini, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 80%, silakan Anda terus mempelajari Kegiatan Belajar selanjutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 80%, sebaiknya Anda ulangi kembali kegiatan Pembelajaran ini dengan kerjakeras, kreatif, disiplin dan kerjasama

# KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS

## I. Kunci Jawaban Sifat Koligatif

### A. Jawaban pilihan ganda

1. D
2. A
3. D
4. C
5. B
6. B
7. C
8. A
9. B
10. D

## II. Kunci Jawaban Kimia Unsur Periode Ketiga

1. B
2. A
3. B
4. E
5. B
6. C
7. B
8. A
9. C
10. D



### III. Kunci Jawaban Benzena dan Turunannya

1. **C**

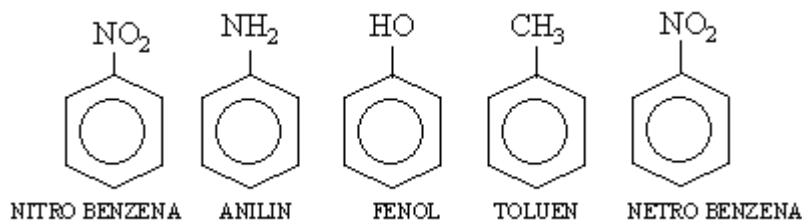
Penyelesaian :

Fenol adalah benzena dimana satu atom H nya diganti gugus OH

2. **B**

Penyelesaian :

Turunan-turunan Benzena



3. **D**

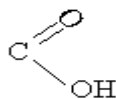
Penyelesaian :

- A. Parabromofenol
- B. Orto debromobenzena
- C. Metadibromobenzena
- D. Orto nitrotoluenza

4. **B**

penyelesaian

Asam benzoat turunan dari asam karboksilat yang mempunyai gugus



fungsi :

5. **B**

penyelesaian :

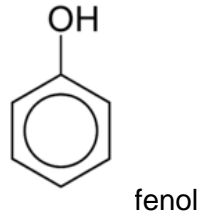


oksidasi toluena menghasilkan asam benzoat.



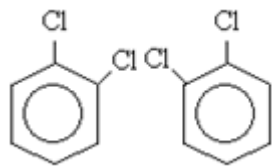
6. **B**

penyelesaian :



7. **C**

Penyelesaian :

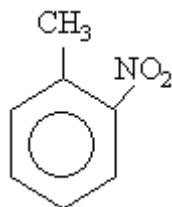


Sama sama senyawa orto

8. **A**

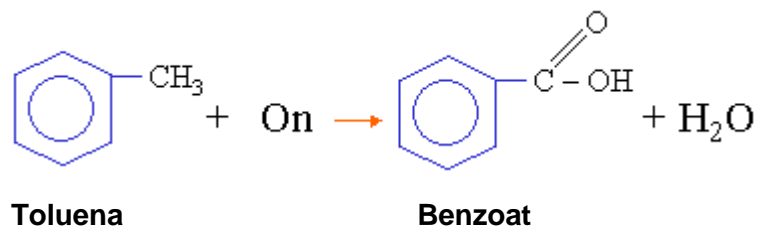
**Penyelesaian :**

**Orto Nitro Toluena**



9. **C**

**Penyelesaian :**



10. **B**

Penyelesaian:



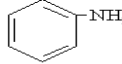
Turunan Benzena yang berguna sebagai zat antiseptik adalah fenol (karbol atau lisol)



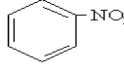
Fenol : Antiseptik (Desinfektan)



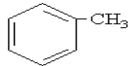
Asam benzoat (pengawet)



Anilin : Bahan zat warna tekstil



Bahan dasar peledak (TNB)

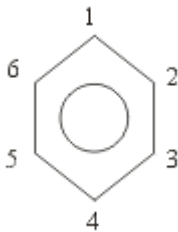


Toluena : Bahan dasar Peledak (TNT)

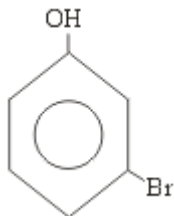
### 11. A

Penyelesaian

Hasil substitusi pada benzena mempunyai 3 isomer yaitu : Orto, Meta, dan Para. Letak substituen yang terikat pada atom C dari benzena dapat dinyatakan oleh:



Orto (1,2)      meta (1,3)      para (1,4) maka :



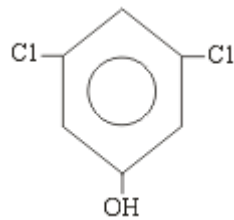
adalah senyawa meta bromo fenol

### 12. A

Penyelesaian

Jika substituenya berbeda jenis maka penomorannya dimulai dari atom C lingkaran yang mengikat gugus paling negatif.





→ **3,5 - dikloro fenol**

13. **E**

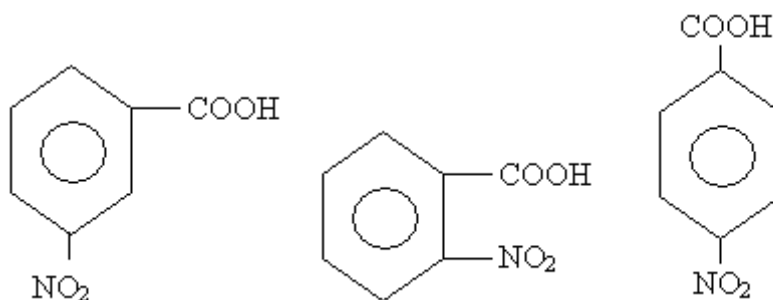
Penyelesaian

TNT dibuat dari toluen dengan mengganti H pada inti benzen secara bertahap dan digunakan sebagai bahan peledak.

14. **B**

Penyelesaian

Asam nitro benzoat memiliki tiga isomer yaitu :



15. **B**

## EVALUASI

1. Pada tekanan 1 atm, air murni membeku pada suhu  $0^{\circ}\text{C}$ , dengan adanya zat terlarut misalnya saja ditambahkan gula ke dalam air tersebut maka titik beku larutan ini tidak akan sama dengan  $0^{\circ}\text{C}$ , melainkan akan turun dibawah  $0^{\circ}\text{C}$ . Hal ini adalah fenomena penurunan titik beku. Salah satu alasan yang menyebabkan terjadi penurunan titik beku pada peristiwa tersebut adalah....
  - A. lebih banyak energi yang dilepaskan untuk mengubah larutan menjadi fasa padat
  - B. lebih banyak energi yang diperlukan untuk mengubah larutan menjadi fasa padat
  - C. adanya penggabungan energi antara zat terlarut dan pelarut murni dalam sistem
  - D. adanya penguraian energi antara zat terlarut dan pelarut murni dalam sistem
  
2. Tekanan uap larutan air murni lebih tinggi dibandingkan tekanan uap jenuh larutan glukosa. Penurunan tekanan uap jenuh larutan disebabkan karena....
  - A. Jumlah molekul air yang dapat menguap dari larutan glukosa lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah molekul air dari air murni
  - B. Jumlah molekul air yang dapat menguap dari larutan glukosa lebih banyak dibandingkan dengan jumlah molekul air dari air murni
  - C. Jumlah molekul air yang dapat menguap dari larutan glukosa sama dengan jumlah molekul air dari air murni
  - D. Jumlah molekul air yang dapat menguap dari larutan glukosa bergabung dengan jumlah molekul air dari air murni



3. Seandainya terdapat data titik didih dari suatu percobaan dalam tekanan 1 atm sebagaimana data dalam tabel berikut.

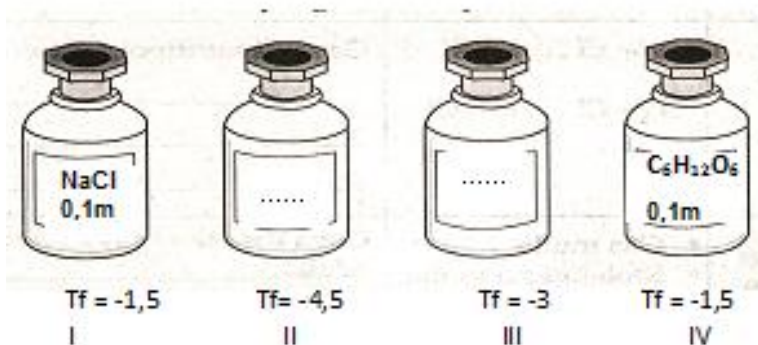
| Air   | Larutan Glukosa 1,5m | Larutan urea 2 m | Larutan X | Larutan Y |
|-------|----------------------|------------------|-----------|-----------|
| 100°C | 100,5°C              | 101°C            | 100,25°C  | 101,5°C   |

Maka diperkirakan larutan X dan Y adalah berturut turut adalah....

- Larutan garam 1 m dan larutan urea 3m
  - Larutan urea 1m dan larutan glukosa 2,5m
  - Larutan garam 1,5 m dan larutan urea 0,5 m
  - Larutan glukosa 2m dan larutan urea 1,5m
4. Tentukan tekanan osmotik larutan glukosa ( $M_r = 180$ ) yang dibuat dengan melarutkan 10,8 gram glukosa dalam air hingga volumenya 400 mL pada suhu 27°C. Gunakan  $R = 0,082 \text{ L atm/mol K}$ .
- 3,69 atm
  - 3,96 atm
  - 6,39 atm
  - 9,36 atm
5. Sebanyak 14,1 gram parafin  $C_{20}H_{42}$  ( $M_r = 282$ ) dilarutkan dalam 78 gram benzena  $C_6H_6$  ( $M_r = 78$ ). Jika tekanan uap jenuh pelarut pada suhu tertentu adalah 300 mmHg, maka penurunan tekanan uap pelarut pada suhu tersebut adalah....
- 30,00 mmHg
  - 28,60 mmHg
  - 15,00 mmHg
  - 14,30 mmHg
6. Ke dalam 250 gram air dilarutkan 8,7 gram  $K_2SO_4$  ( $M_r = 174$ ). Jika  $K_b$  air adalah 0,52°C/molal, tentukan kenaikan titik didih larutan tersebut!
- 0,213 °C
  - 0,524°C
  - 0,312°C
  - 0,125°C



7. Pada tekanan 1 atm, titik didih larutan  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  2 m dalam air adalah  $101.00^\circ\text{C}$ , berdasarkan data tersebut, maka titik didih larutan  $\text{CaCl}_2$  0.5 m di dalam pelarut yang sama adalah ....
- A.  $105.00^\circ\text{C}$  C.  $100.50^\circ\text{C}$   
B.  $101.50^\circ\text{C}$  D.  $99.50^\circ\text{C}$
8. Seorang guru lupa mencantumkan label dua larutan yang untuk persiapan praktikum sifat koligatif. Dia mencoba menentukan jenis larutan tersebut dengan membandingkan titik bekunya terhadap titik beku larutan lainnya yang sudah diketahui seperti pada gambar di bawah ini.



Label mana yang seharusnya ditempelkan pada gelas kimia II dan III

| Gelas kimia II                |       | Gelas kimia III                     |     |
|-------------------------------|-------|-------------------------------------|-----|
| A. NaCl                       | 3 m   | $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ | 3 m |
| B. $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ | 1 m   | NaCl                                | 3 m |
| C. $\text{CaCl}_2$            | 2 m   | NaCl                                | 1 m |
| D. $\text{CaCl}_2$            | 1,5 m | $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$          | 1 m |

9. Amati sifat-sifat unsur perioda ke tiga pada tabel berikut :

| Sifat \ Unsur | K       | L          | M         | N         | O         |
|---------------|---------|------------|-----------|-----------|-----------|
| Logam         | logam   | semi logam | non logam | non logam | non logam |
| Hidroksida    | amfoter | Asam       | Asam      | asam      | asam      |
| Wujud         | padat   | Padat      | Padat     | padat     | gas       |



Berdasarkan sifatnya unsur K, M, O berturut-turut adalah ....

- A. Al, S, Ar  
B. Na, Al, Cl  
C. Si, Al, Cl  
D. Al, P, Cl
10. Unsur-unsur periode ketiga dalam sistem periodik terdiri dari unsur logam dan non logam. Manakah pernyataan dibawah ini yang benar mengenai sifat unsur-unsur periode ketiga?
- A. Jari-jari atom dari Na ke Cl semakin bertambah besar  
B. Unsur Na, Mg, dan Al bereaksi dengan oksigen membentuk oksida basa.  
C. Daya pengoksidasi dari Na ke Cl makin bertambah  
D. Senyawa hidroksida dari P, S dan Cl dengan air membentuk larutan asam
11. Jika logam Na dimasukkan ke dalam air yang mengandung phenolptalein gejala apa saja yang akan timbul?
- A. Terjadi gas hidrogen, larutan berwarna merah dan reaksi eksoterm  
B. Terjadi gas hidrogen, larutan berwarna merah dan reaksi endoterm  
C. Terjadi gas oksigen, larutan berwarna merah dan reaksi eksoterm  
D. Terjadi gas oksigen, larutan tidak berwarna dan reaksi eksoterm
12. Proses pemurnian alumunium dari bentuk senyawanya, zat-zat pengotor ini harus dipisahkan dari bauksit, dikenal dengan ....
- A. Proses kontak  
B. Proses Bayer  
C. Proses Frasch  
D. Proses polimerisasi
13. Berikut ini senyawa yang memiliki manfaat dalam pembuatan korek api, karena sifatnya , tidak terbakar secara spontan, namun terbakar dengan mudah ketika dipanaskan oleh gesekan adalah....
- A. Posfor putih dan posfor merah  
B. Posfor merah dan tetrafosfor trisulfida



- C. tetrafosfor trisulfida dan posfor putih
- D. tetrafosfor trisulfida dan posfor
14. Pada kelimpahan di alam, fosfor terdapat sebagai molekul  $P_4$ , dimana membentuk dua oksida padat dengan rumus....
- A.  $P_2O_5$  dan  $P_4O_{10}$ .
- B.  $P_4O_6$  dan  $P_2O_5$ .
- C.  $P_4O_6$  dan  $P_4O_{10}$ .
- D.  $P_3O_7$  dan  $P_4O_8$ .
15. Suatu senyawa karbon yang mengandung inti benzena mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :
- Berupa kristal putih dan dapat larut dalam air
  - Bersifat asam lemah dan bereaksi dengan NaOH
  - Bersifat pemusnah hama
- Berdasarkan sifat-sifat diatas, maka senyawa tersebut adalah . . . .
- A. anilin
- B. nitro benzena
- C. fenol
- D. benzoil alkohol
16. Pasangan senyawa berikut yang mengandung aluminium adalah ....
- A. bauksit dan kuarsa
- B. fosforus dan fluoroapatit
- C. mika dan kriolit
- D. kriolit dan bauksit
17. Dalam pembuatan aluminium dari alumina, ke dalam  $Al_2O_3$  ditambahkan kriolit ( $Na_3AlF_6$ ). Dalam hal ini kriolit berfungsi sebagai ....
- A. Katalis
- B. Pelarut
- C. katoda
- D. anoda



18. Diketahui senyawa-senyawa:

- 1) Kriolit
- 2) Kaporit
- 3) Bauksit
- 4) Kalkopirit
- 5) Kaolin

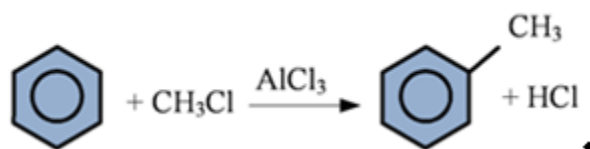
Pasangan senyawa yang mengandung aluminium adalah ....

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

19. Magnalium adalah logam paduan yang terdiri atas ....

- A. Mn dan Fe
- B. Mn dan Cu
- C. Mg dan Al
- D. Mg dan Zn

20. Berikut adalah persamaan reaksi pembuatan turunan benzena



- A. Sulfonasi
- B. Adisi
- C. Alkilasi
- D. Halogenasi

21. Berikut ini adalah kegunaan senyawa turunan benzena :

1. pengawet makanan;
2. bahan peledak;
3. zat disinfektan;



4. pembuatan zat warna; dan

5. bahan bakar roket.

Kegunaan yang tepat untuk senyawa turunan benzena dengan rumus berikut adalah....



- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4

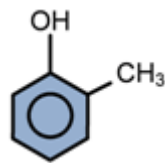
22. Perhatikan persamaan berikut.



Nama senyawa X yang dihasilkan dan jenis reaksi yang terjadi adalah....

- A. Anilin; alkilasi
- B. Toluena; alkilasi
- C. Anilin; halogenasi
- D. Klorobenzena; halogenasi

23. Nama molekul turunan benzena di bawah ini adalah....

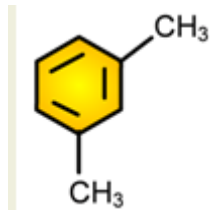


- A. Orto hidroksi toluena
- B. Orto toluena fenol
- C. Orto hidrometil benzena
- D. Orto metil hidroksobenzena





24. Nama yang tepat untuk senyawa turunan benzena dengan rumus struktur



- A. 1,2-dimetil benzena
  - B. 1,3-dimetil benzena
  - C. Meta dimetil benzena
  - D. 3-metil toluena
25. Berikut ini yang termasuk sifat senyawa alkohol dan fenol adalah....
- A. Alkohol tidak bereaksi dengan NaOH dan fenol bereaksi dengan NaOH
  - B. Alkohol dan fenol sama sama larut dalam larutan asam
  - C. Alkohol bersifat elektrolit dan fenol bersifat non elektrolit
  - D. Alkohol dan fenol , keduanya dapat teroksidasi
26. Substituen berikut merupakan pengarah meta, yaitu....
- A.  $-\text{NO}_2$ ,  $-\text{NH}_3$  dan  $-\text{COOH}$
  - B.  $-\text{OH}$ ,  $-\text{F}$ ,  $-\text{CH}_3$
  - C.  $-\text{O}-$ ,  $-\text{OR}$ ,  $-\text{OC}_6\text{H}_5$
  - D.  $-\text{CH}_2\text{Cl}$ ,  $-\text{NH}_3$ , aril
27. Diketahui beberapa sifat berikut.
- (1) Rumus molekul  $\text{C}_6\text{H}_6$
  - (2) Dapat mengalami reaksi adisi dengan bromin
  - (3) Mempunyai 3 ikatan rangkap dan 3 tunggal yang letaknya berselang seling
  - (4) Dapat mengalami resonansi pada ikatan rangkapnya
  - (5) Strukturnya mirip dengan sikloheksadiena

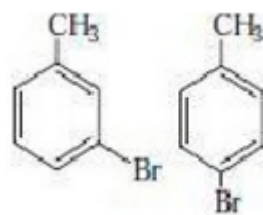
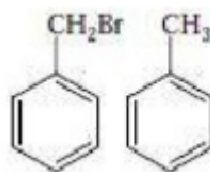
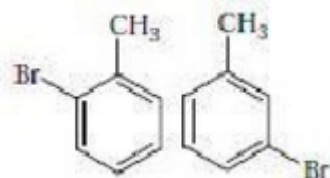
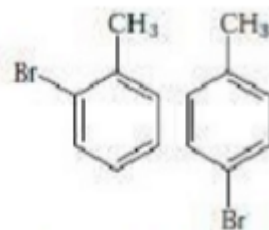
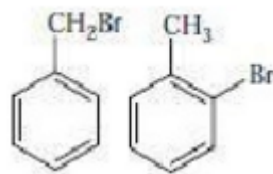
Manakah yang merupakan sifat dari benzena....

- A. 1 dan 2



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

28. Jika metilbenzena direaksikan dengan bromin dengan bantuan katalis, terbentuk dua isomer dari senyawa monobromobenzena, yaitu ....





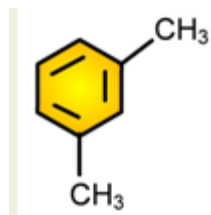
29. Beberapa senyawa turunan benzena

- (1) Fenol
- (2) Trinitrotoluena
- (3) Stirena
- (4) Asam benzoat

Senyawa yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan bahan peledak dan pengawet makanan atau minuman berturut turut adalah nomor....

- A. (1) dan (2)
- B. (2) dan (3)
- C. (2) dan (4)
- D. (3) dan (4)

30. Nama yang tepat untuk senyawa turunan benzena berikut ini adalah....



- A. 1,4-dimetil benzena
- B. 1,3- dimetil benzena
- C. Meta-dimetil benzena
- D. 3-metil toluena

## PENUTUP

Modul Profesional Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan ((PKB) Guru melalui Peningkatan Kompetensi Mata Pelajaran Kimia Kelompok Kompetensi G yang berjudul Sifat Koligatif, Kimia Unsur 3, Benzen dan Turunannya disiapkan untuk guru pada kegiatan diklat baik secara mandiri maupun tatap muka di lembaga pelatihan atau di MGMP. Materi modul disusun sesuai dengan kompetensi profesional yang harus dicapai guru pada Kelompok Kompetensi G. Guru dapat belajar dan melakukan kegiatan diklat ini sesuai dengan rambu-rambu/instruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, praktik dan latihan. Modul ini juga mengarahkan dan membimbing peserta diklat dan para widyaiswara/fasilitator untuk menciptakan proses kolaborasi belajar dan berlatih dalam pelaksanaan diklat.

Untuk pencapaian kompetensi pada Kelompok Kompetensi G ini, guru diharapkan secara aktif menggali informasi, memecahkan masalah dan berlatih soal-soal evaluasi yang tersedia pada modul.

Isi modul ini masih dalam penyempurnaan, masukan-masukan atau perbaikan terhadap isi modul sangat kami harapkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arief Sidharta, Dadan Muslih, 1993. **Perancangan, Pembuatan, dan Pendayagunaan Alat Peraga Praktik (APP) IPA SMP Sederhana**, Jakarta: Direktorat Sarana Pendidikan
- Ahmad Mutamakkin. 2008. **Pengembangan Media Pembelajaran Kimia Organik SMA Berbasis Multimedia Komputer**. Malang: Universitas Negeri Malang
- Brown, Theodore L., LeMay, Eugene., Bursten, Bruce E., Murphy, Catherine, J. 2009. **CHEMISTRY, The Central Science. Eleventh Edition**, USA :Pearson Education, Inc, Inc.
- Chang, Raymond. 2006. **General Chemistry, Fourth Edition**. New York: The McGraw-Hill Companies.
- Chang Raymond. 2008. **General Chemistry : The Essential Concepts. Fourth Edition**, New York : Mc Graw- Hill
- Chua S. 2000. **Chemistry MCQ with HELPS, GCE 'A' LEVEL**. Singapore. Redspot
- Davis, Peck, et al. 2010. **The Foundation of Chemistry**. USA: Brooks/Cole Cengage Learning.
- Devi, Poppy, K., Siti Kalsum., dkk. 2009. **Kimia 3, Kelas X SMA dan MA. Bandung: PT Remaja Rosdakarya**.
- Fessenden & Fessenden. 1987. **Kimia Organik**. Jakarta: Erlangga.
- Hart dan Suminar. 1983. **Kimia Organik**. Jakarta: Erlangga.
- Lee Eet Fong. 1996. **Science Chemistry, Exel in O-Level**. Singapore. EPB Publisher
- Lewis, Michael and Guy Waller. 1997. **Thinking Chemistry**. London: Great Britain Oxford University Press.
- Parlan dan Wahjudi. 2003. **Kimia Organik I**. Malang: Universitas Negeri Malang.



- Ryan, Lawrie. 2001. ***Chemistry For You***. London: Nelson Thornes.
- Michael and Guy. 1997. ***Thinking Chemistry***. GCSE Edition Great Britain, Oxford, Scotprint Ltd.
- Silberberg. 2010. ***Chemistry The Molecular Nature of Matter and Change***. New York: Mc Graw Hill Companies. Inc.
- Sunarya, Yayan.,Setiabudi, Agus. 2009. ***Mudah dan Aktif Belajar Kimia. Untuk kelas X Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah. Edisi BSE***. Jakarta. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Whitten, Kenneth W., Davis, Raymond E., Peck, M. Larry., Stanley, George G. 2010. ***Chemistry. Ninth Edition. International Edition***. USA. Brooks/Cole Cengage Learning.
- Yayan sunarya dan Agus S, 2009. ***Mudah dan Aktif Belajar Kimia. Untuk kelas XI SMA/MA***. Jakarta: Puskurbuk Depdiknas..

#### Pustaka Internet

- <http://acehlook.com/hukum-konservasi-massa-dan-mol/>diunduhhariRabutanggal 02 September 2015, jam 13.45 WIB
- <https://carm.org/scientific-method> last update Jan 2016
- <http://dictionary.reference.com/browse/scientific-method> last update Jan 2016
- <http://en.Wikipedia.Org/wiki/Hydrogenbond>
- <https://esdikimia.wordpress.com/2009/09/26/massa-atommolekul-relatif-armr-isotop-dan-kelimpahannya/> diunduhhariselatanggal 25 Agustus 2015, jam 10.50 WIB
- [http://file.upi.edu/Direktori/SPS/PRODI.PENDIDIKAN\\_IPA/194909271978032-LILIASARI/MAKALAH\\_UNY\\_08.pdf](http://file.upi.edu/Direktori/SPS/PRODI.PENDIDIKAN_IPA/194909271978032-LILIASARI/MAKALAH_UNY_08.pdf) last update, Desember 2015
- <https://id.wikipedia.org/wiki/Stoikiometri> , diunduh hari selasa tanggal 25 Agustus 2015, jam 10.48 WIB
- [http://repository.upi.edu/12615/3/T\\_IPA\\_1200932\\_Table%20Of%20Content.pdf](http://repository.upi.edu/12615/3/T_IPA_1200932_Table%20Of%20Content.pdf). last update, Desember 2016
- <http://www.Elmhurst.edu/chm/Vchembook/>



[http://www.kompasiana.com/sukowaspodo\\_99/7-macam-sikap-ilmiah](http://www.kompasiana.com/sukowaspodo_99/7-macam-sikap-ilmiah) last update Jan 2016

**Twenty Science Attitudes** From the Rational Enquirer, Vol 3, No. 3, Jan 90.[http://www.k-state.edu/biology/pob/modern\\_attitudes.html](http://www.k-state.edu/biology/pob/modern_attitudes.html)

Anchoto. 2008. **Pembakaran Alkana dan Sikloalkana**..[Online]. Tersedia: <http://smaniva.blogspot.com/2008/02/hidrokarbon.html> ..[14 April 2010].

## GLOSARIUM

|                       |   |  |
|-----------------------|---|--|
| Adisi                 | : | Penambahan masing-masing satu gugus kepada atom karbon yang berikatan rangkap dua atau tiga  |
| Basa lemah            | : | basa yang terionisasi lebih kecil dari 100% dalam air  |
| Gugus Fungsi          | : | Gugus yang paling mudah mengalami perubahan dan menentukan sifat-sifat organik   |
| Keisomeran fungsi     | : | Isomer senyawa bila dua senyawa atau lebih mempunyai rumus molekul sama tetapi gugus fungsi berbeda  |
| Keisomeran posisi     | : | Isomer senyawa yang terbentuk akibat perubahan letak posisi ikatan rangkap   |
| Kenaikan titik didih  | : | Perbedaan titik didih pelarut murni dengan titik didih larutan   |
| Kompetensi Dasar      | : | kemampuan dan muatan pembelajaran untuk suatu mata pelajaran pada Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah yang mengacu pada Kompetensi Inti. |
| Penurunan tekanan uap | : | Perbedaan tekanan uap jenuh pelarut murni dengan uap jenuh larutan   |
| Penurunan titik beku  | : | Perbedaan titik beku pelarut murni dengan titik beku larutan   |
| Senyawa aromatik      | : | Senyawa hidrokarbon yang mengandung inti benzena   |
| Sifat koligatif       | : | Sifat yang hanya bergantung pada jumlah partikel dan bukan pada ukurannya  |
| Tekanan osmotik       | : | Tekanan yang harus diberikan kepada larutan untuk  |





|                  |   |  |
|------------------|---|--|
|                  |   | mencegah mengalirnya molekul pelarut ke dalam larutan melalui selaput semipermeabel  |
| Titik didih      | : | Titik pada saat tekanan uap cairan sama dengan tekanan udara luar. Sama dengan titik embun   |
| Titik beku       | : | Suhu saat suatu zat membentuk kesetimbangan cair-padat. Sama dengan titik lebur  |
| Titik triple     | : | Suhu dan tekanan pada saatsuatu zat membentuk kesetimbangan padat-cair-gas   |
| Van'Hoff, faktor | : | Perbandingan sifat koligatif larutan elektrolit dengan larutan nonelektrolit yang berkonsentrasi sama.   |
| Energi Ionisasi  | : | Energi yang dibutuhkan untuk memindahkan satu elektron terluar dari atom dalam keadaan gas.  |
| Energi Afinitas  | : | besarnya energi yang dibebaskan satu atom netral dalam wujud gas pada waktu menerima satu elektron sehingga terbentuk ion negative.  |
| Jari jari Atom   |   | jarak dari inti <b>atom</b> ke orbital elektron terluar yang stabil dalam suatu <b>atom</b> dalam keadaan setimbang. Biasanya jarak tersebut diukur dalam satuan pikometer atau angstrom |



## LAMPIRAN

### KISI-KISI UJIAN SEKOLAH BERSTANDAR NASIONAL SEKOLAH MENENGAH ATAS / MADRASAH ALIYAH KURIKULUM 2006 TAHUN PELAJARAN 2016/2017

#### MATA PELAJARAN: KIMIA

| No | Level Kognitif  | Kimia Dasar   | Kimia Analisis  | Kimia Fisik  | Kimia Organik  | Kimia Anorganik  |
|----|---|---|---|--|--|--|
| 1  | <b>Pengetahuan dan pemahaman</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Membuat daftar/list</li> <li>Mendeskripsikan/ describe</li> <li>Membuat tabulasi</li> <li>Memakai</li> <li>Merangkum</li> <li>Menginterpretasi</li> <li>Memprediksi/</li> <li>Menentukan</li> <li>Mengeksekusi</li> </ul> | Siswa mampu memahami dan menguasai pengetahuan mengenai struktur atom, sistem periodik unsur, ikatan kimia (jenis ikatan), tata nama senyawa (anorganik dan organik), persamaan reaksi sederhana, dan hukum-hukum dasar kimia | Siswa mampu memahami dan menguasai pengetahuan mengenai larutan (non)-elektrolit, asam-basa (sifat asam-basa, reaksi netralisasi, pH asam-basa), stoikiometri larutan, larutan penyangga, hidrolisis garam, Ksp (bisa dalam kehidupan sehari-hari/industri) | Siswa mampu memahami dan menguasai pengetahuan mengenai termokimia, laju reaksi, kesetimbangan kimia, ikatan kimia (bentuk molekul), gaya antar molekul, koloid, dan sifat koligatif larutan, reaksi redoks dan elektrokimia (bisa dalam kehidupan sehari-hari/industri) | Siswa mampu memahami dan menguasai pengetahuan mengenai senyawa karbon (hidrokarbon), minyak bumi, dan makromolekul, polimer, karbohidrat dan protein, serta cara analisis kuantitatifnya, lemak-minyak (bisa dalam kehidupan sehari-hari/ industri) | Siswa mampu memahami dan menguasai pengetahuan mengenai ikatan kimia (kristal dan sifat-sifat fisiknya), Senyawa kompleks, unsur-unsur kimia yang terdapat di alam (termasuk unsur radioaktif), sifatnya, manfaatnya, kereaktifannya, produksinya (bisa dalam kehidupan sehari-hari/ industri) |
| 2  | <b>Aplikasi</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mengklasifikasi</li> <li>Bereksperimen (data)</li> <li>Menghitung</li> <li>Mengonstrak</li> </ul>  | Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman mengenai struktur atom, sistem periodik unsur, ikatan kimia (jenis ikatan),   | Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman mengenai larutan (non)-elektrolit, asam-basa sifat asam-basa, reaksi netralisasi, pH asam-basa), stoikiometri larutan,  | Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman mengenai termokimia, laju reaksi, kesetimbangan kimia, ikatan kimia, (bentuk molekul), gaya antar  | Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman mengenai senyawa karbon (hidrokarbon), minyak bumi, dan makromolekul: polimer, karbohidrat dan protein serta cara analisis   | Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman mengenai ikatan kimia (kristal dan sifat-sifatnya), Senyawa kompleks, , unsur-unsur  |
|    |   | Tata nama senyawa anorganik dan organik), persamaan reaksi sederhana, dan hukum-hukum dasar kimia   | larutan penyangga, hidrolisis garam, Ksp (bisa dalam kehidupan sehari-hari/industri)  | molekul, koloid, dan sifat koligatif larutan, reaksi redoks dan elektrokimia (bisa dalam kehidupan sehari-hari/industri)   | kualitatifnya, lemak-minyak (bisa dalam kehidupan sehari-hari/industri)  | kimia yang terdapat di alam (termasuk unsur radioaktif), sifatnya, manfaatnya, kereaktifannya, produksinya (bisa dalam kehidupan sehari-hari/ industri)  |



| No | Level Kognitif   | Kimia Dasar   | Kimia Analisis  | Kimia Fisik  | Kimia Organik  | Kimia Anorganik   |
|----|--|---|---|--|--|---|
| 3  | Penalaran<br><input type="checkbox"/> Mengurutkan/<br>order<br><input type="checkbox"/> Menjelaskan<br><input type="checkbox"/> Membedakan<br><input type="checkbox"/> Mendapatkan<br><input type="checkbox"/> Mengurutkan/<br>rank<br><input type="checkbox"/> Menilai/menguji<br><input type="checkbox"/> Menyimpulkan<br><input type="checkbox"/> Bertindak<br><input type="checkbox"/> Menggabungkan<br><input type="checkbox"/> Merencanakan<br><input type="checkbox"/> Menyusun<br><input type="checkbox"/> Mengaktualisasi | Siswa mampu menggunakan nalar dalam hal struktur atom, sistem periodik unsur, ikatan kimia (jenis ikatan), tata nama senyawa (anorganik dan organik), persamaan reaksi sederhana, dan hukum-hukum dasar kimia | Siswa mampu menggunakan nalar dalam hal asam-basa (sifat asam-basa, reaksi netralisasi, pH asam-basa), stoikiometri larutan, larutan penyangga, hidrolisis garam, Ksp (bisa dalam kehidupan sehari-hari/industri) | Siswa mampu menggunakan nalar dalam hal termokimia, laju reaksi, kesetimbangan kimia, ikatan kimia (bentuk molekul), gaya antar molekul, koloid, dan sifat koligatif larutan, reaksi redoks dan elektrokimia (bisa dalam kehidupan sehari-hari/industri) | Siswa mampu menggunakan nalar dan logika dalam hal senyawa karbon (hidrokarbon), minyak bumi, dan makromolekul, polimer, karbohidrat dan protein, serta cara analisis kualitatifnya, lemakminyak (bisa dalam kehidupan sehari-hari/industri) | Siswa mampu menggunakan nalar dalam hal ikatan kimia (kristal dan sifat-sifat fisiknya), Senyawa kompleks, unsur-unsur kimia yang terdapat di alam (termasuk unsur radioaktif), sifatnya, manfaatnya, kereaktifannya, produksinya (bisa dalam kehidupan sehari-hari/industri) |



**KISI-KISI UJIAN SEKOLAH BERSTANDAR NASIONAL  
SEKOLAH MENENGAH ATAS / MADRASAH ALIYAH  
KURIKULUM 2013 TAHUN PELAJARAN 2016/2017**

**MATA PELAJARAN: KIMIA**

| No | Level Kognitif  | Kimia Dasar   | Kimia Analisis  | Kimia Fisik  | Kimia Organik   | Kimia Anorganik  |
|----|---|---|---|--|---|--|
| 1  | <b>Pengetahuan dan pemahaman</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Membuat daftar/list</li> <li>Mendeskripsikan/ describe</li> <li>Membuat tabulasi</li> <li>Memakai</li> <li>Merangkum</li> <li>Menginterpretasi</li> <li>Memprediksi/</li> <li>Menentukan</li> <li>Mengeksekusi</li> </ul> | Siswa mampu memahami dan menguasai pengetahuan mengenai struktur atom, sistem periodik unsur, ikatan kimia (jenis ikatan), tata nama senyawa (anorganik dan organik), persamaan reaksi sederhana, dan hukum-hukum dasar kimia | Siswa mampu memahami dan menguasai pengetahuan mengenai larutan (non)-elektrolit, asam-basa (sifat asam-basa, reaksi netralisasi, pH asam-basa), stoikiometri larutan, larutan penyangga, hidrolisis garam, Ksp (bisa dalam kehidupan sehari-hari/industri) | Siswa mampu memahami dan menguasai pengetahuan mengenai termokimia, laju reaksi, kesetimbangan kimia, ikatan kimia (bentuk molekul), gaya antar molekul, koloid, dan sifat koligatif larutan, reaksi redoks dan elektrokimia (bisa dalam kehidupan sehari-hari/industri) | Siswa mampu memahami dan menguasai pengetahuan mengenai senyawa karbon (hidrokarbon), minyak bumi, dan makromolekul, polimer, karbohidrat dan protein, serta cara analisis kuantitatifnya, lemak, minyak (bisa dalam kehidupan sehari-hari/ industri) | Siswa mampu memahami dan menguasai pengetahuan mengenai ikatan kimia (kristal dan sifat-sifat fisiknya), unsur-unsur kimia yang terdapat di alam, sifatnya manfaatnya kereaktifannya, produksinya (bisa dalam kehidupan sehari-hari/ industri) |
| 2  | <b>Aplikasi</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mengklasifikasi</li> <li>Bereksperimen</li> <li>(data)</li> <li>Menghitung</li> <li>Mengontrstrak</li> <li>Menentukan</li> </ul>   | Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman mengenai struktur atom, sistem periodik unsur, ikatan kimia (jenis ikatan), tata nama senyawa   | Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman mengenai larutan (non)-elektrolit, asam-basa sifat asam-basa, reaksi netralisasi, pH asam-basa), stoikiometri larutan, larutan penyangga,   | Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman mengenai termokimia, laju reaksi, kesetimbangan kimia, ikatan kimia, (bentuk molekul), gaya antar molekul, koloid, dan sifat koligatif larutan,  | Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman mengenai senyawa karbon (hidrokarbon), minyak bumi, dan makromolekul: polimer, karbohidrat dan protein serta cara analisis kualitatifnya, lemak-minyak  | Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman mengenai ikatan kimia (kristal dan sifat-sifatnya), unsur- unsur kimia yang terdapat di alam   |



## KISI-KISI PENULISAN SOAL TES PRESTASI AKADEMIK

### A. Kurikulum 2006

Jenis Sekolah : SMA

Mata Pelajaran : Kimia

| No. Urut | Standar Kompetensi | Kompetensi Dasar | Bahan Kelas | Materi | Indikator | Bentuk Soal                        |
|----------|--------------------|------------------|-------------|--------|-----------|------------------------------------|
| 1        |                    |                  |             |        |           | PG Level Pengetahuan dan Pemahaman |
| 2        |                    |                  |             |        |           | PG Level Aplikasi                  |
| 3        |                    |                  |             |        |           | PG Level Penalaran                 |

### B. Kurikulum 2013

Jenis Sekolah : SMA

Mata Pelajaran : Kimia

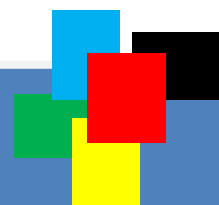
| No. Urut | Kompetensi Dasar | Bahan Kelas | Materi | Indikator | Bentuk Soal                        |
|----------|------------------|-------------|--------|-----------|------------------------------------|
| 1        |                  |             |        |           | PG Level Pengetahuan dan Pemahaman |
| 2        |                  |             |        |           | PG Level Aplikasi                  |
| 3        |                  |             |        |           | PG Level Penalaran                 |

1. Berdasarkan kisi-kisi diatas, buatlah soal UN/USBN pada lingkup materi yang dipelajari pada modul ini.
2. Kembangkan soal-soal yang sesuai dengan konsep HOTs.
3. Kembangkan soal Pilihan Ganda (PG) sebanyak 3 Soal
4. Kembangkan soal uraian (Essay) sebanyak 3 Soal.



### Kartu Soal Pilihan Berganda (PG)

| KARTU SOAL               |                               |
|--------------------------|-------------------------------|
| Jenjang                  | : Sekolah Menengah Atas (SMA) |
| Mata Pelajaran           | : Kimia                       |
| Kelas                    | :                             |
| Kompetensi               | :                             |
| Level                    | :                             |
| Materi                   | :                             |
| Bentuk Soal              | :                             |
| BAGIAN SOAL DISINI       |                               |
| Kunci Jawaban/Pembahasan | :                             |





## Kartu Soal Bentuk Uraian

### KARTU SOAL (URAIAN)

Mata Pelajaran : .Kimia  
Kelas/Semester :  
Kurikulum :2006/ 2013

Kompetensi Dasar :  
Materi :  
Indikator Soal :  
Level Kognitif :

BAGIAN SOAL DISINI

### PEDOMAN PENSKORAN

| No. | Uraian Jawaban/Kata Kunci | Skor |
|-----|---------------------------|------|
|     |                           |      |
|     |                           |      |
|     |                           |      |
|     |                           |      |
|     |                           |      |
|     | Total Skor                |      |

#### Keterangan:

Soal ini termasuk soal HOTS karena:

1. ....
2. ....





## INSTRUMEN TELAAH SOAL *HOTS* BENTUK TES PILIHAN GANDA

Nama Pengembang Soal : .....  
Mata Pelajaran : .....  
Kls/Prog/Peminatan : .....

| No.                  | Aspek yang ditelaah  | Butir Soal |   |   |   |   |
|----------------------|--|------------|---|---|---|---|
|                      |  | 1          | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>A. Materi</b>     |  |            |   |   |   |   |
| 1.                   | Soal sesuai dengan indikator.  |            |   |   |   |   |
| 2.                   | Soal tidak mengandung unsur SARAPPPK (Suku, Agama, Ras, Anargolongan, Pornografi, Politik, Propaganda, dan Kekerasan).                                       |            |   |   |   |   |
| 3.                   | Soal menggunakan stimulus yang menarik (baru, mendorong peserta didik untuk membaca).  |            |   |   |   |   |
| 4.                   | Soal menggunakan stimulus yang kontekstual (gambar/grafik, teks, visualisasi, dll, sesuai dengan dunia nyata)*   |            |   |   |   |   |
| 5.                   | Soal mengukur level kognitif penalaran (menganalisis, mengevaluasi, mencipta). Sebelum menentukan pilihan, peserta didik melakukan tahapan-tahapan tertentu. |            |   |   |   |   |
| 6.                   | Jawaban tersirat pada stimulus.  |            |   |   |   |   |
| 7.                   | Pilihan jawaban homogen dan logis.   |            |   |   |   |   |
| 8.                   | Setiap soal hanya ada satu jawaban yang benar.   |            |   |   |   |   |
| <b>B. Konstruksi</b> |  |            |   |   |   |   |
| 8.                   | Pokok soal dirumuskan dengan singkat, jelas, dan tegas.  |            |   |   |   |   |
| 9.                   | Rumusan pokok soal dan pilihan jawaban merupakan pernyataan yang diperlukan saja.  |            |   |   |   |   |
| 10.                  | Pokok soal tidak memberi petunjuk ke kunci jawaban.  |            |   |   |   |   |
| 11.                  | Pokok soal bebas dari pernyataan yang bersifat negatif ganda.  |            |   |   |   |   |
| 12.                  | Gambar, grafik, tabel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi.   |            |   |   |   |   |
| 13.                  | Panjang pilihan jawaban relatif sama.  |            |   |   |   |   |
| 14.                  | Pilihan jawaban tidak menggunakan pernyataan "semua jawaban di atas salah" atau "semua jawaban di atas benar" dan sejenisnya.                                |            |   |   |   |   |
| 15.                  | Pilihan jawaban yang berbentuk angka/waktu disusun berdasarkan urutan besar kecilnya angka atau kronologisnya.   |            |   |   |   |   |
| 16.                  | Butir soal tidak bergantung pada jawaban soal lain.  |            |   |   |   |   |
| <b>C. Bahasa</b>     |  |            |   |   |   |   |
| 17.                  | Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia, untuk bahasa daerah dan bahasa asing sesuai kaidahnya.  |            |   |   |   |   |
| 18.                  | Tidak menggunakan bahasa yang berlaku setempat/tabu.   |            |   |   |   |   |
| 19.                  | Soal menggunakan kalimat yang komunikatif.   |            |   |   |   |   |
| 20.                  | Pilihan jawaban tidak mengulang kata/kelompok kata yang sama, kecuali merupakan satu kesatuan pengertian.  |            |   |   |   |   |

\*) Khusus mata pelajaran bahasa dapat menggunakan teks yang tidak kontekstual (fiksi, karangan, dan sejenisnya).

\*\*) Pada kolom nomor soal diisi tanda silang (X) bila soal tersebut tidak memenuhi kaidah.

.....  
Penelaah

.....  
NIP.



## INSTRUMEN TELAAH SOAL *HOTS* BENTUK TES URAIAN

Nama Pengembang Soal : .....  
Mata Pelajaran : .....  
Kls/Prog/Peminatan : .....

| No.                  | Aspek yang ditelaah  | Butir Soal |   |   |   |   |
|----------------------|--|------------|---|---|---|---|
|                      |  | 1          | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>A. Materi</b>     |  |            |   |   |   |   |
| 1.                   | Soal sesuai dengan indikator (menuntut tes tertulis untuk bentuk Uraian).  |            |   |   |   |   |
| 2.                   | Soal tidak mengandung unsur SARAPPPK (Suku, Agama, Ras, Anatargolongan, Pornografi, Politik, Propopaganda, dan Kekerasan).                                   |            |   |   |   |   |
| 3.                   | Soal menggunakan stimulus yang menarik (baru, mendorong peserta didik untuk membaca).  |            |   |   |   |   |
| 4.                   | Soal menggunakan stimulus yang kontekstual (gambar/grafik, teks, visualisasi, dll, sesuai dengan dunia nyata)*   |            |   |   |   |   |
| 5.                   | Soal mengukur level kognitif penalaran (menganalisis, mengevaluasi, mencipta). Sebelum menentukan pilihan, peserta didik melakukan tahapan-tahapan tertentu. |            |   |   |   |   |
| 6.                   | Jawaban tersirat pada stimulus.  |            |   |   |   |   |
| <b>B. Konstruksi</b> |  |            |   |   |   |   |
| 6.                   | Rumusan kalimat soal atau pertanyaan menggunakan kata-kata tanya atau perintah yang menuntut jawaban terurai.  |            |   |   |   |   |
| 7.                   | Memuat petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal.  |            |   |   |   |   |
| 8.                   | Ada pedoman penskoran/rubrik sesuai dengan kriteria/kalimat yang mengandung kata kunci.  |            |   |   |   |   |
| 9.                   | Gambar, grafik, tabel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi.   |            |   |   |   |   |
| 10.                  | Butir soal tidak bergantung pada jawaban soal lain.  |            |   |   |   |   |
| <b>C. Bahasa</b>     |  |            |   |   |   |   |
| 11.                  | Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia, untuk bahasa daerah dan bahasa asing sesuai kaidahnya.  |            |   |   |   |   |
| 12.                  | Tidak menggunakan bahasa yang berlaku setempat/tabu.   |            |   |   |   |   |
| 13.                  | Soal menggunakan kalimat yang komunikatif.   |            |   |   |   |   |

\*) Khusus mata pelajaran bahasa dapat menggunakan teks yang tidak kontekstual (fiksi, karangan, dan sejenisnya).

\*\*) Pada kolom nomor soal diisikan tanda silang (X) bila soal tersebut tidak memenuhi kaidah.

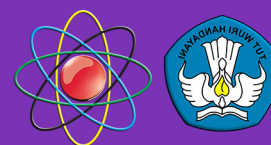
.....  
Penelaah

.....  
NIP.





# MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN KIMIA SMA



TERINTEGRASI  
PENGUATAN PENDIDIKAN  
KARAKTER



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik  
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**  
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN  
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

facebook.com/p4tkipainfo 

p4tkipa.org   
youtube.com/pppptkipa 

p4tkipa@yahoo.com   
022 4265127 - 70417266 

Jl. Diponegoro No. 12   
Bandung - Jawa Barat  
022 4231191 