

Modul Guru Pembelajaran

MATA PELAJARAN KIMIA SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)

KELOMPOK KOMPETENSI F

PEDAGOGI:

PENILAIAN PROSES DAN HASIL BELAJAR

Penulis:

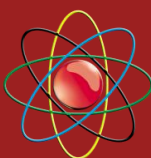
Dr. Poppy Kamalia Devi, M.Pd.

PROFESIONAL:

KESETIMBANGAN 2, Ksp, KIMIA UNSUR 2, KIMIA KARBON 1

Penulis:

Yayu Sri Rahayu, S.Si., M.PKim, 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 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

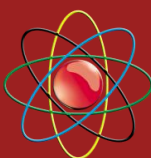
**MATA PELAJARAN KIMIA
SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)**

KELOMPOK KOMPETENSI F

PENILAIAN PROSES DAN HASIL BELAJAR

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 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

MATA PELAJARAN KIMIA SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)

KELOMPOK KOMPETENSI F

PENILAIAN PROSES DAN HASIL BELAJAR

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 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

MATA PELAJARAN KIMIA

SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)

KELOMPOK KOMPETENSI F

PENILAIAN PROSES DAN HASIL BELAJAR

Penanggung Jawab

Dr. Sediono Abdullah

Penyusun

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

Penyunting

Dr. Indrawati, M.Pd

Penelaah

Dr. Sri Mulyani, M.Si.

Dr. I Nyoman Marsih, M.Si.

Dr. Suharti, M.Si.

Dra. Lubna, M.Si

Angga Yudha, S.Si

Disainer Grafis / Layouter

Nendah Nuraindah, S.Pd

Copyright © 2016

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. 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 Guru Pembelajar merupakan upaya peningkatan kompetensi untuk semua guru. Sejalan dengan hal tersebut, pemetaan kompetensi guru telah dilakukan melalui uji kompetensi guru (UKG) untuk kompetensi pedagogi dan profesional pada akhir tahun 2015. Hasil UKG menunjukkan peta kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan guru paska UKG melalui program Guru Pembelajar. Tujuannya untuk meningkatkan kompetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program Guru Pembelajar dilaksanakan melalui pola tatap muka, dalam jaringan atau daring (*online*), dan campuran (*blended*) tatap muka dengan online.

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK), Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan dan 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 untuk program Guru Pembelajar tatap muka dan Guru Pembelajar online untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program Guru Pembelajar memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru.

Mari kita sukseskan program Guru Pembelajar ini untuk mewujudkan “Guru Mulia Karena Karya.”

Jakarta, Februari 2016
Direktur Jenderal
Guru dan Tenaga Kependidikan

Sumarna Surapranata, Ph.D.
NIP. 195908011985031002

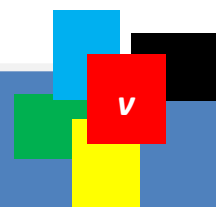
KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke Hadirat Allah SWT atas selesainya Modul Guru Pembelajar Mata Pelajaran IPA SMP, Fisika SMA, Kimia SMA dan Biologi SMA. Modul ini merupakan model bahan belajar (*Learning Material*) yang dapat digunakan guru untuk belajar lebih mandiri dan aktif.

Modul Guru Pembelajar 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 Guru Pembelajar untuk masing-masing mata pelajaran 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.

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.

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, Guru, Kepala Sekolah serta Pengawas Sekolah 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 2016
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	ix
PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. TUJUAN	2
C. PETA KOMPETENSI	2
D. RUANG LINGKUP	3
E. CARA PENGGUNAAN MODUL	3
KEGIATAN PEMBELAJARAN	
I. PRINSIP-PRINSIP PENILAIAN PEMBELAJARAN	5
A. TUJUAN	6
B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI	6
C. URAIAN MATERI	6
D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN	24
E. LATIHAN/KASUS/TUGAS	25
F. RANGKUMAN	27
G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT	28
II. ASPEK-ASPEK PENILAIAN PROSES DAN HASIL BELAJAR	29
A. TUJUAN	29
B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI	30
C. URAIAN MATERI	30
D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN	44
E. LATIHAN/KASUS/TUGAS	45
F. RANGKUMAN	46
G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT	46



KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS	47
EVALUASI	49
PENUTUP	53
DAFTAR PUSTAKA	55
GLOSARIUM	57

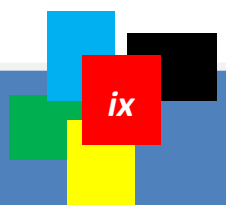
DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 1	Kompetensi Guru Mapel dan Indikator Pencapaian Kompetensi 2
Tabel 2.1	Aspek Penilaian dan Rincian Aspek Penilaian 31
Tabel 2.2	Sasaran Penilaian Aspek Sikap Sosial pada Pembelajaran Kimia 34
Tabel 2.3	Sasaran Penilaian Aspek Sikap Sosial pada Pembelajaran Kimia 35
Tabel 2.4	Dimensi Pengetahuan dan Proses Kognitif 37
Tabel 2.5	Kemampuan berpikir dan contohnya dalam pembelajaran kimia 38
Tabel 2.6	Kata kerja operasional untuk aspek kognitif 40
Tabel 2.7	Deskripsi Penilaian Hasil Belajar Domain Keterampilan Abstrak 41
Tabel 2.8	Deskripsi Penilaian Hasil Belajar Domain Keterampilan Konkrit 42
Tabel 2.9	Contoh Kata Kerja Operasional Aspek Keterampilan 43



DAFTAR GAMBAR

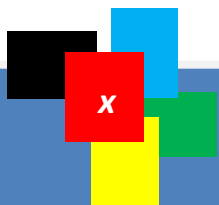
	Hal
Gambar 2.1	Taksonomi Bloom versi lama dan versi baru
	36





PPPPTK IPA

Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan - Kemdikbud



PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penilaian hasil belajar oleh pendidik dilakukan untuk memantau proses, kemajuan belajar, dan perbaikan hasil belajar peserta didik secara berkesinambungan. Penegasan tersebut termaktub dalam Peraturan Pemerintah Nomor 32 Tahun 2013 tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan. Penilaian hasil belajar oleh pendidik memiliki peran antara lain untuk membantu peserta didik mengetahui capaian pembelajaran (*learning outcomes*). Berdasarkan penilaian hasil belajar oleh pendidik, pendidik dan peserta didik dapat memperoleh informasi tentang kelemahan dan kekuatan pembelajaran dan belajar. Penilaian Hasil Belajar oleh pendidik memiliki fungsi untuk memantau kemajuan belajar, memantau hasil belajar, dan mendeteksi kebutuhan perbaikan hasil belajar peserta didik secara berkesinambungan. Kompetensi yang harus dimiliki oleh guru dalam melaksanakan penilaian ini, seperti yang tercantum pada Permendiknas Nomor 16 tahun 2007 yakni memahami prinsip-prinsip penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar sesuai dengan karakteristik mata pelajaran yang diampu dan memanfaatkan informasi hasil penilaian dan evaluasi pembelajaran untuk meningkatkan kualitas pembelajaran.

Pada Modul Guru Pembelajar Kelompok Kompetensi F ini disajikan materi tentang penilaian proses dan hasil belajar yang meliputi prinsip-prinsip penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar, aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai. Di dalam modul sajian materi diawali dengan uraian pendahuluan, kegiatan pembelajaran dan diakhiri dengan evaluasi agar guru melakukan penilaian diri sebagai tolak ukur untuk mengetahui keberhasilan diri sendiri.



B. Tujuan

Setelah Anda belajar dengan modul ini Anda diharapkan dapat memahami konsep dasar dan prinsip-prinsip penilaian dalam pembelajaran serta aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai.

C. Peta Kompetensi

Kompetensi Inti yang diharapkan setelah Anda belajar menggunakan modul ini adalah dapat menyelenggarakan penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar. 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

Kompetensi Guru Mapel	Indikator Pencapaian Kompetensi
8.1 Memahami prinsip-prinsip penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar sesuai dengan karakteristik mata pelajaran yang diampu	8.1.1 Menjelaskan pengertian penilaian dalam pembelajaran
	8.1.2 Menjelaskan fungsi penilaian dalam pembelajaran
	8.1.3 Menjelaskan tujuan penilaian dalam pembelajaran
	8.1.4 Menerapkan prinsip-prinsip penilaian dalam pembelajaran
	8.1.5 Menjelaskan lingkup penilaian dalam pembelajaran
	8.1.6 Menjelaskan prinsip ketuntasan belajar dalam pembelajaran
8.2 Menentukan aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan karakteristik mata pelajaran yang diampu	8.2.1 Menjelaskan aspek-aspek hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan karakteristik mata pelajaran Kimia
	8.2.2 Menjelaskan aspek-aspek hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan karakteristik mata pelajaran Kimia
	8.2.3 Memilih aspek-aspek proses belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan kompetensi dasar Kimia
	8.2.4 Memilih aspek-aspek hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan karakteristik mata pelajaran Kimia

D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup materi pada modul ini disusun dalam empat bagian, yaitu bagian Pendahuluan, Kegiatan Pembelajaran, Evaluasi dan Penutup. Bagian



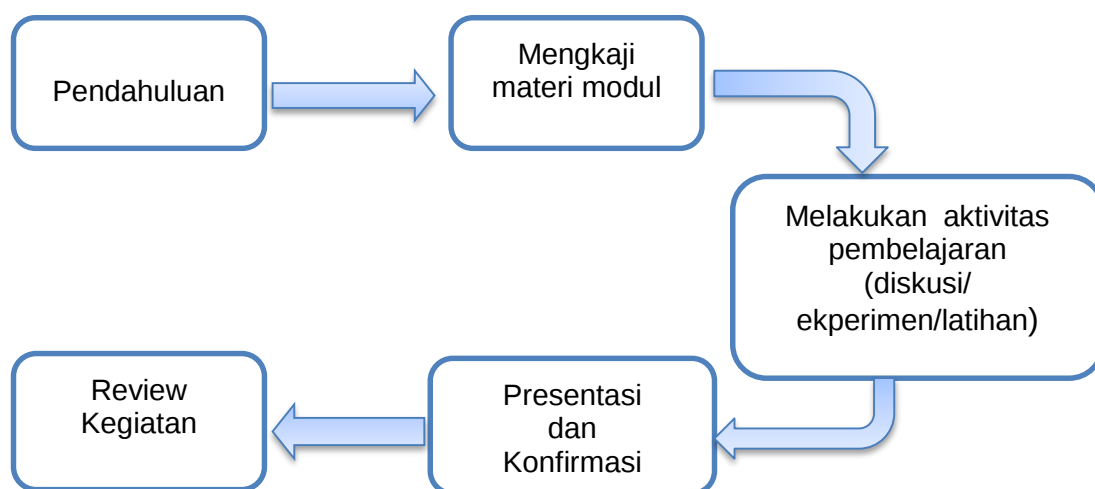
pendahuluan berisi paparan tentang latar belakang modul kelompok kompetensi F, tujuan belajar, kompetensi guru yang diharapkan dicapai setelah pembelajaran, ruang lingkup dan saran penggunaan modul. Bagian kegiatan pembelajaran berisi Tujuan, Indikator Pencapaian Kompetensi, Uraian Materi, Aktivitas 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. Prinsip-prinsip penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar;
2. Aspek-aspek proses dan hasil belajar yang dinilai sesuai dengan karakteristik mata pelajaran Kimia.

E. Cara Penggunaan Modul

Cara penggunaan modul secara umum sesuai dengan skenario setiap penyajian materi. Langkah-langkah belajar secara umum adalah sbb.



Gambar 1. Langkah-langkah belajar menggunakan modul

Deskripsi Kegiatan

1. Pendahuluan

Pada kegiatan pendahuluan fasilitator memberi kesempatan kepada Guru Pembelajar untuk mempelajari:

- latar belakang yang memuat gambaran materi pada modul;
- tujuan penyusunan modul mencakup tujuan semua kegiatan pembelajaran setiap materi pada modul;



- kompetensi atau indikator yang akan dicapai atau ditingkatkan melalui modul;
 - ruang lingkup kegiatan pembelajaran;
 - langkah-langkah penggunaan modul.
2. Mengkaji materi pada modul
Pada kegiatan ini fasilitator memberi kesempatan kepada Guru Pembelajar untuk mempelajari materi pada modul yang diuraikan secara singkat sesuai dengan indikator pencapaian hasil belajar. Guru Pembelajar dapat mempelajari materi secara individual atau kelompok.
 3. Melakukan aktivitas pembelajaran
Pada kegiatan ini Guru Pembelajar melakukan kegiatan pembelajaran sesuai dengan rambu-rambu/instruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, melakukan eksperimen, atau latihan. Pada kegiatan ini peserta secara aktif menggali informasi, mengumpulkan data dan mengolah data sampai membuat kesimpulan kegiatan.
 4. Presentasi dan Konfirmasi
Pada kegiatan ini Guru Pembelajar melakukan presentasi hasil kegiatan sedangkan fasilitator melakukan konfirmasi terhadap materi dibahas bersama
 5. Review Kegiatan
Pada kegiatan ini peserta dan penyaji mereview materi.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1:

PRINSIP-PRINSIP PENILAIAN PEMBELAJARAN

Penilaian hasil belajar oleh pendidik dilakukan untuk memantau proses, kemajuan belajar, dan perbaikan hasil belajar peserta didik secara berkesinambungan. Penegasan tersebut termaktub dalam Peraturan Pemerintah Nomor 32 Tahun 2013 tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan. Penilaian hasil belajar oleh pendidik memiliki peran antara lain untuk membantu peserta didik mengetahui capaian pembelajaran (*learning outcomes*). Berdasarkan penilaian hasil belajar oleh pendidik, pendidik dan peserta didik dapat memperoleh informasi tentang kelemahan dan kekuatan pembelajaran dan belajar. Penilaian Hasil Belajar oleh pendidik memiliki fungsi untuk memantau kemajuan belajar, memantau hasil belajar, dan mendeteksi kebutuhan perbaikan hasil belajar peserta didik secara berkesinambungan. Banyak kompetensi yang harus dimiliki oleh guru, seperti yang tercantum pada Permendiknas Nomor 16 tahun 2007 mulai dari memahami prinsip-prinsip penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar sesuai dengan karakteristik mata pelajaran yang diampu sampai dengan memanfaatkan informasi hasil penilaian dan evaluasi pembelajaran untuk meningkatkan kualitas pembelajaran.

Kompetensi guru yang akan ditingkatkan melalui program guru pembelajar menggunakan modul yang dikembangkan dalam sepuluh kelompok kompetensi (KK). Modul ini termasuk KK F, terkait dengan kompetensi pedagogik nomor 8. Menyelenggarakan penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar, dengan kompetensi guru mata pelajaran 8.1 Memahami prinsip-prinsip penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar sesuai dengan karakteristik mata pelajaran yang diampu.



Pada modul ini Anda dapat mempelajari konsep penilaian hasil belajar, yang meliputi pengertian, fungsi, tujuan, prinsip-prinsip dan lingkup penilaian dalam pembelajaran

A. Tujuan

Setelah belajar dengan modul ini diharapkan Anda dapat meningkatkan pemahaman dan pengetahuan tentang pengertian, fungsi, tujuan, prinsip dan lingkup penilaian dalam pembelajaran secara umum dan pembelajaran kimia.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi yang diharapkan dicapai melalui pembelajaran dengan modul F ini adalah:

1. menjelaskan pengertian penilaian dalam pembelajaran;
2. menjelaskan fungsi penilaian dalam pembelajaran;
3. menjelaskan tujuan penilaian dalam pembelajaran;
4. menerapkan prinsip-prinsip penilaian dalam pembelajaran;
5. menjelaskan lingkup penilaian dalam pembelajaran;
6. menjelaskan prinsip ketuntasan belajar dalam pembelajaran.

C. Uraian Materi

Prinsip-Prinsip Penilaian

Penilaian pendidikan adalah proses untuk mendapatkan informasi tentang prestasi atau kinerja peserta didik. Hasil penilaian digunakan untuk melakukan evaluasi terhadap ketuntasan belajar peserta didik dan efektivitas proses pembelajaran. Pendidik secara individual atau kelompok harus merencanakan penilaian sesuai dengan kompetensi yang akan dicapai, mengembangkan dan melaksanakan penilaian dengan ruang lingkup penilaian, teknik, dan instrumen sesuai dengan mata pelajaran yang diampunya;

Berikut ini kompetensi guru yang berkaitan dengan penilaian (Permendikbud Nomor 16 tahun 2007):

1. memahami prinsip-prinsip penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar sesuai dengan karakteristik mata pelajaran yang diampu;
2. menentukan aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan karakteristik mata pelajaran yang diampu;



3. menentukan prosedur penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar;
4. mengembangkan instrumen penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar;
5. mengadministrasikan penilaian proses dan hasil belajar secara berkesinambungan dengan menggunakan berbagai instrumen;
6. menganalisis hasil penilaian proses dan hasil belajar untuk berbagai tujuan;
7. melakukan evaluasi proses dan hasil belajar;
8. menggunakan informasi hasil penilaian dan evaluasi untuk menentukan ketuntasan belajar;
9. menggunakan informasi hasil penilaian dan evaluasi untuk merancang program remedial dan pengayaan;
10. mengkomunikasikan hasil penilaian dan evaluasi kepada pemangku kepentingan;
11. memanfaatkan informasi hasil penilaian dan evaluasi pembelajaran untuk meningkatkan kualitas pembelajaran.

Seluruh kompetensi tersebut harus dikuasai oleh guru kimia agar dapat menyelenggarakan penilaian pembelajaran sesuai ketentuannya. Oleh karena itu, dalam modul ini akan diuraikan tentang pengertian, fungsi, tujuan, prinsip dan lingkup penilaian dalam pembelajaran, serta ketuntasan belajar kimia. Sebelum membahas hal itu ada baiknya Anda mengingat kembali tentang perbedaan evaluasi, asesmen, pengukuran, dan tes

1. Pengertian Evaluasi, Asesmen, Pengukuran dan Tes

Masih banyak guru yang bertanya apa perbedaan di antara evaluasi, asesmen, pengukuran dan tes. Kegiatan penilaian ini sebenarnya telah dilakukan oleh guru dalam kegiatan pengajaran di kelas. Hal ini dapat terjadi mengingat istilah tersebut saling berhubungan sehingga sering dipertukarkan. Pada uraian ini Anda dapat mempelajari apa yang dimaksud dengan evaluasi, asesmen, pengukuran, dan tes.

a. Evaluasi

Evaluasi menurut Kumano (2001) dalam Ratna Wulan merupakan penilaian terhadap data yang dikumpulkan melalui kegiatan asesmen, sementara menurut Calongsi (1995) evaluasi adalah suatu keputusan tentang nilai berdasarkan hasil pengukuran. Selanjutnya evaluasi juga dinyatakan sebagai suatu proses



pengambilan keputusan dengan menggunakan informasi yang diperoleh melalui pengukuran hasil belajar, baik yang menggunakan tes maupun tes.

Menurut Stufflebeam dan Shinkfield dalam Haryati (2006), evaluasi adalah penilaian yang sistematis tentang manfaat atau kegunaan suatu obyek. Dalam melakukan suatu evaluasi di dalamnya ada kegiatan untuk menentukan nilai suatu program, sehingga ada unsur pertimbangan tentang nilai suatu program. Di dalam pengajaran, evaluasi merupakan suatu proses yang sistematis untuk menentukan atau membuat keputusan sampai sejauh mana tujuan-tujuan pengajaran telah dicapai oleh siswa (Purwanto, 2002)

Menurut Sudijono (2006) secara umum ruang lingkup evaluasi dalam bidang pendidikan di sekolah mencakup tiga komponen utama yakni evaluasi program pengajaran, evaluasi mengenai proses pelaksanaan pengajaran dan evaluasi mengenai hasil belajar atau hasil pengajaran.

1) Evaluasi program pengajaran

Evaluasi program pengajaran merupakan evaluasi terhadap program pengajaran yang meliputi evaluasi terhadap tujuan pengajaran, evaluasi terhadap isi program pengajaran dan evaluasi terhadap strategi belajar mengajar.

2) Evaluasi Proses Pelaksanaan Pengajaran

Evaluasi terhadap proses pelaksanaan pengajaran dilakukan untuk menilai berbagai proses yang meliputi:

- a) kesesuaian antara proses belajar mengajar dengan garis besar program pengajaran;
- b) kesiapan guru dalam melaksanakan program pengajaran;
- c) kesiapan siswa dalam mengikuti program pembelajaran;
- d) minat dan perhatian siswa dalam mengikuti pelajaran;
- e) keaktifan atau partisipasi siswa selama proses pengajaran berlangsung;
- f) peranan bimbingan dan penyuluhan terhadap siswa yang memerlukannya
- g) komunikasi antara guru dengan siswanya
- h) pemberian dorongan atau motivasi terhadap siswa
- i) pemberian tugas-tugas kepada siswa dalam rangka penerapan teori-teori yang diperoleh selama belajar



- j) upaya yang menghilangkan dampak negatif yang timbul sebagai akibat dari kegiatan -kegiatan yang dilakukan di sekolah

Dalam evaluasi proses pelaksanaan pengajaran ada yang dapat dilakukan oleh guru sendiri atau yang dilakukan asesor terhadap kinerja guru dalam pelaksanaan pengajaran. Misalnya yang dilakukan guru terhadap proses pengajaran adalah minat dan perhatian siswa dalam mengikuti pelajaran dan keaktifan atau partisipasi siswa selama proses pengajaran berlangsung. Kedua evaluasi ini dilakukan guru untuk menjaring nilai sikap siswa yang harus dilaporkan bersamaan dengan nilai kognitif dan psikomotor. Sedangkan yang lainnya lebih kearah penilaian terhadap guru sebagai penyaji proses pembelajaran dan hasilnya digunakan sebagai rekomendasi untuk peningkatan kinerja guru tersebut.

3) Evaluasi Hasil Belajar

Evaluasi hasil belajar adalah evaluasi terhadap peserta didik yang mencakup:

- a) evaluasi mengenai tingkat penguasaan peserta didik terhadap tujuan-tujuan khusus yang ingin dicapai dalam unit-unit program pengajaran yang bersifat terbatas;
- b) evaluasi mengenai tingkat pencapaian peserta didik terhadap tujuan-tujuan umum pengajaran.

Evaluasi hasil belajar inilah yang selalu dilakukan guru untuk melihat pencapaian hasil belajar sesuai indikator-indikator pencapaian kompetensi yang diturunkan dari kompetensi dasar dari suatu standar kompetensi mata pelajaran. Evaluasi hasil belajar ini dilakukan dalam berbagai teknik dan bentuk sesuai dengan indikator yang akan dicapai. Teknik dan bentuk evaluasi ini akan dibahas pada modul berikutnya.

b. Asesmen

Istilah asesmen berasal dari kata *assessment* yang berarti menempatkan sesuatu atau membantu penilaian. Asesmen menurut Stiggin (1994) merupakan proses penilaian, kemajuan, dan hasil belajar siswa. Menurut Kumano (2001) dalam Ratna Wulan sebagai "*The Proses of Colecting data which shows the development of learning*" Pengertian asesmen yang lain adalah proses pengambilan data dan membuat data tersebut ke dalam suatu bentuk yang dapat



diinterpretasikan, bentuk keputusan atau pertimbangan yang dapat dibuat berdasarkan asesmen ini (*Encyclopedia of education and evaluation*, 1989). Popham (1995) menyatakan bahwa asesmen merupakan bagian dari pembelajaran dimana guru memberikan deskripsi dari hasil pengukuran hasil pendidikan, termasuk hasil tes tertulis dan melalui berbagai prosedur pengukuran hasil belajar. Berikut adalah definisi asesmen menurut Popham “*Educational assessment is a formal attempt to determine students’ status with respect to educational variables of interest*”

Asesmen pendidikan adalah upaya formal untuk menentukan status siswa sehubungan dengan kepentingan pendidikan. Menurut Cruickshank et al., (2006) *Assessment is the process of collecting, synthesizing and interpreting information to aid in decision making. Some of assessment attempt to assign a numeric value to student performance.* Asesmen merupakan proses pengumpulan, mensintesis, menginterpretasikan informasi untuk membuat keputusan. Asesmen berhubungan erat dengan setiap bagian kegiatan pengajaran di kelas. Ini menunjukkan asesmen bukan hanya menyangkut hasil belajar siswa saja tetapi juga menyangkut semua proses belajar mengajar di kelas seperti metode mengajar dan perangkat pembelajaran (Rencana Pelaksanaan Pembelajaran, Lembar Kegiatan Siswa dan Instrumen Penilaian). Proses asesmen dapat berbentuk pemberian tes baik tertulis maupun lisan, melalui pengamatan menggunakan lembar pengamatan, tugas dan sebagainya.

c. Pengukuran

Pengukuran dalam bahasa Inggris dikenal dengan *measurement* dapat diartikan sebagai kegiatan yang dilakukan untuk mengukur sesuatu. Menurut Cangelogi (1995) dalam Ratna Wulan (2011) pengukuran adalah suatu proses pengumpulan data melalui pengamatan empiris untuk mengumpulkan informasi yang relevan dengan dengan tujuan yang telah ditentukan. Pengukuran dapat diartikan pula sebagai pemberian angka atau skor kepada suatu atribut atau karakter tertentu yang dimiliki seseorang, hal atau obyek tertentu menurut aturan yang jelas (Zainul & Nasution, 1993). Menurut Sudijono (2006) pengukuran bersifat kuantitatif, sebagai contoh pengukuran untuk menilai, yang dilakukan dengan dengan jalan menguji sesuatu, misalnya mengukur kemajuan belajar



peserta didik dengan cara memberikan tes hasil belajar yang hasilnya digunakan untuk mengisi rapor. Pengukuran inilah yang dikenal dalam dunia pendidikan.

Pengukuran dapat dilakukan dengan tes dan non tes, dimana tes dapat berupa tes tertulis dan lisan sedangkan nontes dapat berupa tes kinerja (*performance*) dan pengumpulan hasil kerja siswa (portofolio)

d. Tes

Istilah tes berasal dari kata bahasa Inggris “Test” yang diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia sebagai tes, ujian, percobaan. Menurut Arikunto (2012) tes merupakan alat atau prosedur yang digunakan untuk mengetahui atau mengukur sesuatu dengan menggunakan cara atau aturan yang telah ditentukan. Menurut F.L. Goodenough dalam Sudiono (2006) tes adalah suatu tugas atau serangkaian tugas yang diberikan kepada individu atau sekelompok individu dengan maksud untuk membandingkan kecakapan satu dengan yang lain.

Ada beberapa istilah yang perlu Anda kenal dalam tes ini, yaitu tes, *testing*, *tester* dan *testee*. Dalam Sudiono 2006, dinyatakan bahwa tes adalah alat atau prosedur yang dipergunakan dalam rangka pengukuran dan penilaian, *tester* berarti orang yang melaksanakan tes atau orang yang melakukan percobaan, *testee* adalah pihak yang sedang dikenai tes atau yang sedang mengikuti tes (peserta tes atau peserta ujian), sedangkan *testing* adalah saat pelaksanaan dilaksanakan tes atau peristiwa berlangsungnya pengukuran dan penilaian.

Berdasarkan beberapa definisi dalam evaluasi pendidikan yang dimaksud dengan tes adalah cara atau prosedur dalam rangka pengukuran dan penilaian di bidang pendidikan, yang berbentuk pemberian tugas atau serangkaian tugas yang berupa pertanyaan-pertanyaan atau perintah-perintah yang harus dikerjakan oleh *testee* sehingga diperoleh nilai yang melambangkan tingkah laku atau prestasi *testee*. Nilai tersebut dapat dibandingkan dengan nilai *testee* yang lain atau nilai standar tertentu (Sudijono, 2006). Fungsi tes secara umum adalah sebagai alat pengukur tingkat kemajuan belajar terhadap peserta didik atau alat pengukur keberhasilan pembelajaran.



2. Fungsi Penilaian dalam Pembelajaran

Penilaian Hasil Belajar oleh pendidik memiliki fungsi untuk memantau kemajuan belajar, memantau hasil belajar, dan mendeteksi kebutuhan perbaikan hasil belajar peserta didik secara berkesinambungan. Berdasarkan fungsinya Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik meliputi:

- a. formatif yaitu memperbaiki kekurangan hasil belajar peserta didik dalam sikap, pengetahuan, dan keterampilan pada setiap kegiatan penilaian selama proses pembelajaran dalam satu semester, sesuai dengan prinsip Kurikulum 2013 agar peserta didik tahu, mampu, dan mau. Hasil dari kajian terhadap kekurangan peserta didik digunakan untuk memberikan pembelajaran remedial dan perbaikan RPP serta proses pembelajaran yang dikembangkan guru untuk pertemuan berikutnya; dan
- b. sumatif yaitu menentukan keberhasilan belajar peserta didik pada akhir suatu semester, satu tahun pembelajaran, atau masa pendidikan di satuan pendidikan. Hasil dari penentuan keberhasilan ini digunakan untuk menentukan nilai rapor, kenaikan kelas dan keberhasilan belajar satuan pendidikan seorang peserta didik.

Arikunto (2010) menjelaskan fungsi penilaian sebagai berikut:

- a. berfungsi selektif. Dengan mengadakan penilaian, guru dapat melakukan seleksi atau penilaian terhadap siswanya;
- b. berfungsi diagnostik. Dengan mengadakan penilaian, guru dapat melakukan diagnosis tentang kebaikan dan kelemahan siswanya;
- c. berfungsi sebagai penempatan. Dengan mengadakan penilaian, guru dapat menempatkan siswa sesuai dengan kemampuannya masing-masing;
- d. berfungsi sebagai pengukur keberhasilan. Dengan mengadakan penilaian, guru dapat mengetahui sejauh mana keberhasilan suatu program yang telah diterapkan.

Adapun Arifin (2014) menyatakan bahwa fungsi penilaian sebagai berikut:

- a. fungsi formatif, yaitu untuk memberikan umpan balik (*feed back*) kepada guru sebagai dasar untuk memperbaiki proses pembelajaran dan mengadakan program remedial bagi peserta didik;



- b. fungsi sumatif, yaitu untuk menentukan nilai (angka) kemajuan/hasil belajar peserta didik dalam mata pelajaran tertentu, sebagai bahan untuk memberikan laporan ke berbagai pihak, penentu kenaikan kelas, atau kelulusan;
- c. fungsi diagnostik, yaitu untuk memahami latar belakang (psikologis, fisik, dan lingkungan) peserta didik yang mengalami kesulitan belajar, yang hasilnya dapat digunakan sebagai dasar dalam memecahkan berbagai kesulitan;
- d. fungsi pemantapan, yaitu untuk menempatkan peserta didik dalam situasi pembelajaran yang tepat (misalnya, penentuan program spesialisasi) sesuai dengan tingkat kemampuan peserta didik.

3. Tujuan Penilaian dalam Pembelajaran

Tujuan penilaian menurut Sudijono (2011) adalah sebagai berikut:

- a. Untuk menghimpun bahan-bahan keterangan yang akan dijadikan sebagai bukti mengenai taraf perkembangan atau taraf kemajuan yang dialami oleh para peserta didik, setelah mereka mengikuti proses pembelajaran dalam jangka waktu tertentu;
- b. untuk mengetahui tingkat efektivitas dari metode-metode pengajaran yang telah dipergunakan dalam proses pembelajaran dalam jangka waktu tertentu.

Menurut Permendikbud Nomor 104, tahun 2014 dinyatakan bahwa tujuan penilaian sebagai berikut:

- a. mengetahui tingkat penguasaan kompetensi dalam sikap, pengetahuan, dan keterampilan yang sudah dan belum dikuasai seorang/sekelompok peserta didik untuk ditingkatkan dalam pembelajaran remedial dan program pengayaan;
- b. menetapkan ketuntasan penguasaan kompetensi belajar peserta didik dalam kurun waktu tertentu, yaitu harian, tengah semesteran, satu semesteran, satu tahunan, dan masa studi satuan pendidikan;
- c. menetapkan program perbaikan atau pengayaan berdasarkan tingkat penguasaan kompetensi bagi mereka yang diidentifikasi sebagai peserta didik yang lambat atau cepat dalam belajar dan pencapaian hasil belajar;
- d. memperbaiki proses pembelajaran pada pertemuan semester berikutnya.



Dengan demikian tujuan penilaian adalah mengetahui tingkat pencapaian kompetensi yang diperoleh peserta didik, serta digunakan sebagai bahan penyusunan laporan kemajuan hasil belajar, dan memperbaiki proses pembelajaran. Penilaian diperoleh melalui teknik tes maupun non tes dari berbagai perangkat ukur maupun bentuk lainnya (tes tertulis, lisan, atau kinerja) dan dilakukan secara konsisten, sistematis dan terprogram.

4. Prinsip-Prinsip Penilaian

Untuk memperoleh hasil penilaian yang optimal, maka kegiatan penilaian harus bertitik tolak dari prinsip-prinsip umum. Menurut Permendikbud Nomor 104 (2014), prinsip umum dalam penilaian hasil belajar oleh pendidik adalah sebagai berikut:

- a. sah, berarti penilaian didasarkan pada data yang mencerminkan kemampuan yang diukur;
- b. objektif, berarti penilaian didasarkan pada prosedur dan kriteria yang jelas, tidak dipengaruhi subjektivitas penilai;
- c. adil, berarti penilaian tidak menguntungkan atau merugikan peserta didik karena berkebutuhan khusus serta perbedaan latar belakang agama, suku, budaya, adat istiadat, status sosial ekonomi, dan jenis kelamin;
- d. terpadu, berarti penilaian oleh pendidik merupakan salah satu komponen yang tak terpisahkan dari kegiatan pembelajaran;
- e. terbuka, berarti prosedur penilaian, kriteria penilaian, dan dasar pengambilan keputusan dapat diketahui oleh pihak yang berkepentingan;
- f. holistik dan berkesinambungan, berarti penilaian oleh pendidik mencakup semua aspek kompetensi dan dengan menggunakan berbagai teknik penilaian yang sesuai dengan kompetensi yang harus dikuasai peserta didik;
- g. sistematis, berarti penilaian dilakukan secara berencana dan bertahap dengan mengikuti langkah-langkah baku;
- h. akuntabel, berarti penilaian dapat dipertanggungjawabkan, baik dari segi teknik, prosedur, maupun hasilnya;
- i. edukatif, berarti penilaian dilakukan untuk kepentingan dan kemajuan peserta didik dalam belajar.



Prinsip khusus dalam Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik adalah sebagai berikut:

- a. materi penilaian dikembangkan dari kurikulum;
- b. bersifat lintas muatan atau mata pelajaran;
- c. berkaitan dengan kemampuan peserta didik;
- d. berbasis kinerja peserta didik;
- e. memotivasi belajar peserta didik;
- f. menekankan pada kegiatan dan pengalaman belajar peserta didik;
- g. memberi kebebasan peserta didik untuk mengkonstruksi responnya;
- h. menekankan keterpaduan sikap, pengetahuan, dan keterampilan;
- i. mengembangkan kemampuan berpikir divergen;
- j. menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari pembelajaran;
- k. menghendaki balikan yang segera dan terus menerus;
- l. menekankan konteks yang mencerminkan dunia nyata;
- m. terkait dengan dunia kerja;
- n. menggunakan data yang diperoleh langsung dari dunia nyata.

5. Lingkup Penilaian dalam Pembelajaran

Lingkup penilaian hasil belajar oleh pendidik mencakup kompetensi sikap (spiritual dan sosial), pengetahuan, dan keterampilan.

a. Sikap (Spiritual dan Sosial)

Ada beberapa cara yang dapat digunakan untuk menilai sikap peserta didik, antara lain melalui observasi, penilaian diri, penilaian teman sebaya, dan penilaian jurnal. Instrumen yang digunakan antara lain daftar cek atau skala penilaian (*rating scale*) yang disertai rubrik, yang hasil akhirnya dihitung berdasarkan modulus.

1) Observasi

Sikap dan perilaku keseharian peserta didik direkam melalui pengamatan dengan menggunakan format yang berisi sejumlah indikator perilaku yang diamati, baik yang terkait dengan mata pelajaran maupun secara umum. Pengamatan terhadap sikap dan perilaku yang terkait dengan mata pelajaran dilakukan oleh guru yang bersangkutan selama proses pembelajaran berlangsung, seperti: ketekunan belajar saat praktikum, percaya diri saat



presentasi, rasa ingin tahu saat praktikum, sikap rajin saat bekerja di dalam kelompok, kerjasama, kejujuran, disiplin, peduli lingkungan selama peserta didik berada di sekolah atau bahkan di luar sekolah selama perilakunya dapat diamati guru.

2) Penilaian diri (*self assessment*)

Penilaian diri digunakan untuk memberikan penguatan (*reinforcement*) terhadap kemajuan proses belajar peserta didik. Penilaian diri berperan penting bersamaan dengan bergesernya pusat pembelajaran dari guru ke peserta didik yang didasarkan pada konsep belajar mandiri (*autonomous learning*).

Untuk menghilangkan kecenderungan peserta didik menilai diri terlalu tinggi dan subyektif, penilaian diri dilakukan berdasarkan kriteria yang jelas dan objektif. Untuk itu penilaian diri oleh peserta didik di kelas perlu dilakukan melalui langkah-langkah sebagai berikut:

- a) menjelaskan kepada peserta didik tujuan penilaian diri;
- b) menentukan kompetensi yang akan dinilai;
- c) menentukan kriteria penilaian yang akan digunakan;
- d) merumuskan format penilaian, dapat berupa daftar tanda cek, atau skala penilaian;
- e) pada dasarnya teknik penilaian diri ini tidak hanya untuk aspek sikap, tetapi juga dapat digunakan untuk menilai kompetensi dalam aspek keterampilan dan pengetahuan.

3) Penilaian teman sebaya (*peer assessment*)

Penilaian teman sebaya atau antar peserta didik merupakan teknik penilaian dengan cara meminta peserta didik untuk saling menilai terkait dengan pencapaian kompetensi. Instrumen yang digunakan berupa lembar pengamatan antar peserta didik. Penilaian teman sebaya dilakukan oleh peserta didik terhadap 3 (tiga) teman sekelas atau sebaliknya. Format yang digunakan untuk penilaian sejawat dapat menggunakan format seperti contoh pada penilaian diri.



4) Penilaian jurnal (*anecdotal record*)

Jurnal merupakan kumpulan rekaman catatan guru dan/ atau tenaga kependidikan di lingkungan sekolah tentang sikap dan perilaku positif atau negatif, selama dan di luar proses pembelajaran mata pelajaran.

b. Pengetahuan

Sasaran penilaian hasil belajar oleh pendidik pada ranah pengetahuan ini adalah kemampuan berpikir.

Bentuk-bentuk penilaian dalam aspek pengetahuan terdiri atas:

1) Tes tertulis.

Bentuk soal tes tertulis, yaitu:

a) memilih jawaban, dapat berupa:

- (1) pilihan ganda
- (2) dua pilihan (benar-salah, ya-tidak)
- (3) menjodohkan
- (4) sebab-akibat

b) mensuplai jawaban, dapat berupa:

- (1) isian atau melengkapi
- (2) jawaban singkat atau pendek
- (3) uraian

Soal tes tertulis yang menjadi penilaian autentik adalah soal-soal yang menghendaki peserta didik merumuskan jawabannya sendiri, seperti soal-soal uraian. Soal-soal uraian menghendaki peserta didik mengemukakan atau mengekspresikan gagasannya dalam bentuk uraian tertulis dengan menggunakan kata-katanya sendiri, misalnya mengemukakan pendapat, berpikir logis, dan menyimpulkan. Kelemahan tes tertulis bentuk uraian antara lain cakupan materi yang ditanyakan terbatas dan membutuhkan waktu lebih banyak dalam mengoreksi jawaban.

2) Observasi Terhadap Diskusi, Tanya Jawab dan Percakapan.

Penilaian terhadap pengetahuan peserta didik dapat dilakukan melalui observasi terhadap diskusi, tanya jawab, dan percakapan. Teknik ini adalah cerminan dari penilaian autentik. Ketika terjadi diskusi, guru dapat mengenal kemampuan peserta didik dalam kompetensi pengetahuan (fakta, konsep, prosedur) seperti



melalui pengungkapan gagasan yang orisinal, kebenaran konsep, dan ketepatan penggunaan istilah/fakta/prosedur yang digunakan pada waktu mengungkapkan pendapat, bertanya, atau pun menjawab pertanyaan. Seorang peserta didik yang selalu menggunakan kalimat yang baik dan benar menurut kaedah bahasa menunjukkan bahwa yang bersangkutan memiliki pengetahuan tata bahasa yang baik dan mampu menggunakan pengetahuan tersebut dalam kalimat-kalimat. Seorang peserta didik yang dengan sistematis dan jelas dapat menceritakan konsep keseimbangan lingkungan kepada teman-temannya, pada waktu menyajikan tugasnya atau menjawab pertanyaan temannya memberikan informasi yang sah dan autentik tentang pengetahuannya mengenai hukum keseimbangan lingkungan dan mengenai penerapan hukum keseimbangan lingkungan jika yang bersangkutan menjelaskan bagaimana menjaga keseimbangan lingkungan (bukan mengulang cerita guru, jika mengulangi cerita dari guru berarti yang bersangkutan memiliki pengetahuan). Seorang peserta didik yang mampu menjelaskan, misalnya menjelaskan pengertian jaringan, macam dan jenis jaringan serta kaitannya dengan fungsi organ memberikan informasi yang valid dan autentik tentang pengetahuan yang dimilikinya tentang konsep jaringan. Seorang peserta didik yang mampu menceritakan dengan kronologis tentang proses membuat tempe berdasarkan pengalamannya merupakan suatu bukti bahwa peserta didik yang bersangkutan memiliki pengetahuan dan keterampilan membuat tempe tersebut.

3) Penugasan

Instrumen penugasan berupa pekerjaan rumah dan/ atau proyek yang dikerjakan secara individu atau kelompok sesuai dengan karakteristik tugasnya.

c. Keterampilan

Kompetensi keterampilan terdiri atas keterampilan abstrak dan keterampilan kongkret. Penilaian kompetensi keterampilan dapat dilakukan dengan menggunakan:

1) Unjuk kerja/kinerja/praktik

Penilaian unjuk kerja/kinerja/praktik 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.

Penilaian unjuk kerja/kinerja/praktik perlu mempertimbangkan hal-hal berikut:

- a) langkah-langkah kinerja yang perlu dilakukan peserta didik untuk menunjukkan kinerja dari suatu kompetensi;
- b) kelengkapan dan ketepatan aspek yang akan dinilai dalam kinerja tersebut;
- c) kemampuan-kemampuan khusus yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas;
- d) kemampuan yang akan dinilai tidak terlalu banyak, sehingga dapat diamati;
- e) kemampuan yang akan dinilai selanjutnya diurutkan berdasarkan langkah-langkah pekerjaan yang akan diamati.

Pengamatan unjuk kerja/kinerja/praktik perlu dilakukan dalam berbagai konteks untuk menetapkan tingkat pencapaian kemampuan tertentu. Misalnya untuk menilai kemampuan berbicara yang beragam dilakukan pengamatan terhadap kegiatan-kegiatan seperti: diskusi dalam kelompok kecil, berpidato, bercerita, dan wawancara. Dengan demikian, gambaran kemampuan peserta didik akan lebih utuh. Contoh untuk menilai unjuk kerja/kinerja/praktik di laboratorium dilakukan pengamatan terhadap penggunaan alat dan bahan praktikum. Untuk menilai praktik olahraga, seni dan budaya dilakukan pengamatan gerak dan penggunaan alat olahraga, seni dan budaya.

Untuk mengamati unjuk kerja/kinerja/praktik peserta didik dapat menggunakan instrumen sebagai berikut:

a) Daftar cek

Dengan menggunakan daftar cek, peserta didik mendapat nilai bila kriteria penguasaan kompetensi tertentu dapat diamati oleh penilai.

b) Skala Penilaian (*Rating Scale*)

Penilaian kinerja yang menggunakan skala penilaian memungkinkan penilai memberi nilai tengah terhadap penguasaan kompetensi tertentu, karena pemberian nilai secara kontinum di mana pilihan kategori nilai lebih dari dua. Skala penilaian terentang dari tidak sempurna sampai sangat sempurna. Misalnya: 4 = sangat baik, 3 = baik, 2 = cukup, dan 1 = kurang.



2) 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. Untuk itu, guru perlu menetapkan hal-hal atau tahapan yang perlu dinilai, seperti penyusunan desain, pengumpulan data, analisis data, dan penyiapan laporan tertulis/lisan. Untuk menilai setiap tahap perlu disiapkan kriteria penilaian atau rubrik.

3) Produk

Penilaian produk meliputi penilaian kemampuan peserta didik membuat produk-produk, teknologi, dan seni, seperti: makanan (contoh: tempe, kue, asinan, baso, dan *nata de coco*), 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.

Pengembangan produk meliputi 3 (tiga) tahap dan setiap tahap perlu diadakan penilaian yaitu:

- a) tahap persiapan, meliputi: penilaian kemampuan peserta didik dan merencanakan, menggali, dan mengembangkan gagasan, dan mendesain produk;
- b) tahap pembuatan produk (proses), meliputi: penilaian kemampuan peserta didik dalam menyeleksi dan menggunakan bahan, alat, dan teknik;
- c) tahap penilaian produk (*appraisal*), meliputi: penilaian produk yang dihasilkan peserta didik sesuai kriteria yang ditetapkan, misalnya berdasarkan, tampilan, fungsi dan estetika.

Penilaian produk biasanya menggunakan cara analitik atau holistik.

- a) cara analitik, yaitu berdasarkan aspek-aspek produk, biasanya dilakukan terhadap semua kriteria yang terdapat pada semua tahap proses pengembangan (tahap: persiapan, pembuatan produk, penilaian produk);
- b) cara holistik, yaitu berdasarkan kesan keseluruhan dari produk, biasanya dilakukan hanya pada tahap penilaian produk.



4) Portofolio

Penilaian portofolio pada dasarnya menilai karya-karya peserta didik secara individu pada satu periode untuk suatu mata pelajaran. Akhir suatu periode hasil karya tersebut dikumpulkan dan dinilai oleh guru dan peserta didik sendiri. Berdasarkan informasi perkembangan tersebut, guru dan peserta didik sendiri dapat menilai perkembangan kemampuan peserta didik dan terus menerus melakukan perbaikan. Dengan demikian, portofolio dapat memperlihatkan dinamika kemampuan belajar peserta didik melalui sekumpulan karyanya, antara lain: karangan, puisi, surat, komposisi musik, gambar, foto, lukisan, resensi buku/literatur, laporan penelitian, sinopsis dan karya nyata individu peserta didik yang diperoleh dari pengalaman.

Berikut hal-hal yang perlu diperhatikan dalam melaksanakan penilaian portofolio:

- a) peserta didik merasa memiliki portofolio sendiri;
- b) tentukan bersama hasil kerja apa yang akan dikumpulkan;
- c) kumpulkan dan simpan hasil kerja peserta didik dalam 1 map atau folder;
- d) beri tanggal pembuatan;
- e) tentukan kriteria untuk menilai hasil kerja peserta didik;
- f) minta peserta didik untuk menilai hasil kerja mereka secara berkesinambungan;
- g) bagi yang kurang beri kesempatan perbaiki karyanya, tentukan jangka waktunya;
- h) bila perlu, jadwalkan pertemuan dengan orang tua.

5) Tertulis

Selain menilai kompetensi pengetahuan, penilaian tertulis juga digunakan untuk menilai kompetensi keterampilan, seperti menulis karangan, menulis laporan, dan menulis surat.

6. Ketuntasan Belajar dalam Pembelajaran

a. Pengertian Pembelajaran Tuntas

Pembelajaran tuntas merupakan suatu pendekatan pembelajaran untuk memastikan bahwa semua siswa menguasai hasil pembelajaran yang diharapkan dalam suatu unit pembelajaran sebelum berpindah ke unit



pembelajaran berikutnya. Pendekatan ini membutuhkan waktu yang cukup dan proses pembelajaran yang berkualitas. Menurut Bloom (1968) pembelajaran tuntas merupakan satu pendekatan pembelajaran yang difokuskan pada penguasaan siswa dalam sesuatu hal yang dipelajari. Pembelajaran tuntas pada dasarnya merupakan seperangkat gagasan dan tindakan pembelajaran secara individu yang dapat membantu siswa untuk belajar secara konsisten. Gagasan dan tindakan ini menghasilkan proses pembelajaran yang sistematis, membantu siswa yang menghadapi masalah pembelajaran, serta membutuhkan waktu yang cukup bagi siswa untuk mencapai ketuntasan berdasarkan kriteria ketuntasan yang jelas.

Pembelajaran tuntas merupakan salah satu pendekatan dalam pembelajaran di mana siswa diharapkan dapat menguasai secara tuntas standar kompetensi dari suatu unit pelajaran. Asumsi yang digunakan dalam pembelajaran tuntas ini, yaitu setiap siswa diberikan waktu sesuai dengan yang diperlukan untuk mencapai suatu tingkat penguasaan dan siswa tersebut menghabiskan waktu yang diperlukan, maka kemungkinan besar siswa akan mencapai tingkat penguasaan tersebut. Tetapi jika siswa tidak diberi cukup waktu atau siswa tersebut tidak menggunakan waktu yang diperlukan, maka siswa tidak akan mencapai tingkat penguasaan belajar.

b. Karakteristik Pembelajaran Tuntas

Pembelajaran tuntas menganut pendekatan individual, artinya meskipun kegiatan belajar ditujukan kepada sekelompok siswa (kelas), tetapi mengakui dan melayani perbedaan-perbedaan individual siswa, sehingga pembelajaran memungkinkan berkembangnya potensi masing-masing siswa secara optimal. Dengan demikian, yang menjadi dasar pemikiran dari penerapan pendekatan individual dalam pembelajaran tuntas adalah adanya pengakuan terhadap perbedaan individual masing-masing siswa.

Dalam merealisasikan pengakuan terhadap perbedaan individual maka dalam pendekatan *mastery learning* digunakan azas maju berkelanjutan (*continuous progress*). Kompetensi yang diharapkan dicapai oleh siswa harus dinyatakan dalam rumusan yang jelas dan pembelajaran dipecah-pecah menjadi unit-unit yang memungkinkan siswa belajar selangkah demi selangkah dan baru



diperbolehkan untuk mempelajari kompetensi berikutnya setelah kompetensi sebelumnya dikuasai menurut kriteria tertentu. Misalnya ditetapkan kriteria jika siswa telah menguasai kompetensi sekurang-kurangnya 75% dari yang ditetapkan, maka siswa bisa melanjutkan untuk mempelajari unit pelajaran/kompetensi yang lainnya.

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.

D. Aktivitas Pembelajaran

Setelah mempelajari uraian tentang penilaian ini secara individual, Anda dapat mendiskusikan dengan peserta lain tentang pengertian, fungsi, tujuan, prinsip, dan lingkup penilaian khususnya dalam pembelajaran kimia.

Lembar Kegiatan

Lingkup Penilaian Pada Pembelajaran Kimia

Tujuan: mengidentifikasi teknik dan bentuk penilaian yang sesuai dengan pembelajaran suatu topik kimia.

Langkah Kerja:

1. Pelajari kembali materi penilaian pada modul ini!
2. Pilihlah satu kompetensi dasar kimia untuk aspek pengetahuan dan keterampilannya tentukan topik dan sub topiknya!



3. Pilihlah kompetensi dasar aspek sosial yang sesuai dengan penyajian topik tersebut!
4. Tentukan kegiatan pembelajaran atau metode yang akan digunakan pada penyajian topik tersebut!
5. Identifikasi teknik dan instrumen penilaian yang sesuai dengan topik ini!
6. Presentasikan hasil diskusi kelompok Anda!

Format

Kompetensi Dasar	Topik	Kegiatan Pembelajaran	Teknik dan Instrumen Penilaian

E. Latihan/Kasus/Tugas

Soal Pilihan Berganda

1. Kegiatan yang sistematis untuk menentukan atau membuat keputusan sampai sejauh mana tujuan-tujuan pengajaran telah dicapai oleh siswa adalah kegiatan....
 - A. pengukuran
 - B. asesmen
 - C. evaluasi
 - D. tes
2. Salah satu fungsi evaluasi proses dan hasil belajar dari segi didaktik adalah "Memberikan informasi yang sangat berguna untuk mengetahui posisi masing-masing peserta didik di tengah kelompoknya atau di kelasnya". Fungsi evaluasi berdasarkan pernyataan tersebut termasuk fungsi....
 - A. diagnostik
 - B. bimbingan
 - C. placement
 - D. selektif



3. Proses pengumpulan dan pengolahan informasi tentang prestasi atau kinerja peserta didik disebut....
 - A. penilaian
 - B. penilaian pendidikan
 - C. penilaian pembelajaran
 - D. penilaian hasil belajar
4. Penilaian harus didasarkan pada prosedur dan kriteria yang jelas, tidak dipengaruhi subyektivitas penilai. Prinsip penilaian ini dinamakan....
 - A. terbuka
 - B. sah
 - C. obyektif
 - D. sistematis
5. Seorang guru kimia membuat RPP lengkap dengan instrumen penilaian sikap, keterampilan dan pengetahuan. Setelah melakukan penilaian dia memeriksa jawaban siswa kemudian menganalisisnya. Seminggu kemudian dia membagikan hasil ulangan dan mengumumkan siswa yang belum mencapai KKM untuk belajar kembali dan mengikuti tes kembali. Tindakan guru tersebut sesuai dengan prinsip-prinsip penilaian
 - A. objektif, yang berarti penilaian berbasis pada standar dan tidak dipengaruhi faktor subjektivitas penilai.
 - B. terpadu, yang berarti penilaian oleh pendidik dilakukan secara terencana, menyatu dengan kegiatan pembelajaran, dan berkesinambungan.
 - C. ekonomis, berarti penilaian yang efisien dan efektif dalam perencanaan, pelaksanaan, dan pelaporannya.
 - D. transparan, yang berarti prosedur penilaian, kriteria penilaian, dan dasar pengambilan keputusan dapat diakses oleh semua pihak
6. Suatu teknik penilaian yang menuntut peserta didik melakukan kegiatan tertentu di luar kegiatan pembelajaran di kelas adalah....
 - A. penugasan
 - B. observasi
 - C. portofolio
 - D. jurnal



7. Untuk menilai siswa di dalam keterampilan merangkai alat elektrolit dan non elektrolit guru menggunakan teknik penilaian....
- A. tertulis
 - B. penugasan
 - C. portofolio
 - D. unjuk kerja

F. Rangkuman

Pelaksanaan penilaian hasil belajar oleh pendidik merupakan wujud pelaksanaan tugas profesional pendidik. Penilaian hasil belajar oleh pendidik dilakukan untuk memantau proses, kemajuan belajar, dan perbaikan hasil belajar peserta didik secara berkesinambungan. Penilaian hasil belajar oleh pendidik memiliki peran antara lain untuk membantu peserta didik mengetahui capaian pembelajaran (*learning outcomes*). Berdasarkan penilaian hasil belajar oleh pendidik, pendidik dan peserta didik dapat memperoleh informasi tentang kelemahan dan kekuatan pembelajaran dan belajar. Penggunaan penilaian autentik (*authentic assesment*) lebih mampu memberikan informasi kemampuan peserta didik secara holistik dan valid. Oleh karena itu, Pendidik dalam melakukan penilaian sikap, pengetahuan, dan keterampilan harus memperhatikan fungsi, tujuan, acuan, prinsip dan lingkup penilaian dalam pembelajaran kimia, serta ketuntasan belajar kimia

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: ASPEK-ASPEK PENILAIAN PROSES DAN HASIL BELAJAR

Penilaian hasil belajar peserta didik mencakup kompetensi sikap, pengetahuan, dan keterampilan yang dilakukan secara berimbang sehingga dapat digunakan untuk menentukan posisi relatif setiap peserta didik terhadap standar yang telah ditetapkan. Cakupan penilaian merujuk pada ruang lingkup materi, kompetensi mata pelajaran/kompetensi muatan/kompetensi program, dan proses.

Untuk menilai kompetensi sikap, pengetahuan, dan keterampilan diperlukan pengetahuan tentang aspek sikap spiritual, aspek pengetahuan, dan aspek keterampilan serta kata kerja operasional untuk masing-masing aspek sehingga dapat memudahkan guru dalam menyusun indikator pencapaian kompetensi yang sesuai dengan kompetensi dasar dan kegiatan pembelajarannya. Kompetensi guru pada Guru Pembelajar Modul F ini untuk materi penilaian adalah: 8. Menyelenggarakan penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar, dengan kompetensi guru 8.2 Menentukan aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan karakteristik mata pelajaran yang diampu. Pada modul ini Anda dapat mempelajari aspek penilaian yang meliputi aspek sikap, pengetahuan dan keterampilan dan penerapannya dalam pembelajaran

A. Tujuan

Setelah belajar dengan modul ini diharapkan Anda dapat meningkatkan pemahaman dan pengetahuan tentang aspek-aspek penilaian pembelajaran yang meliputi penilaian sikap, pengetahuan dan keterampilan serta mengidentifikasi aspek penilaian sikap, pengetahuan dan keterampilan dalam pembelajaran kimia



B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi yang diharapkan dicapai melalui diklat ini adalah:

1. menjelaskan aspek-aspek proses belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan karakteristik mata pelajaran kimia;
2. menjelaskan aspek-aspek hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan karakteristik mata pelajaran kimia;
3. memilih aspek-aspek proses belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan kompetensi dasar kimia;
4. memilih aspek-aspek hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan karakteristik mata pelajaran kimia.

C. Uraian Materi

Dalam pelaksanaannya, penilaian hasil belajar oleh pendidik 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. Salah satu prinsip penilaian autentik adalah penilaian menekankan keterpaduan sikap, pengetahuan, dan keterampilan.

Dalam penilaian autentik tersebut, lingkup penilaian proses dan hasil belajar oleh pendidik mencakup kompetensi sikap spiritual, kompetensi sikap sosial, kompetensi pengetahuan, dan kompetensi keterampilan. Aspek-aspek penilaian meliputi penilaian sikap, pengetahuan dan keterampilan, rincian masing masing aspek tertera pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Aspek Penilaian dan Rincian Aspek Penilaian

No	Aspek Penilaian	Rincian Aspek Penilaian
1.	Sikap spiritual dan sikap sosial	Menerima, Menanggapi, Menghargai, Menghayati dan mengamalkan
2.	Pengetahuan (Dimensi pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif)	Mengetahui, Memahami, Menerapkan, Menganalisis, Mengevaluasi dan Mencipta
3.	a. Keterampilan abstrak	Mengamati, Menanya, Mengumpulkan Informasi/Mencoba, Menalar/Mengasosiasi dan Mengomunikasikan



No	Aspek Penilaian	Rincian Aspek Penilaian
	b. Keterampilan konkrit	Meniru, Melakukan, Menguraikan, Merangkai, Memodifikasi dan Mencipta.

Uraian materi pada modul ini meliputi gambaran umum dan rincian penilaian untuk masing-masing ranah sikap, pengetahuan, dan keterampilan

1. Aspek Sikap pada Mata Pelajaran Kimia

Sikap dapat didefinisikan sebagai perasaan seseorang terhadap suatu obyek, berdasarkan pengetahuan dan keyakinannya tentang objek tersebut (Kind et al., 2007). Sikap merupakan suatu kecenderungan untuk bertindak secara suka atau tidak suka terhadap suatu objek. Sikap dapat dibentuk melalui cara mengamati dan menirukan sesuatu yang positif, kemudian melalui penguatan serta menerima informasi verbal. Berikut ini adalah pengertian sikap, minat, motivasi dan nilai menurut Tuckman, Anderson, dan Gable:

1) Sikap atau *attitude* adalah perasaan suka atau tidak suka, positif atau negatif yang dimiliki oleh individu terhadap objek, situasi, konsep atau orang lain yang diperoleh dari pengalaman yang dipelajari dan cenderung untuk bersifat ajeg.

2) Minat (*Interest*)

Minat merupakan perasaan sukacita yang muncul saat menghadapi dan sedang terlibat dalam suatu kegiatan tertentu (Stiggins, 1981).

3) Motivasi (*Motivation*)

Motivasi adalah tingkat kebutuhan siswa untuk mencapai atau melakukan kegiatan sekolah dengan bersemangat.

4) Nilai (*Value*)

Nilai merupakan suatu kepercayaan mengenai apa yang seharusnya diinginkan, hal yang dianggap penting, dan standar prosedur atau keberadaan sesuatu yang secara personal atau sosial diterima. Nilai berpengaruh atau menjadi acuan bagi perilaku, minat, sikap, dan kepuasan.

Penilaian sikap adalah penilaian yang dilakukan untuk mengetahui sikap peserta didik terhadap mata pelajaran, kondisi pembelajaran, pendidik, dan sebagainya. Sikap dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi terbentuknya sikap pada individu diantaranya adalah faktor genetik dan fisiologis pengalaman personal pengaruh orang tua, kelompok sebaya atau kelompok masyarakat dan media massa.



Sasaran penilaian hasil belajar oleh pendidik terhadap kompetensi sikap spiritual dan kompetensi sikap sosial meliputi tingkatan sikap menerima, menanggapi, menghargai, menghayati, dan mengamalkan nilai spiritual dan nilai sosial. Menurut Krathwohl (1961) bila ditelusuri hampir semua tujuan kognitif mempunyai komponen afektif. Dalam pembelajaran sains, misalnya di dalamnya ada komponen sikap ilmiah. Sikap ilmiah adalah bagian dari komponen afektif. Tingkatan ranah afektif menurut taksonomi Krathwohl ada lima, yaitu: *receiving (attending)*, *responding*, *valuing*, *organization*, dan *characterization*.

a. Tingkat *receiving*

Pada tingkat *receiving* atau *attending*, peserta didik memiliki keinginan memperhatikan suatu fenomena khusus atau stimulus, misalnya kelas, kegiatan, musik, buku, dan sebagainya. Tugas pendidik mengarahkan perhatian peserta didik pada fenomena yang menjadi objek pembelajaran afektif. Misalnya pendidik mengarahkan peserta didik agar senang membaca buku, senang bekerjasama, dan sebagainya. Kesenangan ini akan menjadi kebiasaan, dan hal ini yang diharapkan, yaitu kebiasaan yang positif.

b. Tingkat *responding*

Responding merupakan partisipasi aktif peserta didik, yaitu sebagai bagian dari perilakunya. Pada tingkat ini peserta didik tidak saja memperhatikan fenomena khusus tetapi ia juga bereaksi. Hasil pembelajaran pada ranah ini menekankan pada pemerolehan respons, berkeinginan memberi respons, atau kepuasan dalam memberi respons. Tingkat yang tinggi pada kategori ini adalah minat, yaitu hal-hal yang menekankan pada pencarian hasil dan kesenangan pada aktivitas khusus. Misalnya, senang membaca buku, senang bertanya, senang membantu teman, senang dengan kebersihan dan kerapian, dan sebagainya.

c. Tingkat *valuing*

Valuing melibatkan penentuan nilai, keyakinan atau sikap yang menunjukkan derajat internalisasi dan komitmen. Derajat rentangannya mulai dari menerima suatu nilai, misalnya keinginan untuk meningkatkan keterampilan, sampai pada tingkat komitmen. *Valuing* atau penilaian berbasis pada internalisasi dari seperangkat nilai yang spesifik. Hasil belajar pada tingkat ini berhubungan dengan perilaku yang konsisten dan stabil agar nilai dikenal secara jelas. Dalam tujuan pembelajaran, penilaian ini diklasifikasikan sebagai sikap dan apresiasi.



d. Tingkat *organization*

Pada tingkat *organization*, nilai satu dengan nilai lain dikaitkan, konflik antar nilai diselesaikan, dan mulai membangun sistem nilai internal yang konsisten. Hasil pembelajaran pada tingkat ini berupa konseptualisasi nilai atau organisasi sistem nilai. Misalnya pengembangan filsafat hidup.

e. Tingkat *characterization*

Tingkat ranah afektif tertinggi adalah *characterization* nilai. Pada tingkat ini peserta didik memiliki sistem nilai yang mengendalikan perilaku sampai pada waktu tertentu hingga terbentuk gaya hidup. Hasil pembelajaran pada tingkat ini berkaitan dengan pribadi, emosi, dan sosial.

Sikap bermula dari perasaan (suka atau tidak suka) yang terkait dengan kecenderungan seseorang dalam merespon sesuatu/objek. Sikap juga sebagai ekspresi dari nilai-nilai atau pandangan hidup yang dimiliki oleh seseorang. Sikap dapat dibentuk, sehingga terjadi perubahan perilaku atau tindakan yang diharapkan. Contoh sasaran Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik pada ranah sikap spiritual dan sikap sosial pada mata pelajaran kimia tertera pada tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Sasaran Penilaian Aspek Ranah Afektif pada Pembelajaran Kimia

Tingkatan Sikap	Deskripsi Sikap	Sikap dalam Kompetensi dasar Kimia*
Menerima	Kesediaan menerima suatu nilai dan memberikan perhatian terhadap nilai tersebut	Kelas X 1.1 Menyadari adanya keteraturan struktur partikel materi sebagai wujud kebesaran Tuhan YME dan pengetahuan tentang struktur partikel materi sebagai hasil pemikiran kreatif manusia yang kebenarannya bersifat tentative Kelas XI 1.1 Menyadari adanya keteraturan dari sifat hidrokarbon, termokimia, laju reaksi, kesetimbangan kimia, larutan dan koloid sebagai wujud kebesaran Tuhan YME dan pengetahuan tentang adanya keteraturan tersebut sebagai hasil pemikiran kreatif manusia yang kebenarannya bersifat tentatif. 1.2 Mensyukuri kekayaan alam Indonesia berupa minyak bumi, batubara dan gas alam serta berbagai bahan tambang lainnya
Menanggapi	Kesediaan menjawab suatu nilai dan ada rasa puas dalam membicarakan nilai tersebut	
Menghargai	Menganggap nilai tersebut baik; menyukai nilai tersebut; dan komitmen terhadap nilai tersebut	
Menghayati	Memasukkan nilai tersebut sebagai bagian dari sistem nilai dirinya	



Tingkatan Sikap	Deskripsi Sikap	Sikap dalam Kompetensi dasar Kimia*
Mengamalkan	Mengembangkan nilai tersebut sebagai ciri dirinya dalam berpikir, berkata, berkomunikasi, dan bertindak (karakter)	sebagai anugerah Tuhan YME yang digunakan untuk kemakmuran rakyat Indonesia. Kelas XII 1.1 Menyadari adanya keteraturan dalam sifat koligatif larutan, reaksi redoks, keragaman sifat unsur, senyawa makromolekul sebagai wujud kebesaran Tuhan YME dan pengetahuan tentang adanya keteraturan tersebut sebagai hasil pemikiran kreatif manusia yang kebenarannya bersifat tentatif. 1.2 Mensyukuri kelimpahan unsur golongan utama dan golongan transisi di alam Indonesia sebagai bahan tambang merupakan anugerah Tuhan YME yang digunakan untuk kemakmuran rakyat Indonesia.

Tabel 2.3 Sasaran Penilaian Aspek Ranah Afektif pada Pembelajaran Kimia

Tingkatan Sikap	Deskripsi Sikap	Sikap dalam Kompetensi dasar Kimia*
Menerima	Kesediaan menerima suatu nilai dan memberikan perhatian terhadap nilai tersebut	2.1 Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu, disiplin, jujur, objektif, terbuka, mampu membedakan fakta dan opini, ulet, teliti, bertanggung jawab, kritis, kreatif, inovatif, demokratis, komunikatif) dalam merancang dan melakukan percobaan serta berdiskusi yang diwujudkan dalam sikap sehari-hari. 2.2 Menunjukkan perilaku kerjasama, santun, toleran, cinta damai dan peduli lingkungan serta hemat dalam memanfaatkan sumber daya alam. 2.3 Menunjukkan perilaku responsif dan pro-aktif serta bijaksana sebagai wujud kemampuan memecahkan masalah dan membuat keputusan.
Menanggapi	Kesediaan menjawab suatu nilai dan ada rasa puas dalam membicarakan nilai tersebut	
Menghargai	Menganggap nilai tersebut baik; menyukai nilai tersebut; dan komitmen terhadap nilai tersebut	
Menghayati	Memasukkan nilai tersebut sebagai bagian dari sistem nilai dirinya	
Mengamalkan	Mengembangkan nilai tersebut sebagai ciri dirinya dalam berpikir, berkata, berkomunikasi, dan bertindak (karakter)	

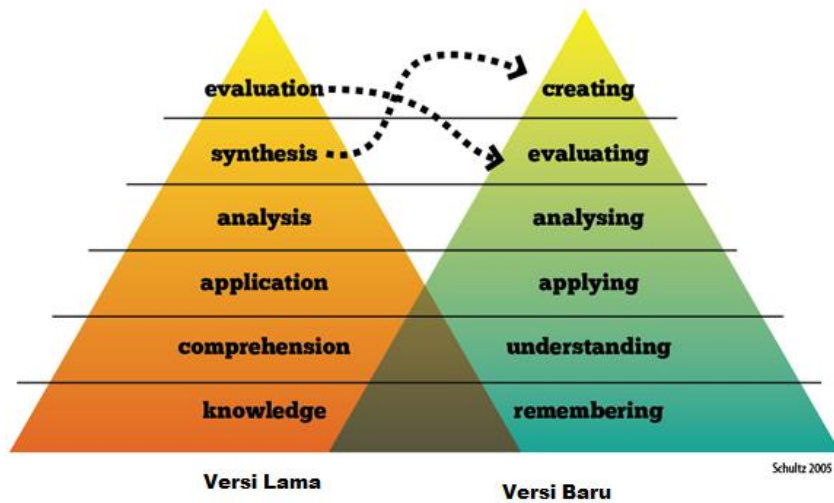


Berdasarkan tabel tersebut dapat dilihat kompetensi aspek Sikap dalam Kurikulum Kimia untuk sikap spiritual disesuaikan dengan materi atau topik kimia pada masing-masing level. Untuk aspek ranah afektif sama untuk setiap level. Dalam kaitannya dengan penilaian, pemilihan kata kerja operasional pada indikator pencapaian kompetensi yang tepat memegang peranan penting untuk mengukur pencapaian kompetensi dasar oleh siswa dalam pembelajaran. Kata kerja operasional aspek sikap merupakan acuan bagi guru dalam mendeteksi perubahan perilaku sehingga guru dapat mengukurnya. Berikut ini kata kerja operasional yang dapat digunakan dalam aspek sikap.

1. **menerima:** memilih, mempertanyakan, mengikuti, memberi, menganut, mematuhi, meminati
2. **menanggapi:** menjawab, membantu, mengajukan, mengompromikan, menyenangkan, menyambut, mendukung, menyetujui, menampilkan, melaporkan, memilih, mengatakan, memilah, menolak
3. **menilai:** mengasumsikan, meyakini, melengkapi, meyakinkan, memperjelas, memprakarsai, mengimani, mengundang, menggabungkan, mengusulkan, menekankan, menyumbang
4. **mengelola:** menganut, mengubah, menata, mengklasifikasikan, mengombinasikan, mempertahankan, membangun, membentuk pendapat, memadukan, mengelola, menegosiasi, merembuk
5. **menghayati:** mengubah perilaku, berakhlak mulia, mempengaruhi, mendengarkan, mengkualifikasi, melayani, menunjukkan, membuktikan, memecahkan

2. Aspek Kognitif dalam Mata Pelajaran Kimia

Sasaran Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik terhadap kompetensi pengetahuan, meliputi tingkatan kemampuan mengetahui, memahami, menerapkan, menganalisis, dan mengevaluasi pengetahuan faktual, pengetahuan konseptual, pengetahuan prosedural, dan pengetahuan metakognitif. Tingkatan pengetahuan ini mengacu pada tingkatan Taksonomi Bloom yang baru seperti yang tertera pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Taksonomi Bloom versi lama dan versi baru

Pada Taksonomi Bloom yang baru terdapat pemisahan yang tegas antara dimensi pengetahuan dengan dimensi proses kognitif. Pengetahuan merupakan kata benda sedangkan proses kognitif merupakan kata kerja. Setidaknya ada dua nilai positif dari taksonomi yang baru ini dalam kaitannya dengan asesmen. Pertama, karena pengetahuan dipisah dengan proses kognitif, guru dapat segera mengetahui jenis pengetahuan mana yang belum diukur. Pengetahuan prosedural dan pengetahuan metakognitif merupakan dua macam pengetahuan yang dalam taksonomi yang lama kurang mendapat perhatian. Dengan dimunculkannya pengetahuan prosedural, guru kimia akan lebih terdorong mengembangkan soal untuk mengukur keterampilan proses siswa yang selama ini masih sering terabaikan.

Tabel 2.4 Dimensi Pengetahuan dan Proses Kognitif

Dimensi Pengetahuan	Deskripsi	Dimensi Proses Kognitif
Faktual	Pengetahuan tentang istilah, nama orang, nama benda, angka, tahun, dan hal-hal yang terkait secara khusus dengan suatu mata pelajaran.	Mengingat (<i>Remember</i>) 1. Mengenali (<i>recognizing</i>) 2. Mengingat (<i>recalling</i>)
Konseptual	Pengetahuan tentang kategori, klasifikasi, keterkaitan antara satu kategori dengan lainnya, hukum kausalita, definisi, teori.	Memahami (<i>Understand</i>) 1. Menafsirkan (<i>interpreting</i>) 2. Memberi contoh (<i>exemplifying</i>) 3. Meringkas (<i>summarizing</i>) 4. Menarik inferensi (<i>inferring</i>)



Dimensi Pengetahuan	Deskripsi	Dimensi Proses Kognitif
		5. Membandingkan (<i>comparing</i>) 6. Menjelaskan (<i>explaining</i>)
Prosedural	Pengetahuan tentang prosedur dan proses khusus dari suatu mata pelajaran seperti algoritma, teknik, metoda, dan kriteria untuk menentukan ketepatan penggunaan suatu prosedur.	Mengaplikasikan (<i>Apply</i>) 1. Menjalankan (<i>executing</i>) 2. Mengimplementasikan (<i>implementing</i>)
Metakognitif	Pengetahuan tentang cara mempelajari pengetahuan, menentukan pengetahuan yang penting dan tidak penting (<i>strategic knowledge</i>), pengetahuan yang sesuai	Menganalisis (<i>Analyze</i>) 1. Menguraikan (<i>differentiating</i>) 2. Mengorganisir (<i>organizing</i>) 3. Menemukan makna tersirat (<i>attributing</i>) Evaluasi (<i>Evaluate</i>) 1. Memeriksa (<i>Checking</i>) 2. Mengkritik (<i>Critiquing</i>) Membuat (<i>Create</i>) 1. Merumuskan (<i>generating</i>) 2. Merencanakan (<i>planning</i>) 3. Memproduksi (<i>producing</i>)

Sasaran Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik pada kemampuan berpikir seperti yang tertera pada tabel 2.5.

Tabel 2.5 Kemampuan berpikir dan contohnya dalam pembelajaran kimia

Kemampuan Berpikir	Deskripsi
Mengingat: Mengemukakan kembali apa yang sudah dipelajari dari guru, buku, sumber lainnya sebagaimana aslinya, tanpa melakukan perubahan	Pengetahuan hafalan: ketepatan, kecepatan, kebenaran pengetahuan yang diingat dan digunakan ketika menjawab pertanyaan tentang fakta, definisi konsep, prosedur, hukum, teori dari apa yang sudah dipelajari di kelas tanpa diubah/berubah. Contoh: Mengingat lambang unsur, mengingat bunyi hukum dasar ilmu kimia, mengingat definisi konsep reaksi reduksi dan reaksi oksidasi, mengingat teori atom Dalton.
Memahami: Sudah ada proses pengolahan dari bentuk aslinya tetapi arti dari kata, istilah, tulisan, grafik, tabel, gambar, foto tidak berubah.	Kemampuan mengolah pengetahuan yang dipelajari menjadi sesuatu yang baru seperti <i>menggantikan</i> suatu kata/istilah dengan kata/istilah lain yang sama maknanya; <i>menulis kembali</i> suatu kalimat/paragraf/tulisan dengan kalimat/paragraf/tulisan sendiri dengan tanpa



Kemampuan Berpikir	Deskripsi
	mengubah artinya informasi aslinya; <i>mengubah bentuk komunikasi</i> dari bentuk kalimat ke bentuk grafik/tabel/visual atau sebaliknya; <i>memberi tafsir</i> suatu kalimat/paragraf/tulisan/data sesuai dengan kemampuan peserta didik; <i>memperkirakan</i> kemungkinan yang terjadi dari suatu informasi yang terkandung dalam suatu kalimat/paragraf/tulisan/data. Contoh: membuat grafik titrasi dari data percobaan dan menyimpulkan kecenderungan sifat periodik unsur.
Menerapkan: Menggunakan informasi, konsep, prosedur, prinsip, hukum, teori yang sudah dipelajari untuk sesuatu yang baru/belum dipelajari	Kemampuan menggunakan pengetahuan seperti konsep massa, cahaya, suara, listrik, hukum penawaran dan permintaan, hukum Boyle, hukum Archimedes, membagi/mengali/menambah/mengurangi/menjumlah, menghitung modal dan harga, hukum persamaan kuadrat, menentukan arah kiblat, menggunakan jangka, menghitung jarak tempat di peta, menerapkan prinsip kronologi dalam menentukan waktu suatu benda/peristiwa, dan sebagainya dalam mempelajari sesuatu yang belum pernah dipelajari sebelumnya. Contoh: menggunakan hukum kekekalan massa untuk menghitung massa zat yang bereaksi dan menerapkan hukum Faraday untuk menentukan kuat arus dalam penyepuhan.
Menganalisis: Menggunakan keterampilan yang telah dipelajarinya terhadap suatu informasi yang belum diketahuinya dalam mengelompokkan informasi, menentukan keterhubungan antara satu kelompok/ informasi dengan kelompok/ informasi lainnya, antara fakta dengan konsep, antara argumentasi dengan kesimpulan, benang merah pemikiran antara satu karya dengan karya lainnya	Kemampuan mengelompokkan benda berdasarkan persamaan dan perbedaan ciri-cirinya, memberi nama bagi kelompok tersebut, menentukan apakah satu kelompok sejajar/lebih tinggi/lebih luas dari yang lain, menentukan mana yang lebih dulu dan mana yang belakangan muncul, menentukan mana yang memberikan pengaruh dan mana yang menerima pengaruh, menemukan keterkaitan antara fakta dengan kesimpulan, menentukan konsistensi antara apa yang dikemukakan di bagian awal dengan bagian berikutnya, menemukan pikiran pokok penulis/ pembicara/ nara sumber, menemukan kesamaan dalam alur berpikir antara satu karya dengan karya lainnya, dan sebagainya. Contoh: Menganalisis data reaksi pendesakan untuk menyimpulkan urutan deret Volta dan Menganalisis data percobaan daya hantar listrik larutan untuk menentukan lerutan elektrolit kuat dan elektrolit lemah.



Kemampuan Berpikir	Deskripsi
Mengevaluasi: Menentukan nilai suatu benda atau informasi berdasarkan suatu kriteria	Kemampuan menilai apakah informasi yang diberikan berguna, apakah suatu informasi/ benda menarik/ menyenangkan bagi dirinya, adakah penyimpangan dari kriteria suatu pekerjaan/ keputusan/ peraturan, memberikan pertimbangan alternatif mana yang harus dipilih berdasarkan kriteria, menilai benar/ salah/ bagus/ jelek dan sebagainya suatu hasil kerja berdasarkan kriteria. Contoh: mengelompokkan berbagai reaksi kesetimbangan ke dalam reaksi kesetimbangan homogen dan heterogen. Selanjutnya siswa diminta untuk mengungkapkan gagasan pengertian reaksi kesetimbangan homogen dan heterogen.
Mencipta: Membuat sesuatu yang baru dari apa yang sudah ada sehingga hasil tersebut merupakan satu kesatuan utuh dan berbeda dari komponen yang digunakan untuk membentuknya	Kemampuan membuat suatu cerita/ tulisan dari berbagai sumber yang dibacanya, membuat suatu benda dari bahan yang tersedia, mengembangkan fungsi baru dari suatu benda, mengembangkan berbagai bentuk kreativitas lainnya. Contoh: menciptakan rangkaian alat uji elektrolit yang menarik.

Berikut ini adalah daftar pilihan kata kerja operasional yang dapat digunakan dalam mengembangkan indikator dalam ranah kognitif (*knowledge*).

Tabel 2.6. Kata Kerja Operasional untuk Aspek Kognitif

Mengetahui	Memahami	Mengaplikasikan	Menganalisis	Mengevaluasi	Mencipta
Mengutip	Memperkirakan	Menugaskan	Menganalisis	Membandingkan	Mengabstraksi
Menyebutkan	Menjelaskan	Mengurutkan	Mengaudit	Menyimpulkan	Mengatur
Menjelaskan	Mengategorikan	Menentukan	Memecahkan	Menilai	Menganimasi
Menggambarkan	Mencirikan	Menerapkan	Menegaskan	Mengarahkan	Mengumpulkan
Membilang	Merinci	Menyesuaikan	Mendeteksi	Mengkritik	Mengkategorikan
Mengidentifikasi	Mengasosiasikan	Mengkalkulasi	Mendiagnosis	Menimbang	Mengkode
Mendaftar	Membandingkan	Memodifikasi	Menyeleksi	Memutuskan	Mengkombinasikan
Menunjukkan	Menghitung	Mengklasifikasi	Memerinci	Memisahkan	Menyusun
Memberi label	Mengkontraskan	Menghitung	Menominasi-	Memprediksi	Mengarang
Memberi indeks	Mengubah	Membangun	kan	Memperjelas	Membangun
Memasangkan	Mempertahankan	Mengurutkan	Mendiagram-	Menugaskan	Menanggulangi
Menamai	Menguraikan	Membiasakan	kan	Menafsirkan	Menghubungkan
Manandai	Menjalin	Mencegah	Mengkorelasi-	Mempertahankan	Menciptakan
Membaca	Membedakan	Menggambarkan	kan	Memerinci	Mengkreasikan
Menyadari	Mendiskusikan	Menggunakan	Merasionalkan	Mengukur	Mengoreksi
Menghafal	Menggali	Menilai	Menguji	Merangkum	Merancang
Meniru	Mencontohkan	Melatih	Mencerahkan	Membukti-kan	Merencanakan
Mencatat	Menerangkan	Menggali	Menjelajah	Memvalidasi	Mendikte
Mengulang	Mengemukakan	Mengemukakan	Membagikan	Mengetes	Meningkatkan
Mereproduksi	Mempolakan	Mengadaptasi	Menyimpulkan	Mendukung	Memperjelas
Meninjau	Memperluas	Menyelidiki	Menemukan	Memilih	Memfasilitasi
Memilih	Menyimpulkan	Mengoperasikan	Menelaah	Memproyeksikan	Membentuk
Menyatakan	Meramalkan	Mempersoalkan	Memaksimal-		Merumuskan
Mempelajari	Merangkum	Mengkonsepkan	kan		Menggeneralisasi
Mentabulasi	Menjabarkan	Melaksanakan	Memerintahkan		Menggabungkan



Mengetahui	Memahami	Mengaplikasikan	Menganalisis	Mengevaluasi	Mencipta
Memberi kode Menelus		Meramalkan Memproduksi Memproses Mengaitkan Menyusun Mensimulasikan Memecahkan Melakukan Mentabulasi	Mengedit Mengaitkan Memilih Mengukur Melatih Mentransfer		Memadukan Membatas Mereparasi Menampilkan Menyiapkan Memproduksi Merangkum Merekonstruksi

(Sumber: Ratnawulan, (2014). Diunduh dari http://file.upi.edu/Direktori/SPS/PRODI.PENDIDIKAN_IPA/197404171999032/ANA_RATNAWULAN/taksonomi_Bloom_revisi.pdf)

3. Aspek Keterampilan pada Mata Pelajaran Kimia

Sasaran Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik terhadap kompetensi keterampilan mencakup keterampilan abstrak dan keterampilan konkrit. Keterampilan abstrak merupakan kemampuan belajar yang meliputi mengamati, menanya, mengumpulkan informasi/mencoba, menalar/mengasosiasi, dan mengomunikasikan. Adapun keterampilan konkrit merupakan kemampuan belajar yang meliputi meniru, melakukan, menguraikan, merangkai, memodifikasi, dan mencipta.

Kompetensi keterampilan terdiri atas keterampilan abstrak dan keterampilan kongkret. Sasaran penilaian hasil belajar kimia oleh pendidik pada keterampilan abstrak berupa kemampuan belajar sebagai berikut.

Tabel 2.7 Deskripsi Penilaian Hasil Belajar Domain Keterampilan Abstrak

Kemampuan Belajar	Deskripsi	Contoh Keterampilan dalam Pembelajaran Kimia
Mengamati	Perhatian pada waktu mengamati suatu objek/ membaca suatu tulisan/ mendengar suatu penjelasan, catatan yang dibuat tentang yang diamati, kesabaran, waktu (<i>on task</i>) yang digunakan untuk mengamati	Mengamati nyala lampu pada elektrolit tester yang dicelupkan ke dalam berbagai larutan, kemudian mencatat apa yang diamati
Menanya	Jenis, kualitas, dan jumlah pertanyaan yang diajukan peserta didik (pertanyaan faktual, konseptual, prosedural, dan hipotetik)	Mengajukan pertanyaan setelah mengamati percobaan menguji sifat larutan dengan elektrolit tester Pertanyaan Faktual: Berapa volt arus listrik yang digunakan pada alat uji elektrolit? Pertanyaan Konseptual: Apa yang menyebabkan lampu menyala jika elektroda dicelupkan pada larutan NaCl



Kemampuan Belajar	Deskripsi	Contoh Keterampilan dalam Pembelajaran Kimia
		Pertanyaan Prosedural: Bagaimana cara menguji larutan untuk membedakan sifat larutan elektrolit kuat dan lemah Pertanyaan hipotetik: Apakah lampu akan menyala lebih terang jika konsentrasi larutan makin besar?
Mengumpulkan informasi/ mencoba	Jumlah dan kualitas sumber yang dikaji/ digunakan, kelengkapan informasi, validitas informasi yang dikumpulkan, dan instrumen/ alat yang digunakan untuk mengumpulkan data.	Melakukan eksperimen menguji daya hantar listrik berbagai larutan kemudian mencatat semua data yang diperlukan untuk mengelompokkan larutan kedalam elektrolit kuat dan lemah
Menalar/ mengasosiasi	Mengembangkan interpretasi, argumentasi dan kesimpulan mengenai keterkaitan informasi dari dua fakta/konsep, interpretasi argumentasi dan kesimpulan mengenai keterkaitan lebih dari dua fakta/konsep/teori, mensintesis dan argumentasi serta kesimpulan keterkaitan antarberbagai jenis fakta/konsep/teori/ pendapat; mengembangkan interpretasi, struktur baru, argumentasi, dan kesimpulan yang menunjukkan hubungan fakta/ konsep/teori dari dua sumber atau lebih yang tidak bertentangan; mengembangkan interpretasi, struktur baru, argumentasi dan kesimpulan dari konsep/teori/pendapat yang berbeda dari berbagai jenis sumber.	Menginterpretasikan data percobaan daya hantar listrik berbagai larutan sampai menyimpulkan larutan yang bersifat elektrolit kuat atau elektrolit lemah
Mengomunikasi kan	Menyajikan hasil kajian (dari mengamati sampai menalar) dalam bentuk tulisan, grafis, media elektronik, multi media dan lain-lain.	Menyajikan data hasil eksperimen , menyajikan bahan tayang, dan menyusun laporan dengan tepat dan baik

(Sumber: Olahan Dyer dalam Permendikbud nomor 104, 2007)



Sasaran Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik pada keterampilan kongkret dengan contoh keterampilan pada mata pelajaran biologi, sebagai berikut.

Tabel 2.8 Deskripsi Penilaian Hasil Belajar Domain Keterampilan Kongkrit

Keterampilan kongkret	Deskripsi	Contoh Keterampilan dalam Pembelajaran Kimia
Persepsi (<i>perception</i>)	Menunjukkan perhatian untuk melakukan suatu gerakan	Mengamati guru saat mencontohkan melakukan titrasi asam basa
Kesiapan (<i>set</i>)	Menunjukkan kesiapan mental dan fisik untuk melakukan suatu gerakan	Menggunakan jas laboratorium dengan baik sebelum praktikum dan selalu antusias mengikuti arahan melakukan kegiatan
Meniru (<i>guided response</i>)	Meniru gerakan secara terbimbing	Meniru cara melakukan titrasi asam basa, mulai dari mengukur volum larutan dengan pipet volumetrik dan meneteskan larutan NaOH dari buret kedalam larutan asam yang ada pada labu erlenmeyer
Membiasakan gerakan (<i>mechanism</i>)	Melakukan gerakan mekanistik	Mengambil larutan dan mengukur larutan dengan pipet volumetrik dan melakukan titrasi dengan langkah-langkah dan cara sesuai prosedur
Mahir (<i>complex or overt response</i>)	Melakukan gerakan kompleks dan termodifikasi	Mahir melakukan titrasi sampai titik akhir titrasi atau indikator tepat berubah warna
Menjadi gerakan alami (<i>adaptation</i>)	Menjadi gerakan alami yang diciptakan sendiri atas dasar gerakan yang sudah dikuasai sebelumnya	Terampil melakukan titrasi dengan gerakan yang tidak kaku dan melakukan titrasi dengan refleks sampai menghentikan titrasi pada saat indikator berubah warna
Menjadi tindakan orisinal (<i>origination</i>)	Menjadi gerakan baru yang orisinal dan sukar ditiru oleh orang lain dan menjadi ciri khasnya	Terampil melakukan titrasi dengan sempurna dan tepat

(Sumber: Olahan dari kategori Simpson dalam Permendikbud nomor 104, 2007)

Indikator sikap merupakan perilaku (behavior) peserta didik yang diharapkan tampak setelah siswa mengikuti pembelajaran untuk mencapai kompetensi yang telah ditetapkan. Selama proses pembelajaran kimia, diperlukan kegiatan yang berkaitan dengan percobaan, dan penemuan atau pembuktian konsep. Kegiatan ini melibatkan aktivitas fisik, misalnya merangkai, mengukur, dan membuat.



Tabel 2.9 Contoh Kata Kerja Operasional Aspek Keterampilan

Menirukan	Memanipulasi	Pengalamiahan	Artikulasi
Mengaktifkan Menyesuaikan Menggabungkan Melamar Mengatur Mengumpulkan Menimbang Memperkecil Membangun Mengubah Membersihkan Memosisikan Mengonstruksi	Mengoreksi Mendemonstrasikan Merancang Memilah Melatih Memperbaiki Mengidentifikasikan Mengisi Menempatkan Membuat Memanipulasi Mereparasi Mencampur	Mengalihkan Menggantikan Memutar Mengirim Memindahkan Mendorong Menarik Memproduksi Mencampur Mengoperasikan Mengemas Membungkus	Mengalihkan Mempertajam Membentuk Memadankan Menggunakan Memulai Menyetir Menjeniskan Menempel Menseketsa Melonggarkan Menimbang

D. Aktivitas Pembelajaran

Setelah mempelajari uraian tentang penilaian ini secara individual, Silahkan Anda mendiskusikan aspek-aspek penilaian proses dan hasil belajar yang meliputi penilaian aspek sikap, pengetahuan dan keterampilan pada pembelajaran kimia.

Lembar Kegiatan

Penilaian Sikap, Pengetahuan dan Keterampilan Pada Pembelajaran Kimia

Tujuan: Mengidentifikasi aspek-aspek penilaian sikap, pengetahuan dan keterampilan yang sesuai dengan pembelajaran suatu topik kimia

Langkah Kerja:

1. Pelajari kembali uraian materi penilaian pada modul ini
2. Pilihlah satu KD pada aspek pengetahuan dan keterampilannya, tentukan topik dan sub topiknya, selanjutnya pilihlah kompetensi dasar aspek sosial yang sesuai dengan penyajian topik tersebut
3. Rumuskan indikator pencapaian kompetensi untuk aspek pengetahuan, sikap dan keterampilan yang digunakan pada penyajian topik tersebut
4. Deskripsikan penilaian sikap, pengetahuan dan keterampilan yang sesuai dengan indikator
5. Presentasikan hasil diskusi kelompok Anda.



Format

Kompetensi Dasar	Topik	Indikator Pencapaian Kompetensi	Contoh Deskripsi Penilaian Sikap, Pengetahuan dan Keterampilan
KD 3....			Penilaian Pengetahuan:.....
KD 4....			Penilaian Keterampilan:.....
KD 2.....			Penilaian Sikap:.....
KD 1.....			Penilaian Sikap:.....

E. Latihan/Kasus/Tugas

Buatlah deskripsi hasil belajar domain keterampilan abstrak dan kongkrit untuk satu kegiatan pembelajaran Kimia. Pilihlah topik yang berbeda dengan contoh pada uraian materi. Contoh format seperti pada uraian materi atau contoh berikut ini.

Mata Pelajaran:.....

Topik:.....

KD 3:.....

KD 4:.....

Aspek Keterampilan Abstrak

Kemampuan Belajar	Deskripsi	Contoh Keterampilan dalam Pembelajaran Kimia
Mengamati		
Menanya		
Mengumpulkan informasi/mencoba		
.....		



F. Rangkuman

Pembelajaran saat ini menggunakan penilaian autentik, yaitu bentuk penilaian yang menghendaki peserta didik menampilkan sikap, menggunakan pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh dari pembelajaran dalam melakukan tugas pada situasi yang sesungguhnya. Sasaran Penilaian Hasil Belajar oleh pendidik terhadap kompetensi sikap spiritual dan kompetensi sikap sosial meliputi tingkatan sikap menerima, menanggapi, menghargai, menghayati, dan mengamalkan nilai spiritual dan nilai sosial. Sasaran Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik terhadap kompetensi pengetahuan, meliputi tingkatan kemampuan mengetahui, memahami, menerapkan, menganalisis, dan mengevaluasi pengetahuan faktual, pengetahuan konseptual, pengetahuan prosedural, dan pengetahuan metakognitif. Sasaran Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik terhadap kompetensi keterampilan mencakup keterampilan abstrak dan keterampilan konkrit. Keterampilan abstrak merupakan kemampuan belajar yang meliputi mengamati, menanya, mengumpulkan informasi/mencoba, menalar/mengasosiasi, dan mengomunikasikan. Adapun keterampilan konkrit merupakan kemampuan belajar yang meliputi meniru, melakukan, menguraikan, merangkai, memodifikasi, dan mencipta.

G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan soal latihan ini, Anda dapat memperkirakan 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.



EVALUASI

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat.

1. Salah satu fungsi evaluasi evaluasi proses dan hasil belajar dari segi didaktik adalah “Memberikan informasi yang sangat berguna untuk mengetahui posisi masing-masing peserta didik di tengah kelompoknya atau di kelasnya” Fungsi evaluasi berdasarkan pernyataan tersebut termasuk fungsi....
A. dignostik
B. bimbingan
C. placement
D. Aelektif
2. Penilaian harus didasarkan pada prosedur dan kriteria yang jelas, tidak dipengaruhi subyektivitas penilai. Prinsip penilaian ini dinamakan....
A. terbuka
B. sah
C. obyektif
D. Sistematis
3. Seorang guru kimia membuat RPP lengkap dengan instrumen penilaian sikap, keterampilan dan pengetahuan. Setelah melakukan penilaian dia memeriksa jawaban siswa kemudian menganalisisnya. Seminggu kemudian dia membagikan hasil ulangan dan mengumumkan siswa yang belum mencapai KKM untuk belajar kembali dan mengikuti tes kembali. Tindakan guru tersebut sesuai dengan prinsip-prinsip penilaian....
A. Transparan, yang berarti prosedur penilaian, kriteria penilaian, dan dasar pengambilan keputusan dapat diakses oleh semua pihak
B. Objektif, yang berarti penilaian berbasis pada standardan tidak dipengaruhi faktor subyektivitas penilai



- C. Terpadu, yang berarti penilaian oleh pendidik dilakukan secara terencana, menyatu dengan kegiatan pembelajaran, dan berkesinambungan
- D. Ekonomis, berarti penilaian yang efisien dan efektif dalam perencanaan, pelaksanaan, dan pelaporannya
4. Untuk menilai siswa di dalam keterampilan merangkai alat elektrolit dan non elektrolit guru menggunakan teknik penilaian....
- A. tertulis
B. penugasan
C. portofolio
D. unjuk kerja
5. Seorang guru kimia kelas XI merancang pembelajaran tentang laju reaksi berdasarkan KD : *3.7 Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi dan menentukan orde reaksi berdasarkan data hasil percobaan dan 4.7 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi dan orde reaksi.*
- Kompetensi peserta didik yang dapat diperoleh melalui pembelajaran jika guru tersebut betul-betul memahami KD tersebut adalah....
- A. pengetahuan
B. sikap dan pengetahuan
C. pengetahuan dan keterampilan
D. pengetahuan, keterampilan dan sikap
6. Putri menggunakan jas laboratorium sebelum memasuki laboratorium untuk praktikum. Putra menggunakan jas laboratorium di ruangan laboratorium setelah guru memintanya saat akan melakukan praktikum. Perbedaan tingkat sikap antara Putri dan Putra adalah

	Putri	Putra
A	menerima	menghargai
B	menghargai	menerima
C	menanggapi	mengamalkan
D	mengamalkan	menanggapi



7. Berikut ini kompetensi dasar pada KI 4, yaitu Kedamangan 4.15 Mengajukan ide/gagasan untuk memodifikasi pembuatan koloid berdasarkan pengalaman membuat beberapa jenis koloid. Rumusan indikator keterampilan yang tepat sesuai kompetensi dasar tersebut adalah....

- A. mempresentasikan cara membuat koloid berdasarkan kajian literatur
- B. menyusun laporan rancangan cara membuat koloid dan hasil uji cobanya
- C. membuat poster macam –macam pembuatan koloid hasil diskusi literatur
- D. melakukan pembuatan koloid berdasarkan rancangan percobaannya

8. Perhatikan kasus berikut ini.

Sekelompok siswa merencanakan membuat indikator alam untuk mengidentifikasi ion H^+ dan ion OH^- yang dihasilkan pada saat larutan natrium sulfat dielektrolisis. Mereka menggali informasi tentang cara pembuatan indikator alam dari buku, dan artikel di internet.

Berdasarkan kasus tersebut, keterampilan abstrak yang terlatih melalui kegiatan tersebut adalah....

- A. mengamati, menanya, dan mengumpulkan informasi
- B. mengamati, mengumpulkan informasi, dan menalar
- C. menanya, mengumpulkan informasi, dan mengomunikasikan
- D. mengumpulkan informasi, menalar, dan mengomunikasikan

9. Berikut ini kompetensi dasar pada KI 4.

4.11 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan titrasi asam-basa.

Untuk memenuhi kompetensi tersebut, guru menugaskan siswa peserta didik untuk melakukan penelitian secara mandiri tentang kadar cuka dapur yang dijual dipasaran dengan label 25%. Kegiatan



yang pertama dilakukan oleh peserta didik adalah diskusi tentang rancangan langkah-langkah percobaan yaitu menggunakan titrasi asam basa dan merk cuka yang diteliti. Selanjutnya mereka menguji rancangan dan melakukan titrasi terhadap berbagai merk cuka. Setelah mendapatkan data penelitian peserta didik mengolah data tentang kebenaran kadar cuka yang tertera pada labelnya dan melaporkannya.

Aspek keterampilan konkret yang terlatih telatih jika siswa melaksanakan pembelajaran dengan benar adalah....

- A. membiasakan gerakan (*mechanism*), mahir (*complex or overt response*)
- B. meniru (*guided response*), dan menjadi gerakan alami (*adaptation*)
- C. mahir (*complex or overt response*), dan menjadi gerakan alami (*adaptation*)
- D. membiasakan gerakan (*mechanism*), dan menjadi gerakan alami (*adaptation*)

10. Dalam awal tahun pembelajaran, seorang guru kimia meminta peserta didik pada saat kegiatan praktikum menggunakan zat secukupnya, sesuai prosedur, menggunakan pipet tetes hanya untuk satu larutan saja, menyimpan zat kimia harus hati-hati jangan sampai tumpah dan tidak membuang limbah praktikum sembarangan. Sikap yang sedang ditanamkan guru tersebut dia nilai pada setiap kegiatan praktikum selanjutnya. Penilaian yang guru lakukan adalah penilaian sikap agar peserta didik menunjukkan perilaku....

- A. cinta damai dan hemat dalam memanfaatkan sumber daya alam.
- B. peduli lingkungan serta hemat dalam memanfaatkan sumber daya alam
- C. bijaksana sebagai wujud kemampuan memecahkan masalah
- D. bertanggung jawab, inovatif dalam memanfaatkan sumber daya alam

PENUTUP

Modul Pedagogik Guru Pembelajar Mata Pelajaran Kimia Kelompok Kompetensi F yang berjudul Penilaian Proses dan Hasil Belajar ini disiapkan untuk guru pada kegiatan guru pembelajar 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 F. Guru dapat belajar dan melakukan kegiatan diklat ini sesuai dengan rambu-rambu/ instruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, eksperimen, latihan, dan sebagainya. 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 F 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

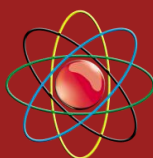
- Arifin, Zainal. 2009. *Evaluasi Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- Arikunto, Suharsimi. 2012. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta : Bumi Aksara
- Chua S. 2000. *Chemistry MCQ with HELPS, GCE 'A' LEVEL*. Singapore. Redspot
- Kemdiknas. 2007. *Permendikas No. 16 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru*. Jakarta: Kementerian Pendidikan Nasional
- Kemdikbud. 2014. *Permendikbud No. 59 Tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Atas / Madrasah Aliyah*. Jakarta: Puskurbuk
- Kemdikbud. 2014. *Permendikbud No. 104 Tahun 2014 tentang Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah*. Jakarta: Puskurbuk
- Kemdikbud. 2015. *PANDUAN Untuk Sekolah Menengah Atas*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah
- Nuryani_Rustaman, http://file.upi.edu/Direktori/SPS/PRODI.PENDIDIKAN_IPA/195012311979032-NURYANI_RUSTAMAN/Asesmen_pendidikan_IPA.pdf last update Januari 2013.
- 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



GLOSARIUM

Indikator Pencapaian Kompetensi	: - perilaku yang dapat diukur dan/atau diobservasi untuk kompetensi dasar (KD) pada kompetensi inti (KI)-3 dan KI-4; - perilaku yang dapat diobservasi untuk disimpulkan sebagai pemenuhan KD pada KI-1 dan KI-2, yang kedua-duanya menjadi acuan penilaian mata pelajaran.
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.
Asesmen:	: 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.





**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

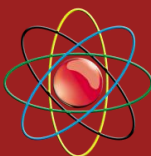
**MATA PELAJARAN KIMIA
SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)**

KELOMPOK KOMPETENSI F

**KESETIMBANGAN 2, K_{sp} ,
KIMIA UNSUR 2, KIMIA KARBON 1**

Penulis:

Yayu Sri Rahayu, S.Si., M.PKim, 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 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

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

KELOMPOK KOMPETENSI F

KESETIMBANGAN 2, K_{sp} , KIMIA UNSUR 2, KIMIA KARBON 1

Penulis:

Yayu Sri Rahayu, S.Si., M. PKim., 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 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

MATA PELAJARAN KIMIA

SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)

KELOMPOK KOMPETENSI F

KESETIMBANGAN 2, K_{sp} , KIMIA UNSUR 2, KIMIA KARBON 1

Penanggung Jawab

Dr. Sediono Abdullah

Penyusun

Dr. Poppy Kamalia Devi, M.Pd.	022-4231191	devipopi@yahoo.co.id
Yayu Sri Rahayu, S.Si., M.PKim	022-4231191	yayusrrhy@gmail.com
Drs. Mamat Supriatna, M.Pd.,	022-4231191	ms_p4tkipa@yahoo.co.id
Nendah Nuraindah, S.Pd	022-4231191	aindah1107@gmail.com

Penyunting

Dr. Indrawati, M.Pd

Penelaah

Dr. Sri Mulyani, M.Si.
Dr. I Nyoman Marsih, M.Si.
Dr. Suharti, M.Si.
Dra. Lubna, M.Si
Angga Yudha, S.Si

Penata Letak

Nendah Nuraindah, S.Pd

Copyright © 2016

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. 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 Guru Pembelajar merupakan upaya peningkatan kompetensi untuk semua guru. Sejalan dengan hal tersebut, pemetaan kompetensi guru telah dilakukan melalui uji kompetensi guru (UKG) untuk kompetensi pedagogi dan profesional pada akhir tahun 2015. Hasil UKG menunjukkan peta kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan guru paska UKG melalui program Guru Pembelajar. Tujuannya untuk meningkatkan kompetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program Guru Pembelajar dilaksanakan melalui pola tatap muka, dalam jaringan atau daring (*online*), dan campuran (*blended*) tatap muka dengan online.

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK), Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan dan 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 untuk program Guru Pembelajar tatap muka dan Guru Pembelajar online untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program Guru Pembelajar memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru.

Mari kita sukseskan program Guru Pembelajar ini untuk mewujudkan “Guru Mulia Karena Karya.”

Jakarta, Februari 2016

Direktur Jenderal

Guru dan Tenaga Kependidikan

Sumarna Surapranata, Ph.D.

NIP. 195908011985031002

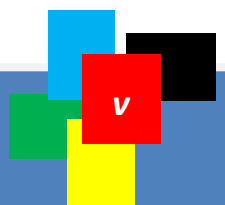
KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke Hadirat Allah SWT atas selesainya Modul Guru Pembelajar Mata Pelajaran IPA SMP, Fisika SMA, Kimia SMA dan Biologi SMA. Modul ini merupakan model bahan belajar (*Learning Material*) yang dapat digunakan guru untuk belajar lebih mandiri dan aktif.

Modul Guru Pembelajar 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 Guru Pembelajar untuk masing-masing mata pelajaran 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.

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.

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, Guru, Kepala Sekolah serta Pengawas Sekolah 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 2016
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

PENDAHULUAN		1
	A. LATAR BELAKANG	1
	B. TUJUAN	2
	C. PETA KOMPETENSI	2
	D. RUANG LINGKUP	3
	E. CARA PENGGUNAAN MODUL	4

KEGIATAN PEMBELAJARAN		7
	I. KESETIMBANGAN 2	7
	A. TUJUAN	8
	B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI	8
	C. URAIAN MATERI	8
	D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN	17
	E. LATIHAN/KASUS/TUGAS	25
	F. RANGKUMAN	26
	G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT	26
	II. KELARUTAN DAN HASIL KALI KELARUTAN (KSP)	27
	A. TUJUAN	28
	B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI	28
	C. URAIAN MATERI	28



D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN	39
E. LATIHAN/KASUS/TUGAS	41
F. RANGKUMAN	43
G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT	43
III. KIMIA UNSUR 2 (ALKALI DAN ALKALI TANAH)	45
A. TUJUAN	46
B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI	46
C. URAIAN MATERI	46
D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN	68
E. LATIHAN/KASUS/TUGAS	71
F. RANGKUMAN	73
G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT	74
IV. KIMIA KARBON 1 (ASAM KARBOKSILAT DAN ESTER)	75
A. TUJUAN	76
B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI	76
C. URAIAN MATERI	77
D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN	93
E. LATIHAN/KASUS/TUGAS	95
F. RANGKUMAN	96
G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT	97

KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS	99
EVALUASI	101
PENUTUP	108
DAFTAR PUSTAKA	109
GLOSARIUM	113



DAFTAR TABEL

		Hal
Tabel 1	Kompetensi Guru Mapel dan Indikator Pencapaian Kompetensi	2
Tabel 2.1	Daftar kelarutan beberapa garam	29
Tabel 2.2	Ksp beberapa garam	30
Tabel 2.3	Data kelarutan $\text{Mg}(\text{OH})_2$ dalam berbagai pH	34
Tabel 2.4	Data percobaan reaksi $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dan NaCl	36
Tabel 3.1	Kelimpahan logam alkali di alam	47
Tabel 3.2	Sifat-sifat logam alkali	48
Tabel 3.3	Konfigurasi elektron logam alkali	49
Tabel 3.4	Kelimpahan logam alkali tanah di alam	57
Tabel 3.5	Sifat-sifat logam alkali tanah	58
Tabel 3.6	Konfigurasi elektron logam alkali tanah	59
Tabel 3.7	Hasil reaksi larutan yang mengandung ion Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} dan Ba^{2+} dengan berbagai pereaksi (0,1 M)	63
Tabel 3.8	Harga kelarutan dan Ksp beberapa senyawa alkali tanah pada suhu 25°C	63
Tabel 4.1	Rumus molekul, rumus ikatan dan nama dari asam karboksilat dan ester	85
Tabel 4.2	Beberapa ester bersuku rendah	87
Tabel 4.3	Sifat-sifat fisik ester	91



DAFTAR GAMBAR

		Hal
Gambar 1	Langkah-langkah belajar menggunakan modul	4
Gambar 1.1	Pengaruh perubahan konsentrasi pada posisi kesetimbangan	11
Gambar 1.2	Pengaruh perubahan konsentrasi pada kesetimbangan	12
Gambar 1.3	Pengaruh suhu pada kesetimbangan kimia	16
Gambar 2.1	Pengendapan batu kapur pada gua bawah tanah	27
Gambar 2.2	Grafik kelarutan molar terhadap konsentrasi	32
Gambar 2.3	Hubungan Ksp dan pH	33
Gambar 3.1	Spodumene $\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2$	47
Gambar 3.2	Logam natrium bersifat lunak	49
Gambar 3.3	Warna nyala Li, Na, K	53
Gambar 3.4	Tes nyala Ca, Sr, Ba	60
Gambar 4.1	Gugus karboksil	77
Gambar 4.2	Sudut yang dibentuk oleh gugus $-\text{COOH}$	78
Gambar 4.3	Struktur ikatan isomer ester	86

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. Untuk bahan belajar (*learning material*) guru, dikembangkan modul yang menuntut guru belajar lebih mandiri dan aktif.

Modul yang berjudul “Keseimbangan Kimia 2, Hasil Kali Kelarutan (Ksp), Kimia Unsur 2, Karboksilat dan Ester” merupakan modul untuk kompetensi profesional guru pada kelompok kompetensi F. Materi pada modul dikembangkan berdasarkan 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.

Di dalam modul kelompok kompetensi F ini, pada bagian pendahuluan diinformasikan tujuan secara umum yang harus dicapai oleh guru pembelajar setelah mengikuti kegiatan. Peta kompetensi yang harus dikuasai guru pada kelompok kompetensi F, ruang lingkup, dan saran penggunaan modul. Setelah guru mempelajari modul ini diakhiri dengan evaluasi untuk pengujian diri.



B. TUJUAN

Setelah guru belajar dengan modul ini diharapkan: Memahami materi kompetensi profesional meliputi Kesetimbangan Kimia 2, Hasil Kali Kelarutan (Ksp), Kimia Unsur 2, Karboksilat dan Ester.

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 Pencapaian Kompetensi yang diharapkan tercapai melalui belajar dengan modul ini adalah:

Tabel 1. Kompetensi Guru Mapel dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi Guru Mapel	Indikator Pencapaian Kompetensi
20.1 Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori kimia meliputi struktur, dinamika, energetika dan kinetika serta penerapannya secara fleksibel	20.1.174 Menentukan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan (meliputi faktor suhu, tekanan, konsentrasi dan volume)
	20.1.175 Merancang percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan
20.1 Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori kimia meliputi struktur, dinamika, energetika dan kinetika serta penerapannya secara fleksibel.	20.1.192 Menentukan keadaan kesetimbangan zat padat dan larutan dalam suatu sistem
	20.1.193 Menjelaskan pengaruh ion senama pada kelarutan suatu zat
	20.1.194 Memprediksi terbentuknya endapan dari suatu reaksi berdasarkan prinsip kelarutan dan data hasil kali kelarutan (Ksp).
20.1 Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori kimia meliputi struktur, dinamika, energetika dan kinetika serta penerapannya secara fleksibel.	20.1.107 Mendeskripsikan kelimpahan unsur-unsur golongan alkali dan alkali tanah
	20.1.108 Menentukan sifat fisis dan sifat kimia unsur-unsur golongan alkali dan alkali tanah
	20.1.109 Menjelaskan pembuatan unsur-unsur golongan alkali dan alkali tanah
	20.1.110 Menjelaskan kegunaan senyawa golongan alkali dan alkali tanah bagi manusia dan lingkungan



Kompetensi Guru Mapel	Indikator Pencapaian Kompetensi
20.7 Menjelaskan penerapan hukum-hukum kimia dalam teknologi yang terkait dengan kimia terutama yang dapat ditemukan dalam kehidupan sehari-hari	20.1.139 Menjelaskan struktur, tatanama dan isomer senyawa senyawa asam karboksilat dan ester
	20.1.140 Menganalisis sifat senyawa asam karboksilat dan ester
	20.1.141 Menjelaskan kegunaan senyawa asam karboksilat dan ester

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 F, 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.

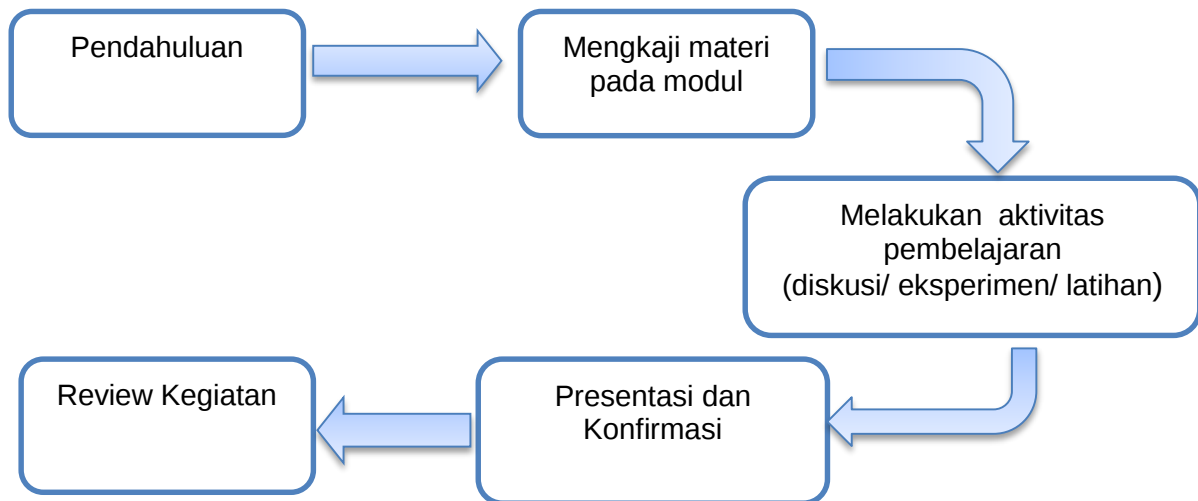
Rincian materi pada modul adalah sebagai berikut:

1. Keseimbangan Kimia 2
2. Hasil Kali Kelarutan (Ksp)
3. Kimia Unsur 2
4. Karboksilat dan Ester.



E. CARA PENGGUNAAN MODUL

Cara penggunaan modul pada setiap Kegiatan Pembelajaran secara umum sesuai dengan skenario setiap penyajian materi. Langkah-langkah belajar secara umum adalah sbb.



Gambar 1. Langkah-langkah belajar menggunakan modul

Deskripsi Kegiatan

1. Pendahuluan

Pada kegiatan pendahuluan fasilitator memberi kesempatan kepada peserta untuk mempelajari:

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

2. Mengkaji materi pada modul

Pada kegiatan ini fasilitator memberi kesempatan kepada peserta untuk mempelajari materi pada modul yang diuraikan secara singkat sesuai dengan indikator pencapaian hasil belajar. Peserta dapat mempelajari materi secara individual atau kelompok



3. Melakukan aktivitas pembelajaran

Pada kegiatan ini peserta melakukan kegiatan pembelajaran sesuai dengan rambu-rambu/ instruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, melakukan eksperimen, latihan, dan sebagai berikut.

Pada kegiatan ini peserta secara aktif menggali informasi, mengumpulkan data dan mengolah data sampai membuat kesimpulan kegiatan.

4. Presentasi dan Konfirmasi

Pada kegiatan ini peserta melakukan presentasi hasil kegiatan sedangkan fasilitator melakukan konfirmasi terhadap materi dibahas bersama peserta.

5. Review Kegiatan

Pada kegiatan ini peserta dan penyaji mereview materi yang dibahas.



KEGIATAN PEMBELAJARAN 1:

KESETIMBANGAN 2 (FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PERGESERAN ARAH KESETIMBANGAN)

Kesetimbangan kimia banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari karena banyak proses alamiah yang didasarkan pada kesetimbangan kimia, seperti proses pengaturan pH darah dalam tubuh agar relatif tetap yaitu sekitar 7,4. Di bidang industri reaksi kesetimbangan juga berguna untuk efisiensi yaitu dengan mengatur kondisi reaksi sedemikian rupa sehingga menggeser kesetimbangan ke arah produk dan meminimalkan reaksi balik.

Mengingat banyaknya manfaat dari kesetimbangan kimia maka diharapkan guru dapat menyampaikan pembelajarannya dengan metoda yang tepat agar siswa dapat memahami dan mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari.

Materi kesetimbangan kimia pada Kurikulum 2013 disajikan di kelas XI semester 1 SMA dengan Kompetensi Dasar (KD) sebagai berikut :

KD dari Kompetensi Inti 3 (KI 3) Aspek Pengetahuan: 3.8 Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan yang diterapkan dalam industri, 3.9 Menentukan hubungan kuantitatif antara pereaksi dengan hasil reaksi dari suatu reaksi kesetimbangan. KD dari KI 4 Aspek Keterampilan: 4.8 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan, 4.9 Memecahkan masalah terkait hubungan kuantitatif antara pereaksi dengan hasil reaksi dari suatu reaksi kesetimbangan.

Kompetensi guru pada diklat PKB *grade* 6 untuk 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 kesetimbangan kimia yang meliputi faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan”



A. Tujuan

Setelah belajar dengan modul ini diharapkan peserta diklat dapat memahami pergeseran kesetimbangan kimia dan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi yang diharapkan dicapai melalui diklat ini adalah:

1. menjelaskan pergeseran kesetimbangan kimia;
2. menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan;
3. menentukan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan;
4. merancang percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan.

C. Uraian Materi

Pada modul F ini dibahas mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan.

1. Pergeseran Kesetimbangan

Jika pada sistem kesetimbangan diberikan aksi, maka sistem akan berubah sedemikian rupa sehingga pengaruh aksi tadi diupayakan sekecil mungkin. Aksi-aksi yang dapat mempengaruhi terjadinya pergeseran kesetimbangan antara lain *perubahan konsentrasi, perubahan volume, perubahan tekanan, perubahan jumlah mol, perubahan temperatur, dan katalisator.*

Secara mikroskopik sistem kesetimbangan umumnya peka terhadap gangguan dari lingkungan. Pergeseran kesetimbangan dapat dipengaruhi oleh faktor luar seperti suhu, tekanan dan konsentrasi. Henri Louis Le Chatelier (1884) berhasil menyimpulkan pengaruh faktor luar terhadap kesetimbangan dalam suatu azas yang dikenal dengan azas *Le Chatelier* sebagai berikut:

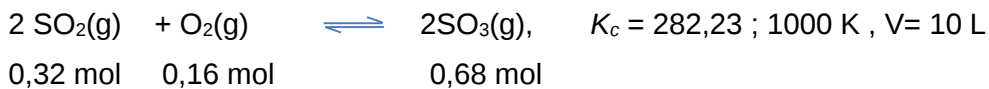
“Bila terhadap suatu kesetimbangan dilakukan suatu tindakan (aksi), maka sistem itu akan mengadakan reaksi yang cenderung mengurangi aksi tersebut.”

Contoh yang dapat menjelaskan azas *Le Chateiller* pada sistem kesetimbangan adalah sebagai berikut:



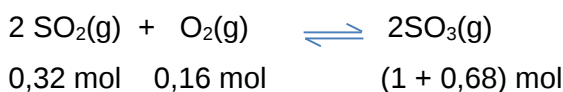
a. Perubahan Konsentrasi Pada Kestimbangan

Adanya penambahan salah satu komponen akan mengakibatkan perubahan komposisi. Misalnya pada reaksi:



Jika pada sistem kesetimbangan tersebut ditambah 1 mol SO_3 , maka akan menyebabkan keadaan kesetimbangan baru, karena terjadi pergeseran kesetimbangan.

Bergesernya kesetimbangan ke kiri atau ke kanan dapat dijelaskan melalui perhitungan. Penambahan 1 mol SO_3 kondisi akan menjadi :

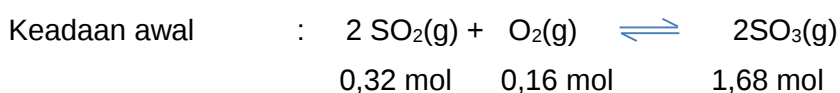


Harga Q_c (kuesien) adalah melalui perkalian konsentrasinya

$$\frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]} = \frac{\left(\frac{1,68}{10}\right)^2}{\left(\frac{0,32}{10}\right)^2 \left(\frac{0,16}{10}\right)} = Q_c > K_c$$

Dari hasil perhitungan terlihat harga perkalian konsentrasi (Q_c) lebih besar dari harga K_c , padahal harga K_c pada suhu tetap tidak berubah, karenanya dia akan bergeser sedemikian rupa sehingga tercapai kesetimbangan baru. Berarti untuk tercapainya keadaan setimbang baru harus terjadi pergeseran ke arah SO_2 dan O_2 (ke arah kiri), agar Q_c sama dengan K_c

Keadaan kesetimbangan awal harus bergeser, maka jumlah SO_3 harus berkurang untuk membentuk SO_2 dan O_2 . Seberapa besar SO_3 harus berkurang dapat dihitung dengan cara :



Jumlah SO_3 yang terurai : $2x$

Keadaan kesetimbangan baru : $(0,32 + 2x) \quad (0,16 + x) \quad (1,68 - 2x)$

$$\frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]} = \frac{\frac{[1,68 - 2x]^2}{[10]}}{\left[\frac{0,32 + 2x}{10}\right]^2 \left[\frac{0,16 + x}{10}\right]} = 282,22$$



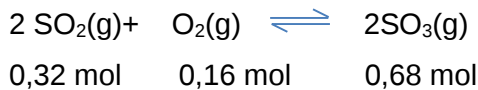
Dari perhitungan diperoleh harga $x = 0,107 \text{ mol}$

Jadi pada kesetimbangan baru terdapat :

$[\text{SO}_3] = 1,466 \text{ mol}$; $[\text{SO}_2] = 0,534 \text{ mol}$; $[\text{O}_2] = 0,267 \text{ mol}$

b. Perubahan Volume Pada Kesetimbangan

Perhatikan persamaan reaksi berikut : $K_c = 282,23$ pada 1000 K , $V = 10 \text{ L}$



$$K_c = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]} = \frac{\left(\frac{n\text{SO}_3}{V}\right)^2}{\left[\frac{n\text{SO}_2}{V}\right]^2 \left[\frac{n\text{O}_2}{V}\right]} = \frac{(n\text{SO}_3)^2}{(n\text{SO}_2)^2 (n\text{O}_2)} \times V = 2,8222 \cdot 10^2$$

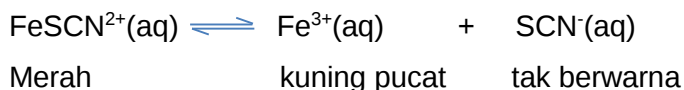
Dari persamaan di atas, untuk mencapai keadaan setimbang ($=K_c$) dengan volume diperkecil, berarti $[\text{SO}_3]$ harus bertambah, $[\text{SO}_2]$ dan $[\text{O}_2]$ akan berkurang. Dengan demikian untuk mencapai keadaan setimbang terjadi pergeseran ke arah kanan (ke SO_3). Untuk menentukan berapa SO_3 yang terbentuk dapat dihitung dengan cara yang sama pada perhitungan di atas.

2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Reaksi Kesetimbangan

Faktor-faktor yang mempengaruhi reaksi kesetimbangan adalah perubahan konsentrasi, perubahan volume atau tekanan serta perubahan suhu.

a. Pengaruh Perubahan Konsentrasi Pada Kesetimbangan

Besi (III) tiosianat $[\text{Fe}(\text{SCN})_3]$ mudah larut dalam air dan menghasilkan larutan berwarna merah. Warna merah ini disebabkan oleh adanya ion terhidrasi FeSCN^{2+} . Kesetimbangan antara ion-ion FeSCN^{2+} yang tidak terurai dan Fe^{3+} dan SCN^- persamaan reaksi nya sebagai berikut :



Apa yang terjadi jika kita tambahkan sedikit natrium tiosianat (NaSCN) ke dalam larutan ini? Dalam hal ini, pengaruh yang diberikan pada kesetimbangan sistem ialah penambahan konsentrasi SCN^- berasal dari penguraian NaSCN . Dalam sistem beberapa ion Fe^{3+} bereaksi dengan ion SCN^- yang ditambahkan, sehingga kesetimbangannya bergeser dari kanan ke kiri :

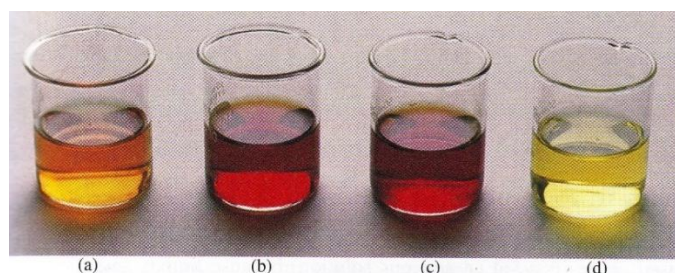


Akibatnya, warna merah larutan bertambah tua (gambar 1.1), demikian juga apabila kita tambahkan besi (III) nitrat $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ke dalam larutan asal, warna merah larutan akan bertambah tua karena ion Fe^{3+} yang berasal dari $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ akan menggeser kesetimbangan dari kanan ke kiri. Ion Na^{+} maupun ion NO_3^{-} ialah ion-ion pendamping yang tidak berwarna.

Apabila kita menambahkan sedikit asam oksalat ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) ke dalam larutan asal, asam oksalat terionisasi dalam air membentuk ion oksalat $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, yang terikat kuat dengan ion-ion Fe^{3+} . Pembentukan ion stabil berwarna kuning $\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3^{3-}$ mengambil ion Fe^{3+} dari larutan. Akibatnya lebih banyak larutan FeSCN^{2+} yang terurai dan kesetimbangan bergeser dari kiri ke kanan.



Larutan merah akan berubah menjadi kuning karena terbentuknya ion $\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3^{3-}$.



Gambar 1.1. Pengaruh perubahan konsentrasi pada posisi kesetimbangan. (a) larutan berair FeSCN^{2+} , warna larutan timbul karena spesi FeSCN^{2+} yang merah dan spesi Fe^{3+} yang kuning. (b) sesudah ditambahkan sedikit NaSCN kedalam larutan (a), kesetimbangan bergeser ke kiri. (c) Sesudah ditambahkan sedikit $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ke dalam larutan (a), kesetimbangana bergeser ke kiri. (d) Sesudah ditambahkan sedikit $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ke dalam larutan (a), kesetimbangan bergeser ke kanan. Warna larutan disebabkan oleh ion $\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3^{3-}$. (Sumber: Chang, 2008, *General Chemistry*)

Percobaan ini menunjukkan bahwa pada kesetimbangan, semua reaktan dan produk berada dalam sistem reaksi. Peningkatan konsentrasi produk (Fe^{3+} dan SCN^{-}) akan menggeser kesetimbangan ke kiri, dan penurunan konsentrasi produk Fe^{3+} akan menggeser kesetimbangan ke kanan.

Contoh lain untuk pengaruh konsentrasi pada kesetimbangan kimia dapat dilihat pada gambar 1.2.



$$K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{2^2}{1} = 4$$

Setelah penambahan 1 mol N_2O_4 maka:

$$\frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{2^2}{2} = 2 < K_c$$

Dengan demikian maka $[N_2O_4]$ harus dikurangi sesuai dengan azas *Le Chatelier* artinya kesetimbangan bergeser ke *kanan*.

Komponen campuran sebagai berikut :

	$N_2O_{4(g)}$	$\rightleftharpoons$	$2NO_{2(g)}$
Komposisi awal	: 2 mol		2 mol
Misal N_2O_4 yang terurai	: x mol		
Yang berubah	: -x mol		+2x mol
Komponen setimbang	: (2-x) mol		(2+2x) mol

$$K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} \quad (\text{volume ruang 1 Liter})$$

$$4 = \frac{(2+2x)^2}{(2-x)} \rightarrow x = 0,303 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} [N_2O_4] &= 2-x \\ &= 1,697 \text{ mol} \end{aligned} \qquad \begin{aligned} [NO_2] &= 2 + 2x \\ &= 2,606 \text{ mol} \end{aligned}$$

Ini berarti pada kesetimbangan yang baru di dapat $[N_2O_4] = 1,697 \text{ mol}$ dan $[NO_2] = 2,606 \text{ mol}$.

2) Pada suhu 720°C , konstanta kesetimbangan K_c untuk reaksi :

$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ adalah $2,37 \times 10^{-3}$. Pada percobaan tertentu, konsentrasi kesetimbangan $[N_2] = 0,683 \text{ M}$, $[H_2] = 8,80 \text{ M}$, dan $[NH_3] = 1,05 \text{ M}$. Misalkan sedikit NH_3 ditambahkan ke dalam campuran ini sehingga konsentrasinya meningkat menjadi $3,65 \text{ M}$.

- Gunakan azas *Le Chatelier* untuk memprediksi arah pergeseran reaksi bersih untuk mencapai kesetimbangan baru.
- Periksa prediksi anda dengan menghitung hasil bagi reaksi (Q_c) dan bandingkan nilainya dengan K_c .

**Penyelesaian :**

- (a) Berdasarkan azas *Le Chatelier*, jika pada sistem kesetimbangan salah satu komponen ditambah, kesetimbangan akan bergeser ke arah yang berlawanan. Pada sistem di atas ada penambahan $[\text{NH}_3]$ maka kesetimbangan bergeser dari kanan ke kiri.
- (b) Pada saat penambahan sedikit NH_3 , sistem tidak lagi berada pada kesetimbangan. Hasil bagi reaksinya adalah :

$$Q_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3} = \frac{[3,65]^2}{[0,683][8,80]^3} = 2,86 \times 10^{-2}$$

Karena nilai ini lebih besar daripada $2,37 \times 10^{-3}$, maka reaksi bersih bergeser dari kanan ke kiri sampai Q_c sama dengan K_c .

b. Perubahan Volume dan Tekanan Pada Kesetimbangan

Jika dalam suatu sistem kesetimbangan dilakukan aksi yang menyebabkan perubahan volume (bersamaan dengan perubahan tekanan), maka dalam sistem akan mengadakan berupa pergeseran kesetimbangan.

Perubahan tekanan karena penambahan volume sistem hanya mempengaruhi sistem kesetimbangan gas.

- 1) Perubahan volume tidak berpengaruh pada sistem yang mempunyai reaksi berikut :



Misalkan pada kesetimbangan terdapat a mol H_2 , b mol I_2 , dan c mol HI dengan volume V L maka :

$$K = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{\left[\frac{c}{v}\right]^2}{\left[\frac{a}{v}\right]\left[\frac{b}{v}\right]} = \frac{c^2}{ab}$$

Dari perhitungan untuk reaksi di atas perubahan volume tidak berpengaruh.

Pada sistem kesetimbangan dimana jumlah koefisien reaksi sebelah kiri = jumlah koefisien sebelah kanan, maka perubahan tekanan/volume **tidak menggeser** letak kesetimbangan.

- 2) Perubahan volume berpengaruh pada sistem yang mencapai reaksi berikut :





Misalkan pada kesetimbangan terdapat a mol N_2O_4 dan b mol NO_2 dengan volume = V liter maka:

$$K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{\left[\frac{b}{v}\right]^2}{\left[\frac{a}{v}\right]} = \frac{b^2}{av}$$

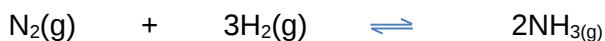
Jika volume diubah pada suhu tetap (T tetap), maka $\frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$ tidak lagi sama

dengan K. Hal ini berarti terjadi pergeseran yaitu : jika volum diperbesar, jumlah mol NO_2 harus menjadi lebih besar dari b atau jumlah mol N_2O_4 menjadi lebih kecil dari a. Kesetimbangan bergeser ke arah NO_2 .

Jika tekanan diperbesar = volume diperkecil, kesetimbangan akan bergeser ke arah jumlah **koefisien reaksi kecil**.

Jika tekanan diperkecil = volume diperbesar, kesetimbangan akan bergeser ke arah jumlah **koefisien reaksi besar**.

Contoh:



Koefisien reaksi di kanan = 2, sedangkan koefisien reaksi di kiri = 4

- Bila pada sistem kesetimbangan tekanan diperbesar (= volume diperkecil), maka kesetimbangan akan bergeser ke kanan.
- Bila pada sistem kesetimbangan tekanan diperkecil (= volume diperbesar), maka kesetimbangan akan bergeser ke kiri.

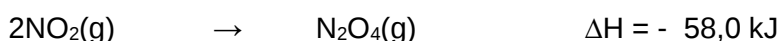
c. Pengaruh Perubahan Suhu Pada Kesetimbangan

Perubahan konsentrasi, tekanan, atau volume dapat mengubah posisi kesetimbangan, tetapi tidak mengubah nilai konstanta kesetimbangan. Hanya perubahan suhu yang dapat mengubah konstanta kesetimbangan.

Pada pembentukan NO_2 dari N_2O_4 adalah proses endotermik, persamaan reaksinya : $N_2O_4(g) \rightarrow 2NO_2(g)$ $\Delta H = 58,0 \text{ kJ}$

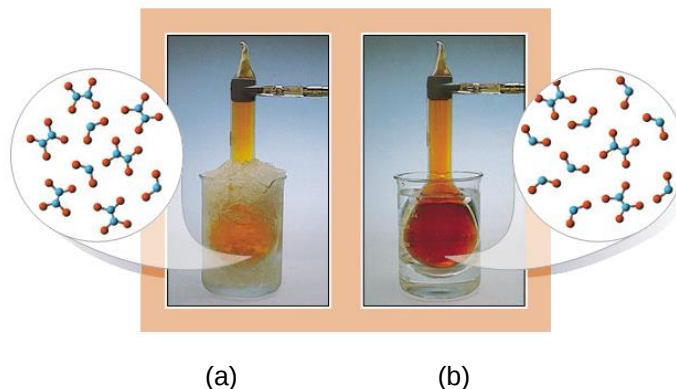
tidak berwarna coklat

dan reaksi baliknya adalah proses eksotermik, persamaan reaksinya :





Pada kesetimbangan, pengaruh kalor adalah nol karena tidak ada reaksi bersih. Apa yang terjadi jika sistem kesetimbangan $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ dipanaskan pada volume tetap? Karena proses endotermik menyerap kalor dari lingkungan, proses pemanasan akan menyebabkan terurainya molekul N_2O_4 menjadi NO_2 . Akibatnya, konstanta kesetimbangan $K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$ meningkat dengan meningkatnya suhu (gambar 1.3).



Gambar 1.3: Pengaruh suhu pada kesetimbangan kimia.

Kedua labu berisi sejumlah gas yang sama yaitu NO_2 dan N_2O_4 . Jika suhu dinaikkan (50°C) maka campuran akan berwarna coklat tua karena mengandung lebih banyak gas NO_2 (gambar 1.3.b)). Jika suhu diturunkan (gambar 1.3.a) maka warna coklat berkurang karena kandungan gas NO_2 semakin berkurang. (Sumber : Whitten, Devis. 2010. Chemistry)

Berdasarkan percobaan diatas diperoleh data sebagai berikut. Jika suhu dinaikkan, warna coklat bertambah artinya gas NO_2 bertambah. Jika suhu diturunkan, warna coklat berkurang artinya gas N_2O_4 bertambah

Harga K berubah dengan adanya perubahan suhu. Hal ini sesuai dengan Azas *Le Chatelier* bila suhu dinaikkan (penambahan kalor) maka sistem menyerap kalor, kesetimbangan bergeser ke pihak endoterm. Sebaliknya, bila suhu diturunkan maka sistem akan membebaskan kalor, kesetimbangan bergeser ke pihak eksoterm.

d. Pengaruh Katalis Terhadap Kesetimbangan Kimia

Di dalam kesetimbangan kimia, katalisator tidak berpengaruh terhadap letak kesetimbangan, akan tetapi turut mempercepat atau memperlambat tercapainya keadaan kesetimbangan. Katalisator itu memberi pengaruh yang sama pada kedua arah reaksi, reaksi ke kanan dan ke kiri.

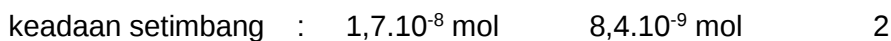
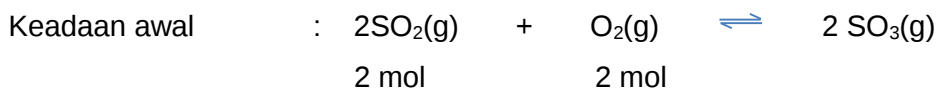


Contoh reaksi berikut:



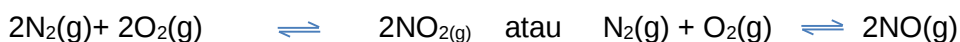
Reaksi kesetimbangan akan berlangsung lebih cepat bila ditambahkan vanadium pentaoksida (V_2O_5).

Pembahasan hal ini adalah sebagai berikut.



$K_c = 1,648 \cdot 10^{26}$ dalam $V = 100 \text{ L}$

Katalisator tidak mempengaruhi komposisi kesetimbangan tetapi hanya mempercepat tercapainya keadaan setimbang. Perlu juga ditekankan bahwa katalisator hanya mempunyai arti praktis untuk reaksi setimbang yang mempunyai harga K cukup besar. Bagi reaksi-reaksi yang mempunyai harga K kecil, katalisator tidak banyak membantu, misalnya untuk reaksi



$K_c (25^\circ\text{C}) = 4,6 \times 10^{-31}$, berarti pada keadaan setimbang $[\text{NO}]$ sangat kecil. Katalisator tidak banyak berguna untuk reaksi itu.

D. Aktivitas Pembelajaran

Setelah mengkaji materi Kesetimbangan 2 (faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan), Anda dapat mempelajari kegiatan eksperimen yang dalam modul ini disajikan petunjuknya dalam lembar kegiatan. Untuk kegiatan eksperimen, Anda dapat mencobanya mulai dari persiapan alat bahan, melakukan percobaan dan membuat laporannya. Sebaiknya Anda mencatat hal-hal penting untuk keberhasilan percobaan. Ini sangat berguna bagi Anda sebagai catatan untuk implementasi di sekolah.

Lembar Kegiatan :

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Reaksi Kesetimbangan

Sistem kesetimbangan akan terganggu bila ada pengaruh dari luar. Untuk mengurangi pengaruh perubahan, sistem kesetimbangan akan mengadakan aksi misalnya terjadi lagi reaksi-reaksi di antara komponennya atau terjadi penguraian dari satu komponen, sehingga pengaruh tersebut akan berkurang. Faktor-faktor



yang mempengaruhi reaksi kesetimbangan adalah perubahan konsentrasi, perubahan volume atau tekanan serta perubahan suhu.

1. Pengaruh Perubahan Konsentrasi Terhadap Keseimbangan

a. **Tujuan :** Menyelidiki pengaruh perubahan konsentrasi ion Fe^{3+} dan ion SCN^- pada reaksi kesetimbangan: $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{SCN}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{FeSCN}^{2+}(\text{aq})$

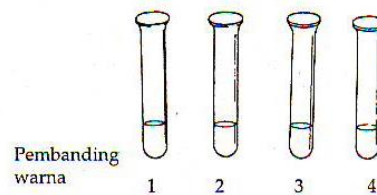
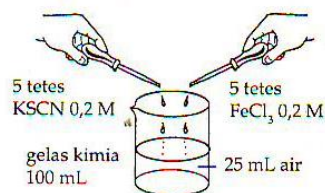
b. Alat dan bahan :

- Gelas kimia
- Tabung reaksi
- Rak tabung reaksi
- Pipet tetes
- Larutan FeCl_3 0,2 M; KSCN 0,2 M.
- Kristal NaH_2PO_4
- Aquadest

c. Cara Kerja :

- 1) Campurkan larutan seperti pada gambar, aduk sampai rata kemudian dibagi menjadi 4 tabung reaksi.

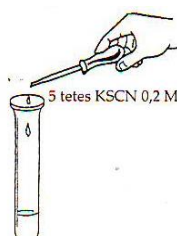
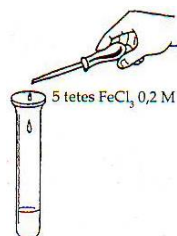
tabung reaksi.



Pengamatan :

Warna larutan yang terjadi

- 2) Tambahkan 5 tetes FeCl_3 , KSCN dan NaH_2PO_4 pada tabung 2, 3, dan 4. Bandingkan warna larutan yang terjadi dengan warna asal (tabung 1)





d. Pengamatan :

Warna larutan setelah ditambah	Penyebab perubahan warna	Pergeseran kesetimbangan
$\text{FeCl}_3 = \dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$
$\text{KSCN} = \dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$
$\text{NaH}_2\text{PO}_4 = \dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$

e. Pertanyaan :

1. Jelaskan ke arah mana pergeseran kesetimbangan jika konsentrasi pereaksi ditambah !
2. Jelaskan ke arah mana pergeseran kesetimbangan jika konsentrasi dikurangi !
3. Bagaimana kesimpulanmu tentang pengaruh perubahan konsentrasi pada reaksi kesetimbangan ?

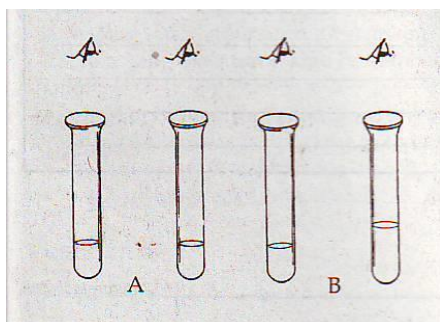
2. Pengaruh Perubahan Volume atau Pengenceran pada Reaksi Setimbangan

a. Tujuan : Menyelidiki pengaruh perubahan volume atau pengenceran pada sistem kesetimbangan. $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{SCN}^{-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{FeSCN}^{2+}(\text{aq})$

b. Alat dan bahan :

- Gelas kimia
- Rak tabung reaksi
- Larutan FeCl_3 0,2 M; KSCN 0,2 M.
- Tabung reaksi
- Pipet tetes
- Aquadest

c. Cara Kerja



1. Sediakan sistem kesetimbangan FeSCN^{2+} pada dua tabung reaksi dengan volume 5 mL. Amati warna pada kedua tabung dari atas tabung. Bandingkan warnanya (A) !
2. Tambahkan 5 mL air pada salah satu tabung. Amati lagi warnanya dari atas. Bandingkan warnanya (B) !

**d. Pengamatan**

	Warna larutan Asal	Warna Setelah ditambahkan Air
Tabung A		
Tabung B		

e. Pertanyaan

1. Bagaimana warna sistem kesetimbangan FeSCN^{2+} yang ditambahkan air apakah ada perbedaan dengan warna mula-mula !
2. Adakah pengaruh penambahan air pada sistem kesetimbangan ? Jelaskan jawaban mu !
3. Adakah pengaruh penambahan air pada sistem bukan kesetimbangan ?
4. Jelaskan pengaruh penambahan air atau volum larutan terhadap reaksi kesetimbangan !

3. Pengaruh Suhu Terhadap Kesetimbangan**a. Tujuan :**

Menyelidiki pengaruh perubahan suhu pada reaksi kesetimbangan.

b. Alat dan bahan :

- Tabung reaksi + sumbat karet 3 buah
- Gelas kimia 400 mL 3 buah
- Tabung reaksi pyrex 1 buah
- Pipa bengkok + sumbat karet 1 buah
- Pembakar spirtus + kaki tiga + kassa
- $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ padat
- Es, air biasa, air panas

c. Cara Kerja :

1. Sediakan tiga buah tabung reaksi besar, lalu masing-masing diisi dengan gas NO_2 yang diperoleh dari pemanasan timbal nitrat sampai warna gas pada tiga tabung reaksi itu sama.
2. Tiga tabung di atas dimasukkan ke dalam gelas kimia berisi es, air biasa, dan air panas.
3. Amati perubahan warna gas dalam tiga tabung di atas.

**a. Tujuan :**

Mempelajari pengaruh penambahan asam atau basa pada kesetimbangan kromat-dikromat

b. Alat dan bahan :

- Larutan kalium kromat (K_2CrO_4) 0,1 M
- Larutan kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$) 0,1 M
- Kalium hidroksida (KOH) 0,2 M
- Asam Klorida (HCl) 0,2 M
- Tabung reaksi
- Rak tabung reaksi
- Pipet

c. Cara kerja :

- 1) Masukkan kira-kira 1 mL K_2CrO_4 0,1 M ke dalam dua buah tabung reaksi dan beri label tabung 1 dan 2, catat warna larutan. Simpan tabung reaksi dalam rak tabung.
- 2) Ke dalam tabung 1 masukkan larutan HCl 0,2 M tetes demi tetes sampai terjadi perubahan warna. Catat hasil pengamatannya.
- 3) Ke dalam tabung reaksi 2 tambahkan 0,2 M KOH tetes demi tetes sampai terjadi perubahan warna. Catat hasil pengamatannya.
- 4) Masukkan kira-kira 1 mL $K_2Cr_2O_7$ 0,1 M ke dalam dua buah tabung reaksi dan beri label tabung 3 dan 4, catat warna larutan. Simpan tabung reaksi dalam rak tabung.
- 5) Ke dalam tabung 3 masukkan larutan KOH 0,2 M tetes demi tetes sampai terjadi perubahan warna. Catat hasil pengamatannya.
- 6) Ke dalam tabung reaksi 2 tambahkan 0,2 M HCl tetes demi tetes sampai terjadi perubahan warna. Catat hasil pengamatannya.

d. Hasil Pengamatan :

Perlakuan	Pengamatan
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	

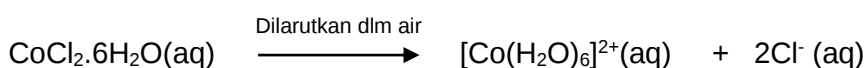


e. Pertanyaan :

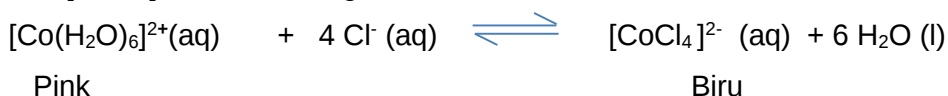
1. Berapa jumlah larutan HCl yang ditambahkan pada larutan K_2CrO_4 sampai terjadi perubahan warna ?
2. Tuliskan kesetimbangan antar ion kromat-dikromat pada langkah 1 !

5. Kesetimbangan antara $[Co(H_2O)_6]^{2+}$ dan $[CoCl_4]^{2-}$

Ketika kristal kobal (II) klorida heksa hidrat ($CoCl_2 \cdot 6H_2O$) dilarutkan dalam air membentuk larutan berwarna pink sehingga membentuk ion $[Co(H_2O)_6]^{2+}$



Jika kobal (II) klorida heksa hidrat dilarutkan dalam larutan asam klorida (HCl) membentuk larutan berwarna biru tua sehingga membentuk ion tetra klorokobaltat (II) dari ion $[Co(H_2O)_6]^{2+}$. Kesetimbangan antara ion-ion $[Co(H_2O)_6]^{2+}$ dan $[CoCl_4]^{2-}$ adalah sebagai berikut :



a. Tujuan :

Mempelajari kesetimbangan antara $[Co(H_2O)_6]^{2+}$ dan $[CoCl_4]^{2-}$

b. Alat dan bahan :

- Kobal (II) klorida heksahidrat ($CoCl_2 \cdot 6H_2O$)
- Akuades
- Larutan HCl
- Tabung reaksi
- Rak tabung reaksi
- Gelas kimia 100 mL
- Gelas ukur

**c. Cara Kerja :**

- 1) Taruhlah sedikit Kristal ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) ukuran sekitar $0,5 \times 0,5 \times 0,5$ cm kedalam tabung reaksi dan dilarutkan dalam 2 mL aquades. Larutan berwarna pink karena pembentukan ion heksaaquakobal (II).
- 2) Ke dalam tabung reaksi yang lain larutkan sejumlah kecil kristal ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) dalam 2 mL HCl pekat. Larutan berwarna biru karena pembentukan ion tetraklorokobaltat (II).
- 3) Ke dalam gelas kimia 100 mL masukkan 2 gram kristal $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dan larutkan dalam 5 mL aquades. Larutan dibagi dua dan dimasukkan kedalam tabung reaksi.
- 4) Pada tabung reaksi kesatu ditambahkan tetes demi tetes HCl pekat sampai perubahan warna yang jelas dapat diamati. Kedalam tabung reaksi yang sama ditambahkan air tetes demi tetes sampai perubahan warna yang jelas dapat diamati. Catat hasil pengamatan mu.
- 5) Panaskan tabung reaksi kedua dengan pembakar Bunsen hampir mendidih dan catat perubahan warna. Larutan didinginkan. Catat pengamatan

d. Hasil pengamatan :

Perlakuan	Pengamatan
1. $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ + aquades	
2. $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ + HCl pekat	
3. Larutan $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ + HCl pekat tetes demi tetes	
4. Larutan $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ + air tetes demi tetes	
5. Larutan No. 4 dipanaskan, lalu didinginkan.	

e. Pertanyaan

- 1) Terangkan perubahan warna yang terjadi ketika larutan yang mengandung ion $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ ditambahkan larutan HCl pekat dan kemudian dengan air.
- 2) Berdasarkan hasil observasimu perubahan warna yang terjadi ketika larutan yang mengandung ion $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ dipanaskan, perkirakan apakah reaksinya berlangsung eksoterm atau endoterm ?

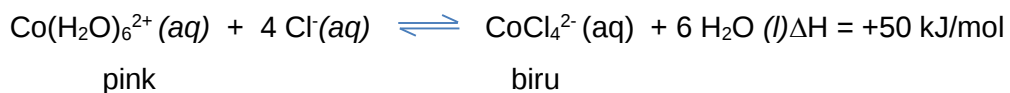


E. Latihan/Kasus/Tugas

Pilihlah satu jawaban yang benar !

1. Persamaan reaksi : $2\text{NO(g)} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)}$ berlangsung eksoterm. Dari pernyataan berikut yang benar adalah . . .
A. jika tekanan diperbesar, reaksi bergeser ke kanan
B. jika suhu diperbesar, reaksi bergeser ke kanan
C. jika diberi katalis, reaksi bergeser ke kanan
D. jika ditambahkan gas NO, reaksi bergeser ke kanan

2. Perhatikan reaksi kesetimbangan di bawah ini :



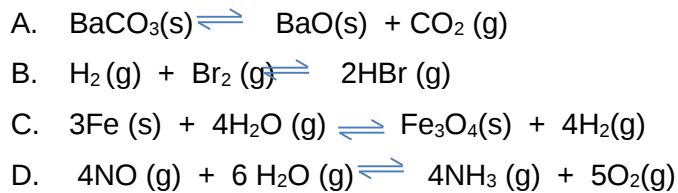
Kesetimbangan reaksi diatas berwarna campuran pink dan biru yaitu magenta. Pada suatu percobaan disediakan dua tabung reaksi yang berisi sistem kesetimbangan ini. Tabung I dimasukkan ke dalam air mendidih sedangkan tabung II ke dalam air es. Tentukan data hasil pengamatan mana yang benar dari percobaan ini?

	Tabung I, terjadi perubahan warna	Tabung II, terjadi perubahan warna
A.	dari pink ke biru	dari pink ke magenta
B.	dari magenta ke biru	dari magenta ke pink
C.	dari biru ke magenta	dari magenta ke pink
D.	dari magenta ke pink	dari magenta ke biru

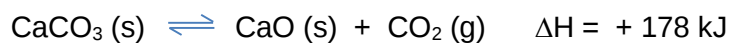
3. Dalam suatu tempat tertutup, dengan harga K_c dan pada temperatur T , berlangsung reaksi kesetimbangan : $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$
Pernyataan manakah yang benar ?
(1) jumlah mol PCl_3 berkurang (3) jumlah mol PCl_3 bertambah
(2) harga K_c tidak berubah (4) jumlah mol Cl_2 tidak berubah
Bila volume diperkecil dan suhu tetap dijaga konstan
A. (1), (2), (3), (4)
B. (1), (2), (3)
C. (1), (2)
D. (2), (4)



4. Dari reaksi kesetimbangan dibawah ini, reaksi manakah jika hasil reaksi sebelah kanan dari persamaan reaksi bertambah, bila tekanan dinaikan pada suhu konstan.



5. Pada reaksi kesetimbangan :



Suasana yang manakah di bawah ini dapat menghasilkan CO_2 paling banyak?

- A. 1000°C dan 10 atm
B. 500°C dan 10 atm
C. 1000°C dan 1 atm
D. 500°C dan 1 atm

F. RANGKUMAN

Kesetimbangan kimia menjelaskan keadaan dimana laju reaksi maju dan laju reaksi balik sama besar dan konsentrasi reaktan dan produk tetap tidak berubah seiring berjalannya waktu.

Sistem kesetimbangan akan terganggu bila ada pengaruh dari luar. Untuk mengurangi pengaruh perubahan, sistem kesetimbangan akan mengadakan aksi misalnya terjadi lagi reaksi-reaksi di antara komponennya atau terjadi penguraian dari satu komponen, sehingga pengaruh tersebut akan berkurang.

Faktor-faktor yang mempengaruhi reaksi kesetimbangan adalah perubahan konsentrasi, perubahan volume atau tekanan serta perubahan suhu.

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.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2: KELARUTAN DAN HASIL KALI KELARUTAN (K_{sp})

Pelarutan dan pengendapan dari batu kapur yang terjadi di gua bawah tanah mengakibatkan terjadinya stalaktit dan stalakmit seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.1 .
Pengendapan batu kapur pada gua
bawah tanah
(Sumber: Ebbing, General Chemistry)

Pada saat air merembes melalui rongga dan melarutkan kapur sedikit sedikit, larutan kapur yang terbentuk akan menempel di atap gua atau jatuh membentuk endapan kapur. Selain dari itu pengaruh pH larutan juga akan berakibat pada pengendapan batu kapur ini. Untuk mengetahui kapan CaCO_3 terlarut atau mengendap dapat dipelajari melalui konsep kesetimbangan ion-ion dalam larutannya

Materi yang disajikan dalam topik ini berisikan tentang kelarutan, hasil kali kelarutan, pengaruh penambahan ion senama, hubungan K_{sp} dengan pH dan memperkirakan terbentuknya endapan. Materi kelarutan dan K_{sp} pada Kurikulum 2013 disajikan di kelas XI SMA dengan Kompetensi Dasar (KD) sebagai berikut: KD dari Kompetensi Inti 3 (KI 3) Aspek Pengetahuan: 3.14 Memprediksi terbentuknya endapan dari suatu reaksi berdasarkan prinsip kelarutan dan data hasil kali kelarutan (K_{sp}).



KD dari Kompetensi Inti 4 (KI 4) Aspek Keterampilan: 4.14 Mengolah dan menganalisis data hasil percobaan untuk memprediksi terbentuknya endapan. Standar kompetensi guru dalam materi ini adalah: 20.1 Memahami konsep-konsep, hukum-hukum dan teori-teori kimia meliputi struktur, dinamika, energetika dan kinetika serta penerapannya secara fleksibel dengan sub kompetensi memahami konsep-konsep dan teori-teori dinamika pada kimia larutan serta penerapannya secara fleksibel.

A. Tujuan

Setelah mempelajari modul ini diharapkan Anda dapat memahami konsep kelarutan dan hasil kali kelarutan, menyelesaikan soal-soal yang berkaitan dengan permasalahan konsep kelarutan dan hasil kali kelarutan serta terampil melakukan percobaan penentuan hasil kali kelarutan

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi yang diharapkan dicapai melalui modul ini adalah:

1. menentukan urutan kelarutan senyawa berdasarkan harga K_{sp} ;
2. menjelaskan pengaruh ion senama pada kelarutan suatu zat;
3. memprediksi terbentuknya endapan dari suatu reaksi berdasarkan prinsip kelarutan dan data hasil kali kelarutan.

C. Uraian Materi

1. Kelarutan

Apabila suatu garam dimasukkan ke dalam air, maka akan ada kemungkinan garam tersebut larut atau tidak. Garam yang tidak larut sesungguhnya bukan berarti tidak larut sama sekali, tetapi hanya ada sedikit sekali garam yang larut, sehingga dapat dikatakan bahwa garam tersebut sukar larut. Dengan demikian ada garam yang mudah larut dan sukar larut. Pada garam yang mudah larut, apabila garam tersebut ditambahkan terus menerus maka pada suatu waktu akan terjadi pengendapan, artinya garam yang ditambahkan tidak dapat larut lagi, atau dapat dikatakan bahwa larutan tersebut telah jenuh. Pada larutan jenuh tersebut terjadi kesetimbangan antara ion-ion dan endapannya.

Apabila 1 sendok makan garam dapur dilarutkan dalam gelas kimia yang berisi air maka garam akan mudah larut. Garam dapur yang padat akan menjadi ion



natrium dan ion klorida seperti yang ditunjukkan dalam persamaan reaksi berikut ini:



Sedangkan apabila garam timbal (II) sulfat dilarutkan dalam air maka garam yang dicampurkan itu tidak larut, sebenarnya garam tersebut larut, tetapi jumlahnya sangat sedikit. Timbal (II) sulfat akan mengion menjadi ion timbal (II) dan ion sulfat, tetapi tidak semua timbal (II) sulfat akan mengion, sehingga persamaan reaksinya adalah sebagai berikut:



Pada reaksi di atas, digunakan panah yang bolak-balik karena tidak semua timbal (II) sulfat mengion.

Banyaknya zat yang dapat larut dalam sejumlah pelarut disebut sebagai kelarutan. Semakin mudah larut maka dikatakan kelarutannya semakin besar, sebaliknya semakin sukar larut maka kelarutannya semakin kecil.

Kelarutan NaCl adalah 6,41 mol/liter, artinya adalah bahwa jumlah NaCl yang dapat larut dalam 100 ml larutan adalah $0,641 \times 58,5 \text{ gram} = 37,5 \text{ gram}$.

Tabel 2.1 Daftar kelarutan beberapa garam

No	Senyawa	Kelarutan (mol L^{-1})
1	AgCl	$1,3 \times 10^{-5}$
2	Ca(OH) ₂	$1,2 \times 10^{-2}$
3	MgCO ₃	$1,9 \times 10^{-4}$
4	BaCrO ₄	$1,4 \times 10^{-5}$
5	PbSO ₄	$1,3 \times 10^{-4}$

(Sumber : Poppy K. Devi, 2009)

2. Kestimbangan dalam Larutan

Pada pelarutan timbal (II) sulfat, reaksi pelarutannya adalah reaksi yang berkesetimbangan. Karena reaksinya berkesetimbangan maka akan berlaku tetapan kesetimbangan sebagai berikut:

$$K = \frac{[\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{PbSO}_4]}$$

PbSO₄ adalah zat padat, oleh karena itu di dalam rumus kesetimbangan tidak dimasukkan, sehingga:



$$K = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}]$$

Harga K untuk reaksi di atas disebut sebagai K_{sp} yang merupakan singkatan dari Konstanta *solubility product*.

Berikut diberikan harga K_{sp} dari beberapa garam:

Tabel 2.2 K_{sp} beberapa garam

Rumus	Reaksi Kesetimbangan	Rumus K_{sp}	K_{sp}
AgI	$\text{AgI}(s) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(aq) + \text{I}^-(aq)$	$K_{sp} = [\text{Ag}^+][\text{I}^-]$	$1,5 \cdot 10^{-16}$
AgCl	$\text{AgCl}(s) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(aq) + \text{Cl}^-(aq)$	$K_{sp} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$	$1,8 \cdot 10^{-10}$
CaF ₂	$\text{CaF}_2(s) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(aq) + 2 \text{F}^-(aq)$	$K_{sp} = [\text{Ca}^{2+}][\text{F}^-]^2$	$3,9 \cdot 10^{-11}$
Ag ₂ CrO ₄	$\text{Ag}_2\text{CrO}_4(s) \rightleftharpoons 2 \text{Ag}^+(aq) + \text{CrO}_4^{2-}(aq)$	$K_{sp} = [\text{Ag}^+]^2[\text{CrO}_4^{2-}]$	$9,0 \cdot 10^{-12}$
Mg(OH) ₂	$\text{Mg}(\text{OH})_2(s) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(aq) + 2 \text{OH}^-(aq)$	$K_{sp} = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2$	$1,5 \cdot 10^{-11}$
CaCO ₃	$\text{CaCO}_3(s) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(aq) + \text{CO}_3^{2-}(aq)$	$K_{sp} = [\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}]$	$4,8 \cdot 10^{-9}$
CaC ₂ O ₄	$\text{CaC}_2\text{O}_4(s) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(aq) + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}(aq)$	$K_{sp} = [\text{Ca}^{2+}][\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]$	$2,27 \cdot 10^{-9}$
PbI ₂	$\text{PbI}_2(s) \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+}(aq) + 2 \text{I}^-(aq)$	$K_{sp} = [\text{Pb}^{2+}][\text{I}^-]^2$	$8,7 \cdot 10^{-9}$
Ca ₃ (PO ₄) ₂	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(s) \rightleftharpoons 3 \text{Ca}^{2+}(aq) + 2 \text{PO}_4^{3-}(aq)$	$K_{sp} = [\text{Ca}^{2+}]^3[\text{PO}_4^{3-}]^2$	$1 \cdot 10^{-25}$
BaSO ₄	$\text{BaSO}_4(s) \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+}(aq) + \text{SO}_4^{2-}(aq)$	$K_{sp} = [\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]$	$1,1 \cdot 10^{-10}$
PbCl ₂	$\text{PbCl}_2(s) \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+}(aq) + 2 \text{Cl}^-(aq)$	$K_{sp} = [\text{Pb}^{2+}][\text{Cl}^-]^2$	$1,7 \cdot 10^{-5}$

Sumber: Holtzclaw, General Chemistry with Qualitative Analysis

Dengan menggunakan harga K_{sp} maka kita dapat menentukan harga kelarutan suatu zat dan demikian juga sebaliknya.

Contoh 1:

Tentukan kelarutan AgCl dalam air jika K_{sp} AgCl adalah $1,6 \times 10^{-10}$.

Jawab :

Misalkan kelarutan AgCl dalam air = s, maka



$$K_{sp} \text{ AgCl} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$$

$$1,6 \times 10^{-10} = s \cdot s = s^2$$

$$s = \sqrt{1,6 \times 10^{-10}}$$

$$= 1,26 \times 10^{-5} \text{ M}$$

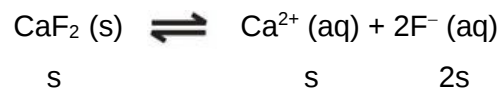


Contoh 2

Tentukan kelarutan CaF_2 dalam air jika $K_{sp} \text{CaF}_2 = 4,0 \times 10^{-11}$.

Jawab :

Misalkan kelarutan CaF_2 dalam air = s maka



$$K_{sp} \text{CaF}_2 = [\text{Ca}^{2+}][\text{F}^{-}]^2$$

$$4,0 \times 10^{-11} = \text{s} \times (2\text{s})^2 = 4\text{s}^3$$

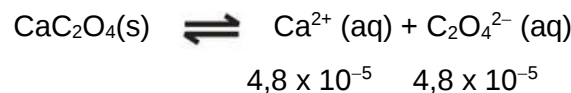
$$\text{s}^3 = 1 \times 10^{-11}$$

$$\begin{aligned} \text{s} &= \sqrt[3]{1 \times 10^{-11}} \\ &= 2,15 \times 10^{-4} \text{ M} \end{aligned}$$

Contoh 3

Kelarutan kalsium oksalat adalah $0,0061 \text{ g L}^{-1}$ larutan. Hitung berapa harga $K_{sp} \text{CaC}_2\text{O}_4$ ($A_r \text{Ca} = 40$, $\text{C} = 12$, $\text{O} = 16$).

$$[\text{CaC}_2\text{O}_4] = \frac{0,0061}{128} = 4,8 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$$

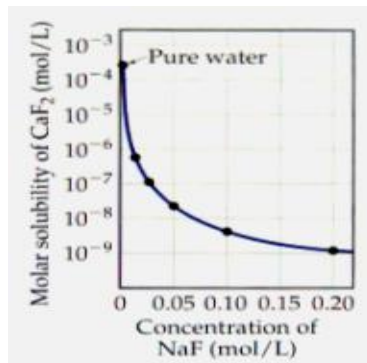


$$\begin{aligned} K_{sp} \text{CaC}_2\text{O}_4 &= [\text{Ca}^{2+}][\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] \\ &= 4,8 \times 10^{-5} \times 4,8 \times 10^{-5} \\ &= 2,304 \times 10^{-9} \end{aligned}$$

3. Pengaruh Penambahan Ion Senama dalam Kelarutan

Pada gambar 2.2 menggambarkan grafik kelarutan CaF_2 dalam larutan yang berisi NaF. Pada gambar 2.2 terlihat bahwa semakin besar konsentrasi NaF maka kelarutan CaF_2 akan semakin menurun. Hal ini membuktikan bahwa apabila ada ion yang senama dalam larutan maka kelarutan garam tersebut akan mengecil, artinya semakin mudah Ca^{2+} bertemu dengan F^{-} membentuk CaF_2 yang sukar larut.

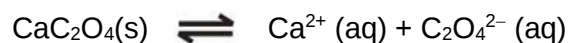
Perhatikan gambar berikut:



Gambar 2.2 Grafik kelarutan molar terhadap konsentrasi

(Sumber : Brown, 2009)

Mengapa terjadi hal tersebut? Marilah kita melihat reaksi yang terjadi pada pelarutan CaC_2O_4 sebagai berikut :



Jika pada kesetimbangan larutan ini ditambahkan CaCl_2 , maka CaCl_2 akan terion menjadi ion Ca^{2+} dan ion Cl^-

Berdasarkan azas Le Chatelier, jika konsentrasi zat pada kesetimbangan diubah maka akan terjadi pergeseran kesetimbangan. Pada kesetimbangan di atas konsentrasi yang berubah adalah konsentrasi ion Ca^{2+} , karena adanya penambahan dari CaCl_2 , oleh karena itu maka kesetimbangan akan bergeser ke arah CaC_2O_4 , sehingga konsentrasi ion Ca^{2+} yang berasal dari CaC_2O_4 akan berkurang, dengan demikian kelarutan CaC_2O_4 akan berkurang.

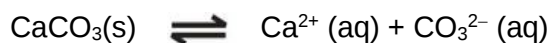
Contoh 1

Diketahui $K_{sp} \text{CaCO}_3 = 4,8 \cdot 10^{-9}$.

- Berapakah kelarutan CaCO_3 dalam air?
- Berapa kelarutan CaCO_3 dalam satu liter larutan yang mengandung CaCl_2 0,15 mol? (dengan asumsi penambahan CaCl_2 ke dalam CaCO_3 tidak mempengaruhi volume larutan)

Penyelesaian:

- Misal kelarutan CaCO_3 dalam air = $s \text{ mol L}^{-1}$



$$K_{sp} \text{CaCO}_3 = [\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}]$$



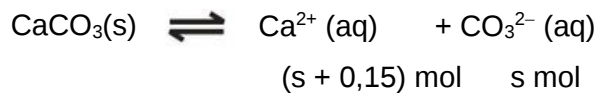
$$4,8 \cdot 10^{-9} = (s) \times (s) = s^2$$

$$s = \sqrt{4,8 \cdot 10^{-9}}$$

$$s = 6,9 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

Kelarutan CaCO_3 dalam air adalah $= 6,9 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$

b. Misal kelarutan CaCO_3 dalam $\text{CaCl}_2 = s \text{ mol L}^{-1}$



Ca^{2+} dari $\text{CaCl}_2 = 0,15 \text{ mol}$. Nilai ini jauh lebih besar dari nilai Ca^{2+} dalam CaCO_3 sehingga $(s + 0,15) \sim 0,15 \text{ molar}$

$$K_{sp} \text{ CaCO}_3 = [\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}]$$

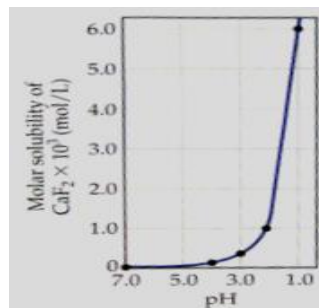
$$4,8 \cdot 10^{-9} = (0,15) \times (s)$$

$$s = \frac{4,8 \cdot 10^{-9}}{0,15} = 3,2 \cdot 10^{-8} \text{ M}$$

Jadi, kelarutan CaCO_3 dalam larutan $\text{CaCl}_2 0,15 \text{ M} = 3,2 \cdot 10^{-8} \text{ mol L}^{-1}$, ini lebih kecil 3.000 kali dibandingkan dengan kelarutan dalam air.

4. Hubungan Harga Ksp dan pH

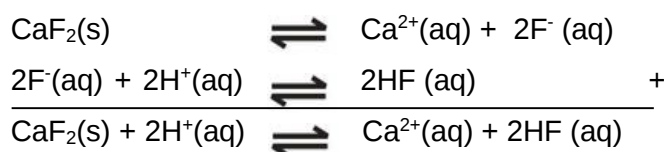
Bagaimana kelarutan suatu senyawa bila pH diperkecil atau diperbesar? Perhatikan gambar berikut.



Gambar 2.3 Hubungan Ksp dan pH

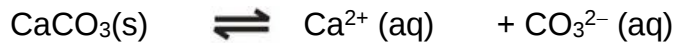
(Sumber: Brown, 2009)

Pada gambar terlihat pengaruh pH terhadap kelarutan CaF_2 , dan terlihat bahwa semakin kecil pH-nya maka kelarutan CaF_2 akan semakin besar.

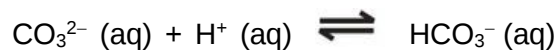




Dengan demikian, dengan mengatur pH kita dapat memperbesar atau memperkecil kelarutan senyawa elektrolit. Perhatikan kesetimbangan antara CaCO_3 padat dengan ion-ionnya dalam suatu larutan.



Jika pH larutan diperkecil dengan menambahkan asam, maka H^+ dari asam akan mengikat ion karbonat membentuk ion HCO_3^{2-}



Berdasarkan azas Le Chatelier, pengurangan $[\text{CO}_3^{2-}]$ mengakibatkan kesetimbangan bergeser ke kanan, CaCO_3 padat lebih banyak larut, maka pada reaksi tersebut penurunan pH akan menambah kelarutan.

Contoh pengaruh pH terhadap kelarutan dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 2.3 Data kelarutan $\text{Mg}(\text{OH})_2$ dalam berbagai pH

pH	Kelarutan $\text{Mg}(\text{OH})_2$
9	$1,5 \cdot 10^{-1} \text{ M}$
10	$1,5 \cdot 10^{-3} \text{ M}$
11	$1,5 \cdot 10^{-5} \text{ M}$
12	$1,5 \cdot 10^{-7} \text{ M}$

Sumber : Poppy K. Devi, 2009

Untuk menentukan kelarutan zat pada pH tertentu dapat digunakan harga K_{sp} zat tersebut. Beberapa contoh perhitungan berdasarkan hubungan K_{sp} dengan pH adalah sebagai berikut.

Contoh 1

Hitunglah kelarutan $\text{Mg}(\text{OH})_2$ dalam larutan yang memiliki pH = 12. ($K_{sp} \text{Mg}(\text{OH})_2 = 1,5 \times 10^{-11}$)

Penyelesaian:

$$\text{pOH} = 2 \text{ maka } [\text{OH}^-] = 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$$

$$K_{sp} \text{Mg}(\text{OH})_2 = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2$$

$$1,5 \cdot 10^{-11} = [\text{Mg}^{2+}][10^{-2}]^2$$

$$[\text{Mg}^{2+}] = 1,5 \cdot 10^{-7}$$

$$\text{Kelarutan } \text{Mg}(\text{OH})_2 \text{ pada pH} = 12 \text{ adalah } = 1,5 \cdot 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$$

Contoh 2



Larutan jenuh Zn(OH)_2 memiliki pH = 9, hitunglah $K_{sp} \text{Zn(OH)}_2$!

Penyelesaian:



pH = 9 maka $[\text{H}^{+}] = 10^{-9}$ dan $[\text{OH}^{-}] = 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$

$$[\text{Zn}^{2+}] = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10^{-5} = 5 \times 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$$

$$K_{sp} = [\text{Zn}^{2+}] \cdot [\text{OH}^{-}]^2 = [5 \cdot 10^{-6}] \cdot [10^{-5}]^2 = 5 \times 10^{-16}$$

Contoh 3

Pada pH berapa larutan Cr(OH)_3 0,025 M mulai mengendap?

$$K_{sp} \text{Cr(OH)}_3 = 1 \cdot 10^{-30}$$

Penyelesaian:



$$K_{sp} \text{Cr(OH)}_3 = [\text{Cr}^{3+}][\text{OH}^{-}]^3$$

$$1 \cdot 10^{-30} = (0,025)[\text{OH}^{-}]^3$$

$$[\text{OH}^{-}]^3 = 4 \cdot 10^{-29}$$

$$[\text{OH}^{-}] = \sqrt[3]{4 \cdot 10^{-29}} = 3,4 \cdot 10^{-10} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^{-}] = 9,47$$

$$\text{pH} = 14 - 9,47 = 4,53$$

Contoh 4

Jika larutan MgCl_2 0,2 M dinaikan pHnya dengan cara ditetesi NaOH, pada pH berapakah endapan Mg(OH)_2 mulai terbentuk?

Penyelesaian:



$$K_{sp} \text{Mg(OH)}_2 = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^{-}]^2$$

$$1,5 \cdot 10^{-11} = 2 \cdot 10^{-1} [\text{OH}^{-}]^2$$

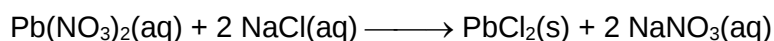
$$[\text{OH}^{-}] = \sqrt{7,5 \cdot 10^{-11}} = 8,7 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^{-}] = 5,1$$

Berarti endapan Mg(OH)_2 terbentuk pada pH = 14 – 5,1 = 8,9.

5. Memperkirakan Terbentuknya Endapan Berdasarkan K_{sp}

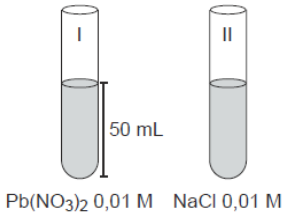
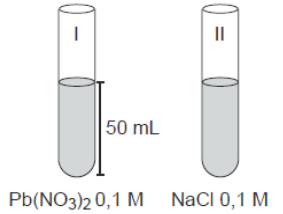
Ada beberapa senyawa elektrolit yang bila direaksikan akan menghasilkan endapan. Misalnya larutan $\text{Pb(NO}_3)_2$ dan larutan NaCl. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:





Data percobaan reaksi larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dan larutan NaCl tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.4 Data percobaan reaksi $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dan NaCl

Percobaan	Pengamatan
A.  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0,01 M NaCl 0,01 M	Larutan I dan II direaksikan ternyata tidak terjadi endapan. 
B.  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0,1 M NaCl 0,1 M	Larutan I dan II direaksikan ternyata terjadi endapan. 

Jika larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ direaksikan dengan larutan NaCl pada konsentrasi tertentu, kemungkinan akan terjadi endapan PbCl_2 atau tidak terjadi endapan. PbCl_2 termasuk senyawa yang sukar larut dengan $K_{sp} \text{ PbCl}_2 = 1,7 \times 10^{-5}$. Mengapa pada percobaan A tidak terjadi endapan PbCl_2 ? Untuk meramalkan terjadinya endapan atau tidak, dapat digunakan perhitungan sebagai berikut.

Percobaan A:

$$50 \text{ mL } \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \text{ } 0,01 \text{ M} = \frac{50}{1000} \times 0,01 = 5 \cdot 10^{-4} \text{ mol.}$$

$$50 \text{ mL } \text{NaCl } 0,01 \text{ M} = \frac{50}{1000} \times 0,01 = 5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\text{Volum campuran} = 50 \text{ mL} + 50 \text{ mL} = 100 \text{ mL}$$

$$[\text{Pb}^{2+}] = \frac{1000}{100} \times 5 \cdot 10^{-4} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

$$[\text{Cl}^-] = \frac{1000}{100} \times 5 \cdot 10^{-4} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

$$Q = [\text{Pb}^{2+}][\text{Cl}^-]^2 = (5 \cdot 10^{-3})(5 \cdot 10^{-3})^2 = 1,25 \cdot 10^{-10}$$

$Q = [\text{Pb}^{2+}][\text{Cl}^-]^2 = 1,25 \cdot 10^{-10} < K_{sp} \text{ PbCl}_2$ ternyata pada campuran ini tidak terbentuk endapan. Untuk terjadi endapan Q harus $> K_{sp}$.

**Percobaan B:**

$$[\text{Pb}^{2+}] = \frac{1000}{100} \cdot \left(\frac{50}{1000} \cdot 0,1 \right) = 5 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$$

$$[\text{Cl}^{-}] = \frac{1000}{100} \cdot \left(\frac{50}{1000} \cdot 0,1 \right) = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$$

$$Q = [\text{Pb}^{2+}][\text{Cl}^{-}]^2 = (5 \cdot 10^{-2}) \times (5 \cdot 10^{-2})^2 = 125 \cdot 10^{-6} = 1,25 \times 10^{-4}$$

$Q = 1,25 \cdot 10^{-4} > K_{sp} \text{ PbCl}_2$ ternyata pada campuran ini terbentuk endapan. Dengan demikian bila larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dicampur dengan larutan NaCl akan terjadi kemungkinan-kemungkinan sebagai berikut.

1. Jika $[\text{Pb}^{2+}][\text{Cl}^{-}]^2 < K_{sp} \text{ PbCl}_2$ maka belum terbentuk endapan PbCl_2 , larutannya disebut belum jenuh.
2. Jika $[\text{Pb}^{2+}][\text{Cl}^{-}]^2 = K_{sp} \text{ PbCl}_2$ maka endapan PbCl_2 mulai akan terbentuk larutannya disebut tepat jenuh.
3. Jika $[\text{Pb}^{2+}][\text{Cl}^{-}]^2 > K_{sp} \text{ PbCl}_2$ maka endapan PbCl_2 akan terbentuk, larutannya disebut lewat jenuh.

Dapat disimpulkan, terjadi tidaknya endapan berdasarkan hasil kali ion-ion yang dihasilkan dengan K_{sp} nya adalah sebagai berikut.

$[\text{A}^{+}][\text{B}^{-}] < K_{sp}$ tidak terjadi endapan (larutan belum jenuh)

$[\text{A}^{+}][\text{B}^{-}] = K_{sp}$ tidak terjadi endapan (larutan tepat jenuh)

$[\text{A}^{+}][\text{B}^{-}] > K_{sp}$ terjadi endapan (larutan lewat jenuh)

A dan B adalah reaktan.

Contoh 1

Sebanyak 5 mL Na_2SO_4 0,05 M dicampur dengan 5 mL BaCl_2 0,05 M. Apakah akan terjadi endapan BaSO_4 ? ($K_{sp} \text{ BaSO}_4 = 1,1 \cdot 10^{-10}$).

Penyelesaian:

$$5 \text{ mL } \text{Na}_2\text{SO}_4 \text{ 0,05 M} = 25 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$5 \text{ mL } \text{BaCl}_2 \text{ 0,05 M} = 25 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

Volum campuran = 10 mL.

$$[\text{SO}_4^{2-}] = \frac{1000}{10} \text{ L}^{-1} \times 25 \cdot 10^{-5} \text{ mol} = 25 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$$[\text{Ba}^{2+}] = \frac{1000}{10} \text{ L}^{-1} \times 25 \cdot 10^{-5} \text{ mol} = 25 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$$[\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = (25 \cdot 10^{-3})^2 = 6,25 \cdot 10^{-4}$$



$6,25 \cdot 10^{-4} > K_{sp} \text{BaSO}_4 \ 1,1 \cdot 10^{-10}$ maka campuran ini membentuk endapan.

Contoh 2

Suatu larutan yang mengandung NaCl 0,1 M dan KI 0,1 M ditetesi dengan larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$. Perubahan volum larutan karena penambahan larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dapat diabaikan.

- Berapa konsentrasi Pb^{2+} pada saat PbCl_2 mulai mengendap? ($K_{sp} \text{PbCl}_2 = 1,7 \cdot 10^{-5}$)
- Berapa konsentrasi Pb^{2+} pada saat PbI_2 mulai mengendap? ($K_{sp} \text{PbI}_2 = 8,7 \cdot 10^{-9}$).
- Mana yang mengendap lebih dulu, PbCl_2 atau PbI_2 ?
- Berapa konsentrasi Cl^- pada saat PbI_2 mulai mengendap?
- Berapa konsentrasi I^- pada saat PbCl_2 mulai mengendap?

Penyelesaian:

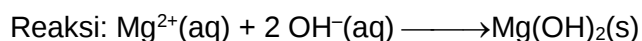
- Akan terbentuk endapan PbCl_2 jika
$$[\text{Pb}^{2+}][\text{Cl}^-]^2 > K_{sp}\text{PbCl}_2$$
$$[\text{Pb}^{2+}](0,1)^2 > 1,7 \cdot 10^{-5}$$
$$[\text{Pb}^{2+}] > 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$
- Akan terbentuk endapan PbI_2 jika
$$[\text{Pb}^{2+}][\text{I}^-]^2 > K_{sp}\text{PbI}_2$$
$$[\text{Pb}^{2+}](0,1)^2 > 8,7 \cdot 10^{-9}$$
$$[\text{Pb}^{2+}] > 8,7 \cdot 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$$
- Oleh karena I^- memerlukan Pb^{2+} lebih sedikit daripada Cl^- maka PbI_2 lebih dahulu mengendap.
- Pada saat PbI_2 mulai mengendap, $[\text{Cl}^-]$ belum berubah, tetap 0,1M.
- Pada saat PbCl_2 mulai mengendap, maka $[\text{I}^-]$ adalah sebagai berikut.
$$[\text{Pb}^{2+}] = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$
$$[\text{Pb}^{2+}][\text{I}^-]^2 = 8,7 \cdot 10^{-9}$$
$$1,7 \cdot 10^{-3} [\text{I}^-]^2 = 8,7 \cdot 10^{-9}$$
$$[\text{I}^-]^2 = 5,1 \cdot 10^{-6}$$
$$[\text{I}^-] = 2,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

Contoh soal di atas dapat digunakan sebagai perhitungan untuk pemisahan ion dengan cara pengendapan. Prinsip kelarutan dan hasil kali kelarutan dapat



digunakan dalam pemisahan ion-ion dari larutan yaitu dengan cara pengendapan. Misalnya:

1. Menurunkan kesadahan air yaitu mengurangi konsentrasi ion Ca^{2+} dan ion Mg^{2+} , karena ion ini menyebabkan sabun kurang berbusa.
2. Mengurangi ion Cu^{2+} dan ion Cd^{2+} dalam air minum karena bersifat racun. Jika dalam sebuah larutan mengandung dua senyawa elektrolit, keduanya dapat dipisahkan dengan menambahkan pereaksi yang dapat mengendapkan salah satu senyawa. Misalnya untuk memisahkan NaNO_3 dan MgCl_2 dapat dilakukan dengan menambahkan larutan NaOH atau KOH sehingga ion Mg^{2+} akan membentuk endapan $\text{Mg}(\text{OH})_2$.



Setelah $\text{Mg}(\text{OH})_2$ mengendap baru disaring sehingga filtratnya hanya mengandung NaNO_3 saja. Kadang-kadang ada larutan yang mengandung ion sejenis misalnya ion Ca^{2+} dan Ba^{2+} . Ion ini dapat mengendap oleh suatu pereaksi yang sama. Ion-ion ini masih dapat dipisahkan karena harga K_{sp} senyawanya berbeda.

D. Aktivitas Pembelajaran

Setelah mengkaji materi tentang kelarutan dan hasil kali kelarutan Anda dapat mempelajari kegiatan eksperimen yang dalam modul ini disajikan petunjuknya dalam lembar kegiatan. Untuk kegiatan eksperimen, Anda dapat mencobanya mulai dari persiapan alat bahan, melakukan percobaan dan membuat laporannya. Sebaiknya Anda mencatat hal-hal penting untuk keberhasilan percobaan, ini akan sangat berguna bagi Anda sebagai catatan untuk mengimplementasikan di sekolah.



Lembar Kerja

LARUTAN DAN HASIL KALI KELARUTAN

Pada eksperimen ini anda akan menentukan kelarutan dan hasil kali kelarutan suatu zat serta memprediksi terbentuknya endapan.

Alat dan Bahan

Alat-alat	Bahan
Gelas kimia	Larutan MgCO_3 jenuh
Erlenmeyer	Larutan CaCO_3 jenuh
Pipet Volumetrik	Larutan BaCO_3 jenuh
Corong kaca	Larutan HCl standar 0,001 M
Buret	Larutan NaOH standar 0,001 M
Pipet gondok	Indikator fenol merah

Langkah kegiatan

1. Masukkan 20 mL larutan jenuh MgCO_3 dengan menggunakan pipet gondok ke dalam erlenmeyer
2. Tambahkan 5 mL larutan HCl 0,001 M dengan menggunakan pipet gondok
3. Tambahkan 10 mL larutan NaOH 0,001 M dengan menggunakan pipet gondok
4. Tambahkan indikator fenol merah ke dalam erlenmeyer
5. Isi buret dengan larutan standar HCl 0,001 M
6. Titrasi larutan dalam erlenmeyer dengan larutan standar HCl dari buret sampai tepat terjadi perubahan warna yang konstan
7. Hitung volume larutan HCl yang diperlukan
8. Ulangi titrasi sebanyak 2 kali
9. Hitung rata-rata volume larutan HCl yang digunakan
10. Lakukan prosedur yang sama untuk larutan CaCO_3 dan BaCO_3

Pertanyaan :

1. Hitunglah kelarutan dan hasil kali kelarutan dari larutan MgCO_3 , CaCO_3 dan BaCO_3 .
2. Manakah larutan yang mengendap.



E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Dalam 1 L air dapat larut $1,12 \times 10^{-12}$ mol Ag_2CrO_4 . Hasil kali kelarutan (Ksp) Ag_2CrO_4 adalah....
 - A. $5,6 \times 10^{-36}$
 - B. $2,1 \times 10^{-35}$
 - C. $1,9 \times 10^{-24}$
 - D. $2,7 \times 10^{-18}$
2. Hasil kali kelarutan AgCl (Ksp) = 1×10^{-10} , kelarutannya dalam 1 L air adalah....
 - A. $1,34 \times 10^{-5}$
 - B. $1 \times 10^{-2,5}$
 - C. 4×10^{-2}
 - D. 2×10^{-3}
3. Garam yang kelarutannya paling besar adalah....
 - A. AgCl , Ksp = $1,8 \times 10^{-10}$
 - B. Ag_2CrO_4 , Ksp = $3,2 \times 10^{-12}$
 - C. Ag_2S , Ksp = $1,6 \times 10^{-49}$
 - D. $\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4$, Ksp = $1,1 \times 10^{-11}$
4. Pernyataan berikut yang paling tepat adalah....
 - A. kelarutan MgF_2 dalam NaF 0,1 M lebih besar dibandingkan kelarutannya dalam air
 - B. kelarutan MgF_2 dalam NaF 0,1 M lebih kecil dibandingkan kelarutannya dalam air
 - C. kelarutan MgF_2 dalam NaF 0,1 M sama dengan kelarutannya dalam air
 - D. kelarutan MgF_2 tidak dipengaruhi oleh suhu
5. Kelarutan PbSO_4 dalam air adalah $1,4 \times 10^{-4}$ M. Pada suhu 30°C , bila dilarutkan dalam K_2SO_4 0,05 M kelarutan PbSO_4 menjadi
 - A. $1,0 \times 10^{-8}$ M
 - B. $0,2 \times 10^{-6}$ M
 - C. $7,0 \times 10^{-6}$ M
 - D. $1,2 \times 10^{-5}$ M



6. Paling sedikit berapa mol MgCl_2 harus ditambahkan ke dalam satu liter larutan NaOH dengan $\text{pH} = 12$ agar diperoleh larutan yang jenuh?
($K_{sp} \text{Mg(OH)}_2 = 1,5 \cdot 10^{-11}$)
- A. $5 \cdot 10^{-11}$ mol
 - B. $1,5 \cdot 10^{-10}$ mol
 - C. $2,5 \cdot 10^{-9}$ mol
 - D. $1,5 \cdot 10^{-7}$ mol
7. Ke dalam 100 mL larutan netral yang merupakan campuran dari larutan garam KCl 0,001 M, Na_2CrO_4 0,001 M, dan K_2SO_4 0,001 M ditambah 100 mL larutan $\text{Pb(NO}_3)_2$ 0,002 M. Campuran diaduk sampai tercampur rata.
 $K_{sp} \text{PbCl}_2 = 1,7 \cdot 10^{-5}$, $\text{PbCrO}_4 = 1,8 \cdot 10^{-14}$, $\text{PbSO}_4 = 1,8 \cdot 10^{-8}$
Endapan yang terjadi adalah garam-garam
- A. PbSO_4 saja
 - B. PbCrO_4 saja
 - C. PbCl_2 dan PbCrO_4
 - D. PbCrO_4 dan PbSO_4
8. Larutan jenuh senyawa hidroksida dari suatu logam, M(OH)_3 mempunyai $\text{pH} = 9,00$. Harga K_{sp} (hasil kali larutan) dari senyawa ini ialah
- A. $3,0 \times 10^{-36}$
 - B. $3,3 \times 10^{-21}$
 - C. $3,0 \times 10^{-20}$
 - D. $1,0 \times 10^{-10}$
9. Jika $K_{sp} \text{PbBr}_2$ adalah $4,0 \times 10^{-13}$ konsentrasi PbBr_2 dalam larutan $\text{Pb(NO}_3)_2$ 0,1 M adalah
- A. $5 \cdot 10^{-10}$ M
 - B. $2 \cdot 10^{-9}$ M
 - C. $2 \cdot 10^{-8}$ M
 - D. $1 \cdot 10^{-6}$ M
10. Hasil kali Kelarutan L(OH)_2 adalah 5×10^{-10} , maka larutan jenuh L(OH)_2 dalam air memiliki pH sebesar
- A. 3
 - B. 9



- C. 10,3
- D. 11

F. RANGKUMAN

Kelarutan adalah banyaknya zat yang dapat larut dalam sejumlah pelarut. Semakin mudah larut maka kelarutannya semakin besar dan semakin sukar larut maka kelarutannya semakin kecil. Dalam pelarutan suatu zat terjadi kesetimbangan antara ion-ion dan endapannya. Tetapan kesetimbangannya disebut *konstanta solubility product* (K_{sp}). Dengan menggunakan harga K_{sp} maka dapat ditentukan harga kelarutan suatu zat. Kelarutan suatu zat dipengaruhi oleh adanya penambahan ion senama dan perubahan pH. Harga K_{sp} dari suatu zat digunakan untuk memprediksi terjadinya endapan.

Apabila A dan B adalah reaktan maka:

$[A^+][B^-] < K_{sp}$ tidak terjadi endapan (larutan belum jenuh)

$[A^+][B^-] = K_{sp}$ tidak terjadi endapan (larutan tepat jenuh)

$[A^+][B^-] > K_{sp}$ terjadi endapan (larutan lewat jenuh)

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 85%, silahkan Anda terus mempelajari kegiatan pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 85%, sebaiknya Anda ulangi kembali mempelajari kegiatan pembelajaran ini.



KEGIATAN PEMBELAJARAN 3:

KIMIA UNSUR 2 (ALKALI DAN ALKALI TANAH)

Unsur-unsur yang berada di alam mempunyai sifat atau karakteristik yang bermacam-macam. Kesamaan sifat unsur di dapat dalam satu golongan misalnya unsur golongan alkali, alkali tanah, halogen, dan gas mulia. 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. Beberapa sifat unsur dapat dipelajari melalui percobaan sederhana.

Materi Kimia Unsur pada Kurikulum 2013 disajikan di kelas XII semester 1 SMA dengan Kompetensi Dasar (KD) terkait K.I. 3.6 Menganalisis kelimpahan, kecenderungan sifat fisik dan sifat kimia, manfaat, dampak, proses pembuatan unsur-unsur golongan utama (gas mulia, halogen, alkali dan alkali tanah, periode 3) serta unsur golongan transisi (periode 4) dan senyawanya dalam kehidupan sehari-hari.

KD dari KI 4 aspek Keterampilan: 4.6. Menalar dan menganalisis kelimpahan, kecenderungan sifat fisik dan sifat kimia, manfaat, dampak, proses pembuatan unsur-unsur golongan utama (gas mulia, halogen, alkali dan alkali tanah, periode 3) serta unsur golongan transisi (periode 4) dan senyawanya dalam kehidupan sehari-hari. Kompetensi guru pada diklat PKB tingkat 5 untuk 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 golongan alkali dan alkali tanah”.



A. Tujuan

Setelah mempelajari modul ini diharapkan peserta diklat dapat memahami kelimpahan, sifat fisis, sifat kimia, kegunaan serta pembuatan unsur-unsur golongan alkali dan alkali tanah.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi yang diharapkan dicapai melalui diklat ini adalah:

1. menjelaskan kelimpahan unsur-unsur golongan alkali dan alkali tanah;
2. menjelaskan sifat fisis unsur-unsur golongan alkali dan alkali tanah;
3. menjelaskan sifat kimia unsur-unsur golongan alkali dan alkali tanah;
4. membandingkan sifat unsur dan sifat senyawa golongan alkali dan alkali tanah;
5. menentukan reaksi logam alkali dan alkali tanah;
6. menentukan sifat karakteristik dari unsur golongan alkali dan alkali tanah;
7. menjelaskan kegunaan senyawa golongan alkali dan alkali tanah;
8. mengidentifikasi kegunaan unsur dan senyawa golongan alkali dan alkali tanah bagi manusia dan lingkungan;
9. menjelaskan pembuatan unsur-unsur golongan alkali dan alkali tanah.

C. Uraian Materi

Pada modul F ini membahas mengenai kelimpahan, sifat, kegunaan dan pembuatan unsur-unsur golongan alkali dan alkali tanah.

1. Unsur Golongan Alkali (Unsur Golongan 1)

Logam alkali adalah kelompok unsur kimia pada Golongan 1 pada tabel periodik, kecuali hidrogen. Kelompok ini terdiri dari: litium (Li), natrium (Na), kalium (K), rubidium (Rb), sesium (Cs), dan francium (Fr). Logam Alkali tidak bebas ditemukan di alam karena mudah teroksidasi dan merupakan unsur logam yang sangat reaktif, sehingga di alam selalu ditemukan dalam senyawanya. Dinamakan logam karena memiliki sifat-sifat logam seperti mempunyai permukaan mengkilap serta mempunyai daya hantar panas dan listrik yang baik. Disebut alkali karena bereaksi dengan air dan membentuk senyawa hidroksida yang bersifat alkali atau basa.



a. Kelimpahan Unsur-unsur Golongan Alkali di alam

Semua senyawa logam alkali larut dalam air, senyawa dari Li, Na, dan K, termasuk klorida, karbonat, dan sulfat dapat diperoleh dari air garam. Beberapa senyawa logam alkali seperti NaCl, KCl, dan Na_2CO_3 dapat ditambang sebagai deposit padat.



Natrium klorida dapat diperoleh dari air laut. Sumber litium utama adalah mineral spodumene, $\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2$. Rubidium dan cesium diperoleh sebagai hasil dari proses bijih litium.

Gambar 3.1 Spodumene $\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2$
(Sumber: Petrucci, General Chemistry)

Logam alkali secara ekonomis diproduksi melalui elektrolisis garam Molten. Kelimpahan logam alkali di alam dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Kelimpahan logam alkali di alam

Unsur	Persen di kerak bumi	Di alam
Litium	0,0007% di bebatuan beku	Dalam Spodumene $\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2$
Natrium	2,8%	Dalam garam batu NaCl, sendawa Chili NaNO_3 , karnalit ($\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), trona $\text{Na}_3(\text{CO}_3)_2 \cdot (\text{HCO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, dan air laut
Kalium	2,6%	Dalam silvit (KCl), garam petre KNO_3 , dan karnalit $\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Rubidium	0,0078%	Dalam lepidolit
Sesium	0,0003%	Dalam polusit $(\text{Cs}_4\text{Al}_4\text{Si}_9\text{O}_{26}) \cdot \text{H}_2\text{O}$ dan sedikit dalam lepidolit
Fransium	Sangat sedikit	Berasal dari peluruhan aktinium (Ac), bersifat radioaktif dengan waktu paruh 21,8 menit.

Sifat fisik dan kimia unsur alkali berbeda-beda sesuai dengan posisinya dalam tabel periodik.

b. Sifat Fisik Unsur-unsur Logam Alkali

Sifat yang umum dimiliki oleh logam alkali adalah sebagai konduktor panas yang baik, permukaan mengkilap, berwarna abu-abu keperakan. Pada suhu ruang, logam alkali mempunyai wujud padat (Li, Na, K, Rb), dan cair (Cs, Fr).



Logam alkali semuanya reaktif. Sehingga logam tersebut harus disimpan di dalam minyak supaya tidak bereaksi dengan oksigen dan uap air di udara.

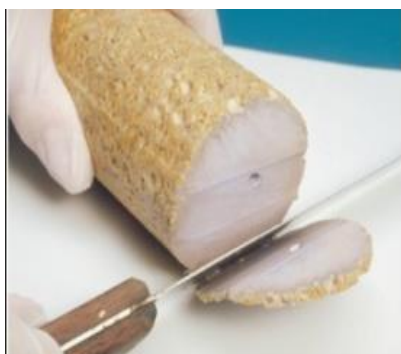
Logam alkali bersifat reaktif, pada tabel 3.2 dijelaskan beberapa sifat dari logam alkali.

Tabel 3.2 Sifat-sifat logam Alkali

Sifat	Unsur					
	Li	Na	K	Rb	Cs	Fr
Elektron terluar	2s ¹	3s ¹	4s ¹	5s ¹	6s ¹	7s ¹
Titik leleh (°C)	186	97,8	63,6	38,9	28,5	27
Titik Didih (°C)	1347	904	774	688	678	677
Massa jenis (g/cm ³)	0,534	0,971	0,862	1,53	1,87	-
Jari-jari atom (Å ^o)	1,52	1,86	2,27	2,48	2,65	-
Jari-jari Ion, M ⁺ (Å ^o)	0,90	1,16	1,52	1,66	1,81	-
Keelektronegatifan	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8
E ^o (volt) : M ⁺ (aq) + e ⁻ → M(s)	-3,50	-2,71	-2,93	-2,93	-2,92	-
Energi Ionisasi (kJ/mol)						
M(g) → M ⁺ (g) + e ⁻	520	496	419	403	377	-
M ⁺ (g) → M ²⁺ (g) + e ⁻	7298	4562	3051	2632	2420	-
ΔH ₀ hydration (kJ/mol): M ⁺ (g) + xH ₂ O → M ⁺ (aq)	-544	-435	-351	-293	-264	-

(Sumber : Whitten_Davis_Peck, General Chemistry)

Logam alkali memiliki titik leleh dan titik didih relatif rendah. Makin ke bawah titik leleh maupun titik didihnya makin rendah karena tarik menarik atom-atom logam alkali semakin lemah. Bahkan cesium dan francium pada suhu kamar berwujud cair. Logam Alkali mempunyai massa jenis yang rendah. Litium, natrium, dan kalium semuanya mengapung di atas air (massa jenisnya lebih rendah dari 1,0 g/cm³). Sebaliknya makin besar massa atom, massa jenis logam alkali makin besar.



Ikatan logam antar atom-atom logam alkali sangat lemah karena hanya memiliki satu elektron valensi, sehingga logam ini lunak dan mudah dipotong dengan pisau.

Gambar 3.2 Logam Natrium bersifat lunak
(Sumber: Petrucci, General Chemistry)

Dari Tabel 3.2 terlihat bahwa nilai jari-jari logam alkali dari Li ke Fr makin besar, dimana energi ionisasinya makin kecil berarti semakin mudah untuk melepaskan elektron terluarnya.

c. Sifat Kimia Unsur-unsur Logam Alkali

Logam-logam alkali disebut juga logam-logam blok s, yang mempunyai satu elektron pada kulit terluarnya. Elektron terluar ini menempati tipe orbital s (sub kulit s), konfigurasi elektron unsur-unsur alkali dapat dilihat pada tabel 3.3.

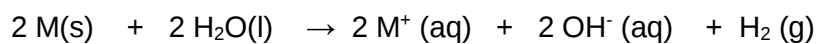
Tabel 3.3 Konfigurasi elektron logam alkali

Unsur	Nomor Atom	Konfigurasi Elektron
Li	3	[He] 2s ¹
Na	11	[Ne] 3s ¹
K	19	[Ar] 4s ¹
Rb	37	[Kr] 5s ¹
Sc	55	[Xe] 6s ¹
Fr	87	[Rn] 7s ¹

Untuk mencapai konfigurasi elektron yang stabil, atom logam alkali hanya perlu melepaskan 1 elektron valensinya. Logam Alkali yang kehilangan satu elektron s¹ terluarnya menghasilkan ion M⁺ (contoh Li⁺, Na⁺, K⁺). Maka senyawa dari unsur-unsur golongan 1 cenderung bersifat ionik. Kemampuan atom logam alkali untuk melepaskan elektronnya ditunjukkan oleh energi ionisasi. Pada tabel 3.2 ditunjukkan bahwa energi ionisasi golongan alkali makin kebawah makin kecil. Karena energi ionisasinya yang rendah, maka logam alkali merupakan logam



yang sangat reaktif. Peningkatan kereaktifan logam alkali dari Li ke Fr dapat dijelaskan dari keteraturan sifat-sifat atomiknya, yaitu jari-jari atom dan energi ionisasinya. Nilai jari-jari atom yang bertambah dari Li ke Fr menunjukkan bahwa electron valensi semakin terikat lemah ke inti, dan nilai energi ionisasinya yang berkurang dari Li ke Fr menunjukkan semakin mudah bagi logam alkali untuk melepaskan elektron valensinya. Karakter logam yang lain dari unsur golongan 1 dapat dilihat dari harga potensial elektrodanya. Diketahui nilai potensial elektroda dari golongan 1 adalah negatif, berarti ion $M^+(aq)$ sangat sulit untuk mereduksi logam $M(s)$, dan kebalikannya logam M sangat mudah teroksidasi menjadi $M^+(aq)$. Semua logam alkali dengan mudah menggantikan $H_2(g)$ dari air.



Dimana :

$$\begin{aligned} E^{\circ}_{sel} &= E^{\circ}_{H_2O/H_2} - E^{\circ}_{M^+/M} \\ &= -0,828 V - E^{\circ}_{M^+/M} \end{aligned}$$

$$E^{\circ}_{sel} = 2,212 V \text{ (untuk Li)}$$

$$E^{\circ}_{sel} = 1,885 V \text{ (untuk Li)}$$

$$E^{\circ}_{sel} = 2,096 V \text{ (untuk K)}$$

$$E^{\circ}_{sel} = 2,096 V \text{ (untuk Rb)}$$

$$E^{\circ}_{sel} = 2,095 V \text{ (untuk Cs)}$$

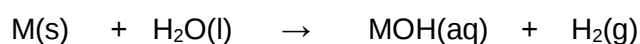
Kereaktifan logam alkali dapat pula dilihat melalui reaksi-reaksinya dengan unsur lain.

d. Reaksi-reaksi Logam Alkali

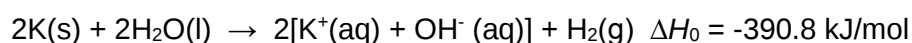
Logam alkali adalah logam yang sangat reaktif/ reduktor sehingga logam-logam ini mudah untuk bereaksi dengan zat lain seperti air, gas oksigen, gas hidrogen, halogen dan yang lainnya. Reaksi antara logam alkali dengan beberapa unsur/ senyawa adalah sebagai berikut:

1) Reaksi Logam Alkali dengan Air

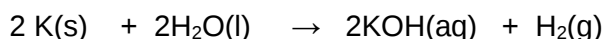
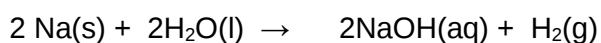
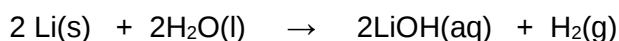
Logam alkali bereaksi spontan dengan air menghasilkan gas hidrogen dan logam hidroksida. Reaksinya berlangsung melepaskan kalor yang cukup besar (reaksi eksoterm), sehingga gas H_2 yang terjadi langsung terbakar. Terbakarnya gas H_2 dapat diamati karena terjadi letupan dan nyala. Misalkan M melambangkan unsur alkali maka reaksi dengan air dapat ditulis sebagai berikut:



Contoh reaksi antara kalium dengan air:



Reaksi-reaksi logam alkali dengan air adalah :

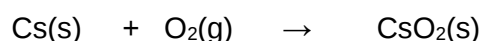
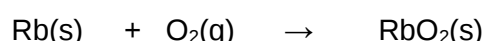
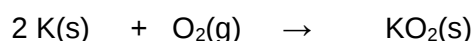
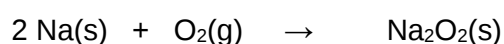
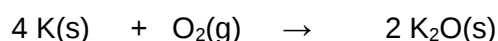
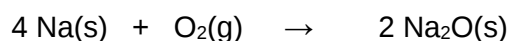
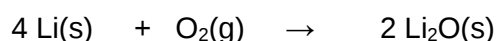


Reaksi-reaksi tersebut menghasilkan panas, bahkan Na sampai meleleh dan K sampai terbakar. Hal ini menunjukkan bahwa logam K lebih reaktif dibandingkan Na, dan Na lebih reaktif dibandingkan dengan Li. Litium bereaksi lambat dengan air. Kelarutan basa dari litium sangat kecil dibandingkan dengan basa dari alkali lainnya. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa kereaktifan logam cenderung meningkat dari Li ke Fr.

2) Reaksi logam Alkali dengan Oksigen

Ketika dibiarkan diudara, unsur-unsur golongan alkali secara bertahap kehilangan kilap logamnya karena bergabung dengan gas oksigen membentuk senyawa oksida, senyawa peroksida dan senyawa superoksida. Senyawa oksida dihasilkan apabila reaksi melibatkan jumlah oksigen terbatas. Senyawa peroksida dan superoksida diperoleh dari reaksi dengan jumlah oksigen berlebih. Logam Li membentuk oksida, Na membentuk peroksida, sedangkan K, Rb dan Cs membentuk superoksida.

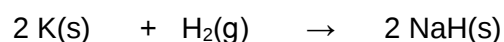
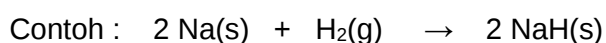
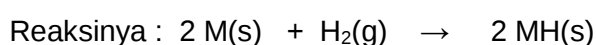
Reaksinya dapat ditulis sebagai berikut :



Perbedaan jenis oksida yang terbentuk karena berkaitan dengan kestabilan jenis oksida tersebut dalam keadaan padat. Karena oksida ini seluruhnya adalah senyawa ionik, kestabilannya bergantung pada seberapa kuat kation dan anion saling tarik menarik satu sama lainnya.

3) Reaksi Logam alkali dengan Hidrogen

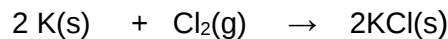
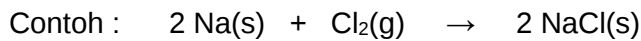
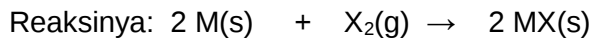
Logam Alkali bereaksi dengan hidrogen membentuk senyawa hidrida.





4) Reaksi logam alkali dengan halogen

Logam alkali bereaksi dengan halogen membentuk senyawa halida.



5) Reaksi dengan asam encer

Logam alkali bereaksi dengan asam encer misalnya HCl 0,1 M. Reaksi terjadi dengan cepat dan reaksinya disertai dengan ledakan dan nyala api. Reaksi antara alkali dengan asam encer adalah sebagai berikut :



6) Bereaksi dengan non logam membentuk senyawa garam.

Garam yang terbentuk berwarna putih, Kristal, padatan ionik dan larut dalam air.

7) Membentuk senyawa dengan formula yang mirip,

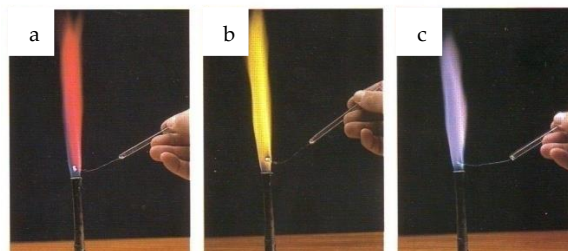
Contoh dengan karbonat membentuk senyawa litium karbonat (Li_2CO_3), natrium karbonat (Na_2CO_3) dan kalium karbonat (K_2CO_3).

e. Sifat Karakteristik : Reaksi Nyala untuk Logam Alkali

Pernahkah melihat kembang api yang berwarna-warni, mengapa demikian?

Logam alkali mempunyai sifat karakteristik warna nyala. Jika unsur atau senyawa alkali dipanaskan, maka akan dihasilkan warna-warna terang yang karakteristik untuk setiap logam alkali.

Hal ini dapat dipahami dari struktur atom logam tersebut, dimana atom tersusun dari inti yang dikelilingi oleh elektron. Elektron-elektron tersebut berada pada tingkat-tingkat energi tertentu/ diskrit. Apabila atom dipanaskan, maka elektron dapat tereksitasi atau pindah ke tingkat energi yang lebih tinggi. Sewaktu pemanasan berhenti, elektron tersebut akan kembali ke tingkat energi awal disertai pancaran cahaya dalam bentuk foton-foton atau paket-paket energi dengan frekuensi atau panjang gelombang tertentu. Hal ini menyebabkan cahaya yang dipancarkan juga mempunyai warna-warna tertentu pula (energi foton =, $E = h.f = hc/\lambda$).



Gambar 3.3 Warna nyala untuk (a) Litium (merah muda), (b) Natrium (kuning), (c) Kalium (Violet pucat)
(Sumber : Richard, Chemistry IGCSE)

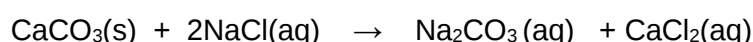
Emisi warna nyala kuning Natrium yang cemerlang menyebabkan uap natrium digunakan untuk pengisi lampu penerangan jalanraya atau pada kendaraan bermotor, karena sinar kuning pada warna nyala natrium mempunyai kemampuan untuk menembus kabut.

f. Senyawa Logam Alkali

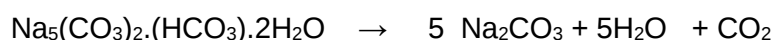
Selain jenis-jenis senyawa yang dihasilkan dari reaksi-reaksi logam alkali di atas, ada beberapa senyawa logam alkali penting lainnya, antara lain:

1) natrium karbonat (Na_2CO_3)

Awalnya Na_2CO_3 diperoleh dari abu pembakaran rumput laut. Karena jumlahnya terbatas, Na_2CO_3 mulai disintesis dengan cara mereaksikan CaCO_3 dengan NaCl menggunakan proses Solvay. Reaksinya adalah:



Na_2CO_3 juga dapat diperoleh dari mineral trona, $\text{Na}_5(\text{CO}_3)_2 \cdot (\text{HCO}_3) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ yang ada di Amerika Utara. Mineral ini dihancurkan, lalu dipanaskan agar terurai menjadi Na_2CO_3 .



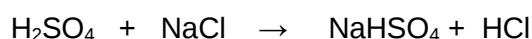
Na_2CO_3 yang dihasilkan harus dimurnikan lebih lanjut, dengan cara melarutkannya ke dalam air, menyaring, dan memanaskannya.

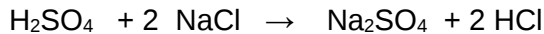
2) kalium karbonat (K_2CO_3)

K_2CO_3 diperoleh dari abu pembakaran kayu dan tanaman. Tanaman tumbuh baik dengan menyerap unsur K. Kebutuhan tanaman pada lahan pertanian dapat diperoleh dari pupuk yang mengandung K.

3) natrium sulfat (Na_2SO_4) dan Natrium hidrogen sulfat (NaHSO_4)

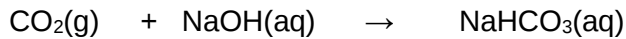
Na_2SO_4 dan NaHSO_4 adalah hasil samping pembuatan HCl menggunakan reaksi antara H_2SO_4 dan NaCl .



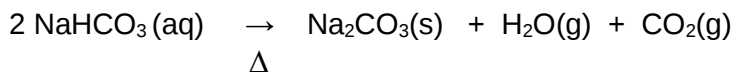


- 4) natrium bikarbonat (NaHCO_3)

Senyawa ini dibuat dari reaksi :



Jika NaHCO_3 dipanaskan, akan diperoleh Na_2CO_3 .



g. Kegunaan Logam Alkali dalam Kehidupan Sehari-hari

Kegunaan logam alkali sangat luas mulai dari rumah tangga, industri, kedokteran, hingga pembangkit tenaga nuklis. Aplikasi dari logam alkali umumnya dalam bentuk senyawanya karena sifatnya yang reaktif.

- 1) Litium: digunakan pada baterai untuk alat pacu jantung, kalkulator, jam, kamera, Hp, laptop dan lain-lain. Li digunakan juga untuk paduan logam Mg dan Al, paduan ini bersifat sangat ringan tetapi kuat sehingga dimanfaatkan untuk komponen pesawat terbang.
- 2) Natrium: Uap natrium digunakan pada lampu penerangan jalan memberikan warna kuning. Lelehan Na digunakan sebagai pendingin pada reaktor nuklir tipe LMFBR (Liquid-Metal Fast Breeder Reactor). Dalam bentuk senyawa NaOH (soda kaustik) digunakan untuk membuat produk seperti rayon, kertas, sabun, pembersih, tekstil dan beberapa polimer). Logam Na digunakan pada makanan dalam bentuk senyawa garam NaCl dan aditif seperti Na_2SO_3 , NaNO_2 , dan NaNO_3 untuk mencegah tumbuhnya bakteri, sebagai penyedap yang dikenal sebagai MSG. Senyawa Na_2CO_3 untuk bahan celup tekstil, penyamakan kulit, detergen dan untuk melunakkan air sadah, soda kue NaHCO_3 sebagai pengembang dalam pembuatan kue.
- 3) Kalium: Senyawa KNO_3 dan KCl digunakan sebagai bahan peledak dan kembang api atau petasan. KNO_3 menyuplai oksigen untuk membakar bahan bakar. Pupuk NPK mengandung K yang penting bagi pertumbuhan tanaman. K dan Na di dalam tubuh diperlukan sel syaraf untuk mengirim sinyal-sinyal listrik. Dalam dunia kedokteran gerakan ion-ion Na dan K dalam sel otak digunakan untuk mengukur gelombang otak.
- 4) Rubidium: Rb memiliki potensial ionisasi yang rendah dan digunakan pada sel fotolistrik seperti fotomultiplier, untuk mengubah energi cahaya menjadi



energi listrik. Sebagai Osilator untuk aplikasi seperti navigasi dan komunikasi di militer.

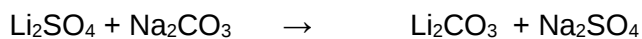
- 5) Sesium: Digunakan pada sel fotolistrik, jika terkena cahaya Cs akan melepaskan elektronnya yang akan tertarik menuju ke elektroda positif pada sel dan menyebabkan timbulnya arus listrik. Untuk standar satuan detik pada jam atomik sesium standar.

h. Pembuatan Unsur-unsur Golongan Alkali

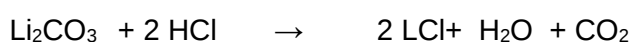
Logam alkali bersifat sangat reaktif sehingga hanya dapat diekstraksi dari senyawanya menggunakan elektrolisis atau metode reduksi. Logam Li dan Na diekstraksi dengan metode elektrolisis, sedangkan logam K, Rb, Cs dengan metode reduksi karena logam K, Rb, Cs yang diperoleh dari metode elektrolisis cenderung larut dalam larutan garamnya.

1) Litium (Li)

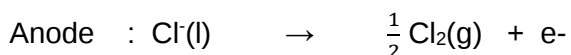
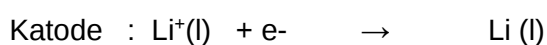
Ekstraksi logam litium dengan metode elektrolisis dimana sumber logam Li adalah mineral spodumene $[\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2]$. Spodumene dipanaskan pada suhu 100°C , lalu dicampur dengan H_2SO_4 panas, dan dilarutkan ke air untuk memperoleh larutan Li_2SO_4 . Kemudian Li_2SO_4 direaksikan dengan Na_2CO_3 untuk membentuk Li_2CO_3 yang sukar larut. Reaksinya adalah:



Setelah itu, Li_2CO_3 direaksikan dengan HCl untuk membentuk LiCl



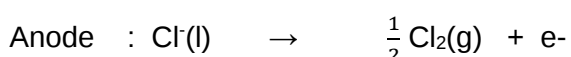
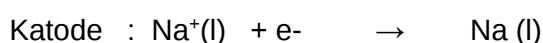
Li dapat diperoleh dari elektrolisis lelehan LiCl sebagai berikut:



Karena titik leleh LiCl tinggi ($> 600^\circ\text{C}$), biaya elektrolisis menjadi mahal. Namun, biaya dapat ditekan dengan cara menambahkan KCl (55% LiCl dan 45% KCl) yang dapat menurunkan titik leleh menjadi 430°C .

2) Natrium (Na)

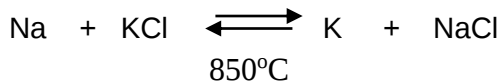
Sumber utama logam natrium adalah garam batu dan air laut. Na hanya dapat diperoleh dari elektrolisis lelehan NaCl menggunakan sel Down.





3) Kalium (K)

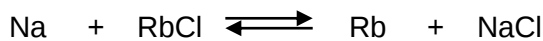
Sumber utama logam kalium adalah silvit (KCl). Logam K diperoleh dengan metode reduksi di mana lelehan KCl direaksikan dengan Na.



Reaksi ini berada dalam kesetimbangan. Karena K yang terbentuk mudah menguap, maka K dapat dikeluarkan dari sistem dan kesetimbangan akan bergeser ke kanan untuk terus memproduksi K.

4) Rubidium (Rb)

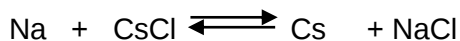
Logam Rb dibuat dengan mereduksi lelehan senyawa RbCl.



Reaksi ini berada dalam kesetimbangan. Karena Rb mudah menguap, maka Rb dapat diproduksi terus dengan cara yang sama seperti K.

5) Cesium (Cs)

Logam Cs dibuat dengan mereduksi lelehan CsCl



Reaksi ini berada dalam kesetimbangan. Karena Cs mudah menguap, maka Cs dapat diproduksi terus dengan cara yang sama seperti K.

2. Unsur Golongan Alkali Tanah (Golongan 2)

Logam alkali tanah adalah kelompok unsur kimia Golongan 2 pada tabel periodik. Kelompok ini terdiri dari berilium (Be), magnesium (Mg), kalsium (Ca), stronsium (Sr), barium (Ba), dan radium (Ra). Radium kadang tidak dianggap sebagai alkali tanah karena sifat radioaktif yang dimilikinya. Disebut logam karena memiliki sifat-sifat seperti logam, yakni padatan, mengkilap, mempunyai daya hantar panas dan daya hantar listrik yang baik. Disebut alkali karena mempunyai sifat alkalin atau basa jika direaksikan dengan air. Dan istilah tanah karena oksidasinya sukar larut dalam air, tidak dipengaruhi oleh panas tinggi, dan banyak ditemukan dalam bebatuan di kerak bumi.

a. Kelimpahan Unsur-unsur Golongan Alkali Tanah di Alam

Logam alkali tanah bersifat reaktif, sehingga hanya ditemukan di alam dalam bentuk senyawanya. Pada tabel 3.4 dapat dilihat keberadaan logam alkali tanah di alam yaitu:



Tabel 3.4 Kelimpahan Logam Alkali tanah di alam

Unsur	Persen di kerak bumi	Di alam
Berilium	-	Dalam Mineral beril [$\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_6)_3$], dan Krisoberil [Al_2BeO_4].
Magnesium	No. 7 terbanyak, 1,9%	Sebagai senyawa Magnesium Klorida [MgCl_2] di air laut dan deposit garam. Senyawa Karbonat dalam mineral magnesit [MgCO_3], Dolomit [$\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2$], serta dalam Senyawa Epsomit sulfat [$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$]
Kalsium	No. 5 terbanyak, 3,4%	Dalam senyawa karbonat [CaCO_3], Senyawa Fosfat [CaPO_4], Senyawa Sulfat [CaSO_4], Senyawa Fluorida [CaF_2]. Senyawa karbonat terdapat dalam kapur, batu kapur, dan marbel.
Stronsium	0,03%	Dalam mineral selestit (SrSO_4), dan strontianit
Barium	0,04%	Dalam mineral Baritin [BaSO_4], dan Mineral Witerit [BaCO_3]
Radium	0,33 ppm	Dalam pitchblende (bijih uranium)

b. Sifat Fisik Unsur-unsur Logam Alkali Tanah

Semua logam alkali tanah merupakan logam yang tergolong reaktif, meskipun kurang reaktif dibandingkan dengan unsur alkali. Alkali tanah juga memiliki sifat relatif lunak, tetapi lebih keras dibandingkan dengan logam alkali, dan dapat menghantarkan panas dan listrik dengan baik, kecuali Berilium. Logam ini juga memiliki kilapan logam.

Logam alkali tanah memiliki jari-jari atom yang besar dan harga ionisasi yang kecil. Dari Berilium ke Barium, nomor atom dan jari-jari atom semakin besar. Selain itu semua logam alkali tanah juga mempunyai kecenderungan teratur mengenai keelektronegatifan yang semakin kecil dan daya reduksi yang semakin kuat dari Berilium ke Barium

Titik leleh, titik didih logam alkali tanah secara umum semakin kebawah semakin menurun, sedangkan massa jenisnya semakin kebawah semakin besar. Sifat-sifat logam alkali tanah dapat dilihat pada tabel 3.5

Tabel 3.5 Sifat-sifat Logam Alkali Tanah

Sifat	Unsur					
	Be	Mg	Ca	Sr	Ba	Ra
Elektron terluar	$2s^2$	$3s^2$	$4s^2$	$5s^2$	$6s^2$	$7s^2$
Titik leleh ($^{\circ}\text{C}$)	1283	649	839	770	725	700



Sifat	Unsur					
	Be	Mg	Ca	Sr	Ba	Ra
Titik Didih (°C)	2484	1105	1484	1384	1640	1140
Massa jenis (g/cm ³)	1,85	1,74	1,55	2,60	3,51	5
Jari-jari atom (Å)	1,12	1,60	1,97	2,15	2,22	2,20
Jari-jari Ion, M ⁺ (Å)	0,59	0,85	1,14	1,32	1,49	-
Keelektronegatifan	1,5	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0
E ^o (volt): M ⁺ (aq) + e ⁻ → M(s)	-1,85	-2,37	-2,87	-2,89	-2,90	-2,92
Energi Ionisasi (kJ/mol)						
M(g) → M ⁺ (g) + e ⁻	899	738	599	550	503	509
M ⁺ (g) → M ²⁺ (g) + e ⁻	1757	1451	1145	1064	965	979
ΔH _o hydration (kJ/mol): M ⁺ (g) + xH ₂ O → M ⁺ (aq)	-	-1925	-1650	-1485	-	-
					1276	

(Sumber : Whitten_Davis_Peck, General Chemistry)

Berdasarkan tabel 3.5 tersebut, terlihat adanya keteraturan sifat dari unsur Be ke Ra dimana:

Konfigurasi elektronnya menunjukkan bahwa logam alkali tanah mempunyai elektron valensi ns². Selain jari-jari atomnya yang lebih kecil dibandingkan logam alkali, kedua elektron valensinya yang telah berpasangan mengakibatkan energi ionisasi logam alkali tanah lebih tinggi daripada alkali.

Logam alkali tanah memiliki jari-jari atom yang besar dan harga ionisasi yang kecil. Dari Berilium ke Barium, nomor atom dan jari-jari atom semakin besar. Selain itu semua logam alkali tanah juga mempunyai kecenderungan teratur mengenai keelektronegatifan yang semakin kecil dan daya reduksi yang semakin kuat dari Berilium ke Barium.

Meskipun energi ionisasinya tinggi, tetapi karena energi hidrasi dari ion M²⁺ dari alkali tanah lebih besar daripada energi hidrasi ion M⁺ dari alkali, mengakibatkan logam alkali tetap mudah melepaskan kedua elektron valensinya, sehingga lebih stabil sebagai ion M²⁺.

Jari-jari atomnya yang lebih kecil dan muatan intinya yang lebih besar mengakibatkan logam alkali tanah membentuk kristal dengan susunan yang lebih rapat, sehingga mempunyai sifat yang lebih keras daripada logam alkali dan massa jenisnya lebih tinggi.

Berilium mempunyai energi ionisasi yang sangat tinggi dan keelektronegatifan yang cukup besar, kedua hal ini menyebabkan berilium dalam berikatan cenderung membentuk ikatan kovalen.



Potensial elektrode (reduksi) standar logam alkali tanah menunjukkan harga yang rendah (negatif). Hal ini menunjukkan bahwa logam alkali tanah merupakan reduktor yang cukup kuat, bahkan kalsium, stronsium, dan barium mempunyai daya reduksi yang lebih kuat daripada natrium.

Titik didih dan titik leleh logam alkali tanah lebih tinggi daripada suhu ruangan. Oleh karena itu, unsur-unsur logam alkali tanah berwujud padat pada suhu ruangan.

c. Sifat Kimia Unsur-unsur Logam Alkali Tanah

Sifat kimia atau kereaktifan logam alkali tanah bergantung pada kecenderungan unsur untuk melepas atau menarik elektron. Tiap logam memiliki konfigurasi elektron sama seperti gas mulia atau golongan 18, setelah di tambah 2 elektron pada lapisan kulit s paling luar. Contohnya konfigurasi elektron pada Magnesium (Mg) yaitu : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ atau (Ne) $3s^2$. Ikatan yang dimiliki kebanyakan senyawa logam alkali tanah adalah ikatan ionik. Karena, elektron paling luarnya telah siap untuk di lepaskan, agar mencapai kestabilan. Konfigurasi elektrom alkali tanah dapat dilihat pada tabel 3.6

Tabel 3.6 Konfigurasi elektron logam alkali tanah

Unsur	Nomor Atom	Konfigurasi Elektron
Be	4	[He] $2s^2$
Mg	12	[Ne] $3s^2$
Ca	20	[Ar] $4s^2$
Sr	38	[Kr] $5s^2$
Ba	56	[Xe] $6s^2$
Ra	88	[Rn] $7s^2$

Setiap atom logam alkali tanah memiliki 2 elektron valensi pada subkulit s terluarnya. Untuk mencapai konfigurasi elektron yang stabil atom logam alkali tanah perlu melepaskan 2 elektron valensinya membentuk ion +2 atau memiliki bilangan oksidasi 2, kecuali Be ditemukan senyawanya dalam bentuk ion +3. Kemampuan logam alkali tanah untuk melepaskan elektronnya ditunjukkan oleh energi ionisasinya (lihat tabel 3.5 sifat-sifat logam alkali tanah). Dengan nilai energi ionisasi yang cukup rendah, maka logam alkali tanah tergolong reaktif, meskipun tidak sereaktif logam alkali. Bila dilihat dari tabel 3.5 bahwa kereaktifan logam alkali tanah cenderung meningkat dari Be ke Ra. Peningkatan kereaktifan dari Be ke Ra ini dapat dijelaskan dari keteraturan sifat-sifat atomiknya, khususnya jari-jari atom dan energi ionisasinya dimana nilai jari-jari

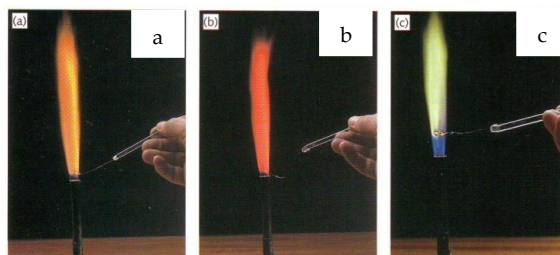


atom yang bertambah dari Be ke Ra menunjukkan bahwa elektron valensi semakin lemah terikat ke inti, dan nilai energi ionisasinya yang berkurang dari Be ke Ra menunjukkan semakin mudah bagi logam alkali tanah untuk melepaskan elektron valensinya, maka dapat disimpulkan bahwa kereaktifan logam alkali tanah meningkat dari Be ke Ra.

Unsur alkali tanah memiliki reaktifitas tinggi, sehingga tidak ditemukan dalam bentuk monoatomik, unsur ini mudah bereaksi dengan oksigen, dan logam murni yang ada di udara, membentuk lapisan luar pada oksigen. Unsur golongan ini bersifat basa, sama seperti unsur golongan alkali, namun tingkat kebasaannya lebih lemah. Senyawa $\text{Be}(\text{OH})_2$ bersifat amfoter. Artinya bisa bersifat asam atau pun basa. Sedangkan unsur Ra bersifat Radioaktif.

d. Reaksi Nyala pada Logam Alkali Tanah

Reaksi nyala untuk unsur logam alkali tanah dapat dilihat pada gambar 3.4 di bawah ini :



Gambar 3.4 Tes nyala (a) Kalsium (merah bata), (b) Stronsium (merah tua) (c) Barium (hijau muda)

(Sumber: Richard, Chemistry IGCSE)

Warna nyala yang dipancarkan oleh Stronsium dan barium sangat indah sehingga biasanya Sr dan Ba digunakan sebagai kembang api atau sebagai tanda isyarat dalam bidang kemiliteran. Magnesium tidak memberikan warna nyala yang khas. Logam magnesium jika terbakar hebat berkilau (sangat terang) menimbulkan cahaya putih.

e. Reaksi-reaksi Logam Alkali Tanah

Semua logam alkali tanah teroksidasi menjadi oksidanya di udara, kecuali logam Be. Oksida golongan 2 kecuali BeO adalah bersifat basa dan bereaksi dengan air membentuk senyawa hidroksida. Berilium hidroksida, $\text{Be}(\text{OH})_2$ tidak larut



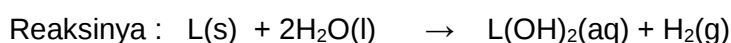
dalam air dan bersifat ampoter. Magnesium hidroksida $\text{Mg}(\text{OH})_2$ sedikit larut dalam air. Senyawa hidroksida dari Ca, Sr, dan Ba adalah basa kuat.

Alkali tanah termasuk logam yang reaktif, namun Berilium adalah satu-satunya unsur alkali tanah yang kurang reaktif, bahkan tidak bereaksi dengan air. Berilium bereaksi dengan larutan basa membentuk senyawa kompleks, $[\text{Be}(\text{OH})_4]^{2-}$ dan H_2 . Magnesium bereaksi lambat dengan uap air menghasilkan MgO dan H_2 . Ca, Sr dan Ba bereaksi dengan air pada 25°C membentuk senyawa hidroksida dan H_2 . Logam alkali tanah bersifat pereduksi kuat.

Semakin ke bawah, sifat pereduksi ini semakin kuat. Hal ini ditunjukkan oleh kemampuan bereaksi dengan air yang semakin meningkat dari Berilium ke Barium. Selain dengan air unsur logam alkali tanah juga bisa bereaksi dengan Oksigen, Nitrogen, Halogen dan Hidrogen. Adapun reaksi-reaksi unsur alkali tanah adalah sebagai berikut:

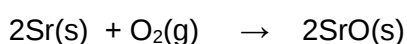
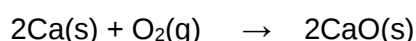
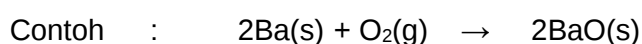
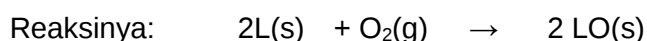
1) Reaksi Logam Alkali Tanah dengan Air

Berilium tidak bereaksi dengan air, sedangkan logam Magnesium bereaksi sangat lambat dan hanya dapat bereaksi dengan air panas. Logam Kalsium, Stronsium, Barium, dan Radium bereaksi sangat cepat dan dapat bereaksi dengan air dingin. Logam alkali tanah bereaksi dengan air membentuk senyawa hidroksida.



2) Reaksi Logam Alkali Tanah dengan Oksigen

Berilium dan Magnesium membentuk oksida (BeO dan MgO) hanya pada suhu tinggi, sedangkan CaO , SrO dan BaO terbentuk pada suhu kamar. Oksida Berilium dan Magnesium yang terbentuk akan menjadi lapisan pelindung pada permukaan logam. Barium dapat membentuk senyawa peroksida (BaO_2)



Pembakaran magnesium di udara dengan oksigen terbatas pada suhu tinggi akan dapat menghasilkan Magnesium Nitrida (Mg_3N_2)

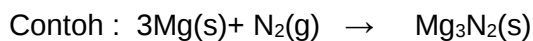


Bila Mg_3N_2 direaksikan dengan air maka akan didapatkan gas NH_3



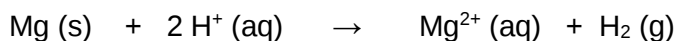
3) Reaksi Logam Alkali Tanah Dengan Nitrogen

Logam alkali tanah yang terbakar di udara akan membentuk senyawa oksida dan senyawa Nitrida dengan demikian Nitrogen yang ada di udara bereaksi juga dengan Alkali Tanah.



4) Reaksi Logam Alkali Tanah Dengan Asam

Magnesium bereaksi dengan asam membentuk gas oksigen :



Kalsium, stronsium, dan barium juga bereaksi dengan asam menghasilkan gas hidrogen. Tetapi, karena logam-logam ini juga menyerang air, dua reaksi yang berbeda akan terjadi secara serentak.

5) Reaksi Logam Alkali Tanah Dengan Halogen

Semua logam Alkali Tanah bereaksi dengan halogen dengan cepat membentuk garam Halida, kecuali Berilium. Oleh karena daya polarisasi ion Be^{2+} terhadap pasangan elektron Halogen kecuali F^- , maka BeCl_2 berikatan kovalen. Sedangkan alkali tanah yang lain berikatan ion.



f. Kelarutan Senyawa Alkali Tanah

Senyawa alkali tanah pada umumnya sukar larut dibandingkan senyawa alkali. Kelarutan senyawa alkali tanah berbeda-beda tergantung pada nomor atom ion logamnya dan jenis anionnya. Apa yang terjadi jika larutan 0,1 M dari ion Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} dan Ba^{2+} direaksikan dengan larutan sulfat, karbonat, oksalat, kromat dan basa? Perhatikan tabel 3.7, bagaimana kelarutan senyawa-senyawa alkali tanah berdasarkan data percobaan.



Tabel 3.7 Hasil reaksi larutan yang mengandung ion Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} dan Ba^{2+} dengan berbagai pereaksi (0,1 M)

Larutan kation	Pereaksi (0,1 M)				
	NaOH	Na ₂ SO ₄	Na ₂ CO ₃	Na ₂ C ₂ O ₄	K ₂ CrO ₄
Mg ²⁺	Endapan putih	Tak ada endapan	Endapan putih	Tidak ada endapan	Tidak ada endapan
Ca ²⁺	Sedikit endapan putih	Tak ada endapan	Endapan putih	Endapan putih	Tidak ada endapan
Sr ²⁺	Tidak ada endapan	Endapan putih	Endapan putih	Endapan putih	Tidak ada endapan
Ba ²⁺	Tidak ada endapan	Banyak endapan putih	Endapan putih	Banyak endapan putih	Endapan kuning

Berdasarkan tabel 3.7 senyawa hidroksida atau basa alkali tanah dari atas ke bawah dalam satu golongan makin mudah larut, artinya ion logam dan ion hidroksidanya mudah terurai. Hal ini menunjukkan sifat basanya, makin ke bawah makin kuat. Senyawa alkali tanah dengan sulfat, karbonat, oksalat, dan kromat dari atas ke bawah makin sukar larut. Kelarutan beberapa senyawa alkali tanah dapat pula dipelajari berdasarkan harga kelarutan dan K_{sp} nya. Perhatikan tabel 3.8 dibawah.

Tabel 3.8 Harga Kelarutan dan K_{sp} beberapa senyawa alkali tanah pada suhu 25°C.

Senyawa	Kelarutan	K _{sp}	Senyawa	Kelarutan	K _{sp}
MgSO ₄	$3,6 \cdot 10^{-1}$	$1,26 \cdot 10^{-1}$	Mg(NO ₃) ₂	4,9	Besar
CaSO ₄	$11 \cdot 10^{-3}$	$1,21 \cdot 10^{-4}$	Ca(NO ₃) ₂	7,7	Besar
SrSO ₄	$62 \cdot 10^{-3}$	$3,84 \cdot 10^{-7}$	Sr(NO ₃) ₂	3,4	Besar
BaSO ₄	$9 \cdot 10^{-6}$	$8,1 \cdot 10^{-11}$	Ba(NO ₃) ₂	$3,5 \cdot 10^{-1}$	$1,7 \cdot 10^{-1}$
MgCO ₃	$13 \cdot 10^{-4}$	$1,69 \cdot 10^{-6}$	MgCl ₂	3,6	Besar
CaCO ₃	$13 \cdot 10^{-5}$	$1,69 \cdot 10^{-8}$	CaCl ₂	5,5	Besar
SrCO ₃	$7 \cdot 10^{-5}$	$4,9 \cdot 10^{-9}$	Sr Cl ₂	2,0	Besar
BaCO ₃	$9 \cdot 10^{-5}$	$8,1 \cdot 10^{-9}$	BaCl ₂	4,9	Besar
MgCrO ₄	8,5	Besar	Mg(OH) ₂	$2 \cdot 10^{-4}$	$3,1 \cdot 10^{-11}$
CaCrO ₄	$8,7 \cdot 10^{-1}$	$7,56 \cdot 10^{-1}$	Ca(OH) ₂	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-8}$
SrCrO ₄	$5,8 \cdot 10^{-4}$	$7,92 \cdot 10^{-7}$	Sr(OH) ₂	$3,1 \cdot 10^{-1}$	$1,4 \cdot 10^{-1}$
BaCrO ₄	$1,1 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-12}$	Ba(OH) ₂	$2,4 \cdot 10^{-1}$	$1,1 \cdot 10^{-1}$

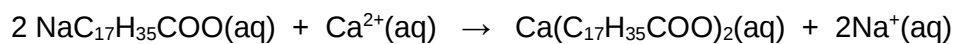
Berdasarkan tabel 3.8 di atas dapat dilihat harga K_{sp} untuk garam logam alkali tanah dengan anion -1 seperti NO₃⁻, Cl⁻ lebih besar dari harga K_{sp} untuk garam alkali tanah dengan anion -2, seperti SO₄²⁻ dan CrO₄²⁻. Maka dapat disimpulkan bahwa:

- Garam alkali tanah dengan anion bermuatan -1, mudah larut dalam air;
- Garam alkali tanah dengan anion bermuatan -2, sukar larut dalam air.



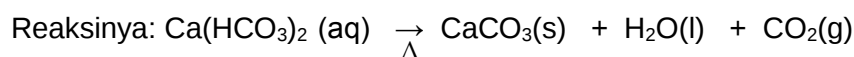
g. Air Sadah

Pernahkah anda memperhatikan pada saat mencuci tangan yang penuh dengan kapur sabun tidak berbusa? Kapur mengandung senyawa kalsium yang dapat menghasilkan ion Ca^{2+} jika dilarutkan dalam air. Air yang mengandung ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} serta anion Cl^- , SO_4^{2-} dan HCO_3^- disebut dengan air sadah. Air sadah tidak sesuai untuk kegiatan mencuci dengan sabun ($\text{NaC}_{17}\text{H}_{35}\text{COO}$). Hal ini dikarenakan ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} dalam air sadah dapat mengendapkan sabun membentuk endapan minyak (*scum*) yang terapung dipermukaan air. Dengan demikian sabun hanya sedikit membuih dan daya pembersih sabun berkurang.



Air sadah juga tidak baik untuk industri karena di pabrik-pabrik air sadah dapat merusak ketel uap, karena jika dipanaskan akan menimbulkan kerak pada dasar ketel dan akan menghambat proses pemanasan air. Ada dua jenis air sadah yaitu air sadah sementara dan air sadah tetap.

Air sadah sementara yaitu air sadah yang mengandung anion-anion bikarbonat HCO_3^- , contohnya $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ dan $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, kesadahan ini dapat dihilangkan dengan cara pemanasan.



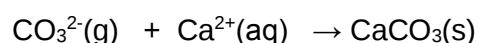
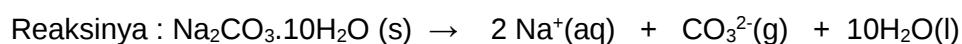
Dengan pemanasan CaCO_3 akan mengendap, sehingga air tidak mengandung ion Ca^{2+} lagi.

Air sadah tetap yaitu air sadah yang mengandung ion klorida atau sulfat (Cl^- atau SO_4^{2-}), contohnya : CaCl_2 , MgCl_2 , CaSO_4 dan MgSO_4 .

Kesadahan tetap dapat dihilangkan dengan :

- Penambahan ion karbonat

Soda pencuci ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) yang ditambahkan ke dalam air sadah yang mengandung CaSO_4 , dapat mengendapkan ion Ca^{2+} menjadi endapan CaCO_3

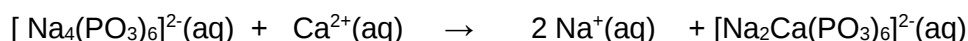
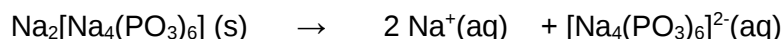


- Menggunakan zat pelunak air

Natrium heksametafosfat atau $\text{Na}_2[\text{Na}_4(\text{PO}_3)_6]$ dapat digunakan untuk melunakkan air sadah yang mengandung Ca^{2+} dan Mg^{2+} . Kedua ion ini akan



diubah menjadi ion kompleks yang mudah larut sehingga tidak dapat bergabung dengan ion stearat dari sabun.

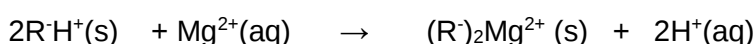


- Menggunakan resin penukar ion

Alat purifikasi air dirumah tangga ada yang menggunakan resin penukar ion. Resin ini berfungsi untuk mengikat semua kation dan anion yang ada di dalam air sadah, resin ini terdiri dari dua jenis yaitu:

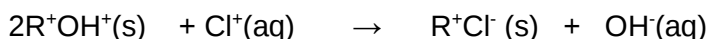
- Resin Penukar kation

Resin kation mengandung gugus negatif yang mengikat ion H^+ . Sewaktu air melewatinya, kation dalam air sadah (Ca^{2+} dan Mg^{2+}) akan terikat ke gugus negatif sedangkan ion H^+ akan dilepas. Jika R adalah resin, maka:

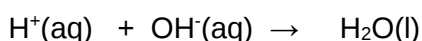


- Resin penukar anion

Resin anion mengandung gugus positif yang mengikat ion OH^- . Sewaktu air melewatinya, anion dalam air sadah (SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , Cl^-) akan terikat ke gugus positif, sedangkan ion OH^- akan lepas.



Ion H^+ dan OH^- yang dilepas oleh kedua resin di atas akan bergabung membentuk air.



Setelah beberapa waktu digunakan. Resin dapat menjadi jenuh. Resin dapat diregenerasi dengan cara mencuci resin dengan larutan asam dan resin anion dengan larutan basa.

h. Kegunaan logam alkali tanah dalam kehidupan sehari-hari

Kegunaan logam alkali tanah sangat luas, mulai dari rumah tangga sampai industri dan reaktor nuklir.

- Berilium (Be):
 - Berilium digunakan untuk memadukan logam agar lebih kuat tetapi ringan.
 - Berilium digunakan untuk mengontrol reaksi fisi pada reaktor nuklir
- Magnesium (Mg)
 - Campuran magnesium dengan logam lain digunakan pada alat rumah tangga
 - Digunakan pada proteksi katodik (melindungi korosi pada logam)



- Senyawa $\text{Mg}(\text{OH})_2$ digunakan dalam pasta gigi dan sebagai pencegah maag
- Kalsium (Ca)
 - Senyawa CaSO_4 digunakan untuk membuat gips yang berfungsi untuk membalut tulang yang patah.
 - $\text{Ca}(\text{OH})_2$ digunakan sebagai pengatur pH air limbah dan juga sebagai sumber basa yang harganya relatif murah
 - Kalsium Karbida (CaC_2) disebut juga batu karbit merupakan bahan untuk pembuatan gas asetilena (C_2H_2) yang digunakan untuk pengelasan.
- Stronsium (Sr)
 - Stronsium dalam $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ memberikan warna merah pada kembang api.
 - Stronsium klorida digunakan pada pasta gigi untuk gigi sensitif
- Barium (Ba)
 - BaSO_4 digunakan sebagai pewarna pada plastik
 - $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ digunakan untuk memberikan warna hijau pada kembang api.
- Radium (Ra)
 - Ra digunakan sebagai sumber neutron dalam percobaan fisika.

Ra bersifat radioaktif dan dalam bentuk RaCl_2 dimanfaatkan untuk menghasilkan gas radon (Rn) yang digunakan sebagai pengobatan kanker.

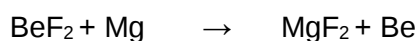
i. Pembuatan Unsur-unsur Logam alkali tanah

Ekstraksi adalah pemisahan suatu unsur dari suatu senyawa. Logam alkali tanah dapat diekstraksi dari senyawanya. Untuk mengekstraksinya kita dapat menggunakan dua cara, yaitu metode reduksi dan metode elektrolisis.

- **Berilium (Be)**

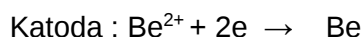
Metode reduksi :

Untuk mendapatkan berilium, bisa didapatkan dengan mereduksi BeF_2 . Sebelum mendapatkan BeF_2 , kita harus memanaskan beril $[\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_6)_3]$ dengan Na_2SiF_6 hingga 700°C . Karena beril adalah sumber utama berilium.



Metode Elektrolisis:

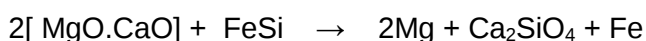
Be dapat diekstraksi dari lelehan BeCl_2 yang telah ditambah NaCl. Penambahan NaCl karena BeCl_2 tidak dapat menghantarkan listrik dengan baik. Reaksi yang terjadi adalah :



• Magnesium (Mg)

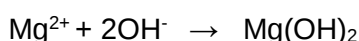
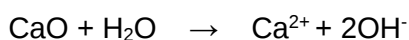
Metode Reduksi (proses kalsinasi)

Sumber Mg dari dolomit $[\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2]$. Dolomite dipanaskan sehingga terbentuk $\text{MgO} \cdot \text{CaO}$. lalu $\text{MgO} \cdot \text{CaO}$ dipanaskan dengan FeSi untuk menghasilkan Mg.



Metode Elektrolisis

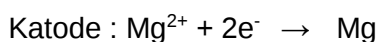
Sumber utama Mg adalah air laut. Mg dari air laut diperoleh dengan mereaksikan air laut dengan CaO . Reaksi yang terjadi :



Selanjutnya $\text{Mg}(\text{OH})_2$ direaksikan dengan HCl Untuk membentuk MgCl_2



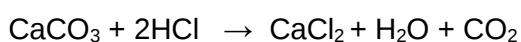
Mg dapat diperoleh dari elektrolisis lelehan MgCl_2 sebagai berikut :



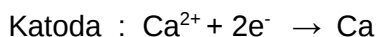
• Kalsium (Ca)

Metode Elektrolisis

Batu kapur (CaCO_3) adalah sumber utama untuk mendapatkan kalsium (Ca). Untuk mendapatkan kalsium, kita dapat mereaksikan CaCO_3 dengan HCl agar terbentuk senyawa CaCl_2 . Reaksi yang terjadi :



Setelah mendapatkan CaCl_2 , kita dapat mengelektrolisisnya agar mendapatkan kalsium (Ca). Reaksi yang terjadi :



Metode Reduksi

Logam kalsium (Ca) juga dapat dihasilkan dengan mereduksi CaO oleh Al atau dengan mereduksi CaCl_2 oleh Na.

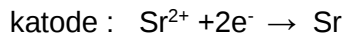




- **Strontium (Sr)**

Metode Elektrolisis

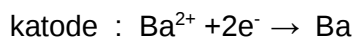
Sumber utama Sr adalah selestit [SrSO_4]. Senyawa ini diproses menjadi SrCl_2 . Sr dapat diperoleh dari elektrolisis lelehan SrCl_2 , reaksi yang terjadi ;



- **Barium (Ba)**

Metode Elektrolisis

Barit (BaSO_4) adalah sumber utama untuk memperoleh Barium (Ba). Senyawa ini diproses menjadi BaCl_2 . Ba dapat diperoleh dari elektrolisis lelehan BaCl_2 . Reaksi yang terjadi :



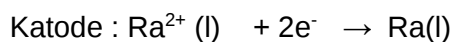
Metode Reduksi

Selain dengan elektrolisis, barium bisa kita peroleh dengan mereduksi BaO oleh Al. Reaksi yang terjadi : $6\text{BaO} + 2\text{Al}_3 \rightarrow \text{Ba} + \text{Ba}_3\text{Al}_2\text{O}_6$.

- **Radium (Ra)**

Metode elektrolisis

Ra dapat diperoleh dari elektrolisis lelehan RaCl_2 sebagai berikut :



disini digunakan elektrode Hg yang memberikan senyawa Radium amalgam.

Logam Ra kemudian dipisahkan dari Hg dengan destilasi.

D. Aktivitas Pembelajaran

Setelah mengkaji materi kimia unsur 1 (unsur golongan alkali dan alkali tanah), Anda dapat mempelajari kegiatan non eksperimen dan eksperimen yang dalam modul ini disajikan petunjuknya dalam lembar kegiatan. Untuk kegiatan eksperimen, Anda dapat mencobanya mulai dari persiapan alat bahan, melakukan percobaan dan membuat laporannya. Sebaiknya Anda mencatat hal-hal penting untuk keberhasilan percobaan. Ini sangat berguna bagi Anda sebagai catatan untuk mengimplementasikan di sekolah .



Lembar Kerja 1. Mengidentifikasi Unsur-unsur yang Terdapat Dalam Produk Sehari-hari

I. Pendahuluan

Pada sistem periodik, unsur dikelompokkan menjadi dua, yaitu unsur golongan utama dan unsur golongan transisi. Keberadaan unsur-unsur di alam memberikan keuntungan bagi manusia. Berbagai barang kebutuhan manusia dapat tercukupi dengan adanya unsur-unsur tersebut. Sebagai contohnya adalah senyawa magnesium hidroksida yaitu $Mg(OH)_2$ senyawa magnesium hidroksida ini terdapat dalam obat maag yang berfungsi untuk menetralkan asam lambung yang berlebih.

II. Tujuan

Mengidentifikasi keberadaan unsur/senyawa alkali dan alkali tanah dalam produk sehari-hari

III. Pedoman Kerja dan Pengamatan

1. Amati beberapa produk yang ada disekitar Anda, misalnya pembersih lantai, obat, sabun mandi, pasta gigi.
2. Amati komposisi produk tersebut dengan teliti.
3. Catatlah hasil pengamatan Anda dalam tabel pengamatan dibawah ini :

No.	Nama Produk	Unsur yang terkandung	Kegunaan

4. Dari hasil data pengamatan tersebut jelaskan bagaimana dampak penggunaan unsur tersebut untuk manusia dan lingkungan !



Lembar Kerja 2 : Reaksi Nyala pada Logam Alkali dan Alkali Tanah

I. Pendahuluan

Pernahkan melihat kembang api yang berwarna-warni, mengapa demikian? Logam alkali dan alkali tanah mempunyai sifat karakteristik warna nyala. Jika unsur atau senyawa alkali dipanaskan, maka akan dihasilkan warna-warna terang yang karakteristik untuk setiap logam alkali. Warna yang khas ini disebabkan oleh penyerapan energi panas oleh atom dan elektron yang berpindah ke tingkat energi yang lebih tinggi. Jika elektron kembali ke tingkat energi semula, energi yang sama besar dengan energi yang diserap dipancarkan kembali dalam bentuk energi radiasi yang dapat di deteksi oleh retina mata sebagai warna yang khas.

II. Tujuan

Mengamati warna nyala dari berbagai senyawa logam alkali dan alkali tanah

III. Alat dan Bahan

Alat :

Tabung Reaksi

Kaca Arloji

Kawat Nikrom

Lampu spiritus

Bahan :

HCl Pekat

Garam-garam dari : LiCl, NaCl, KCl, MgCl, CaCl₂, BaCl₂, SrCl₂,

IV. Cara Kerja

1. Tempatkan senyawa yang akan diuji pada kaca arloji dan berilah label.
2. Bersihkan kawat nikrom dengan cara mencelupkannya ke dalam larutan HCl pekat, Kemudian bakar dengan nyala api yang panas. Ulangi langkah 2 sampai kawat nikrom bersih (tidak memberikan warna nyala lain).
3. Celupkan kawat nikrom yang sudah bersih pada garam NaCl, lalu bakar dengan nyala api. Amati dan catat warna nyala.
4. Ulangi langkah 3 untuk senyawa garam yang lainnya.

V. Pengamatan

Perhatikan dan amati nyala yang dihasilkan dari setiap logam yang diuji. Tuliskan dan buatlah tabel pengamatannya!

VI. Pertanyaan

1. Mengapa senyawa-senyawa logam memberikan warna nyala yang khas?
2. Apa sebabnya nyala yang diperoleh dari reaksi nyala tersebut dapat dilihat oleh mata ?



E. Latihan/Kasus/Tugas

Soal Alkali

1. Diantara logam alkali berikut ini, yang memiliki jari-jari atom paling kecil adalah...
A. natrium C. kalium
B. rubidium D. cesium
2. Logam Alkali adalah reduktor kuat, karena....
A. sangat mudah melepaskan elektron
B. keelektronegatifannya tinggi
C. merupakan logam
D. mempunyai daya hantar listrik
3. Logam alkali yang apabila dipanaskan memiliki warna nyala Violet pucat adalah....
A. Li C. Na
B. K D. Rb
4. Rumus reaksi kimia Kalium dengan halogen adalah....
A. $2\text{K(s)} + 2\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 2\text{KOH(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$
B. $4\text{K(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{K}_2\text{O(s)}$
C. $2\text{K(s)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{KCl(s)}$
D. $2\text{K(s)} + \text{H}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{K}_2\text{H(s)}$
5. Unsur alkali (M) dapat membentuk berbagai oksida, seperti di bawah ini :
a) MO_2 b) M_2O_2 c) M_2O
Oksida yang paling mungkin terbentuk dari Na adalah
A. a,b,c C. a,c
B. b,c D. a,d
6. Urutan kekuatan basa logam alkali yang benar adalah...
A. $\text{KOH} > \text{NaOH} > \text{LiOH}$
B. $\text{NaOH} > \text{KOH} > \text{LiOH}$
C. $\text{NaOH} < \text{LiOH} < \text{KOH}$
D. $\text{KOH} < \text{NaOH} < \text{LiOH}$



7. Logam alkali yang memiliki karakteristik; memiliki dua garis biru yang terang dan beberapa di bagian merah, kuning dan hijau adalah,....
 - A. Rb
 - B. Na
 - C. Cs
 - D. Fr
8. Logam alkali yang bereaksi dengan halogena akan membentuk....
 - A. hibrida
 - B. halida
 - C. Natrium oksida
 - D. hidrogen
9. Diantara sifat-sifat berikut, yang bukan merupakan sifat logam alkali adalah....
 - A. merupakan unsur yang sangat reaktif
 - B. terdapat dalam keadaan bebas di alam
 - C. dibuat dengan cara elektrolisis leburan garamnya
 - D. ionnya bermuatan satu
10. Logam alkali yang digunakan pada lampu penerangan jalan adalah...
 - A. kalium
 - B. katrium
 - C. cesium
 - D. rubidium

Soal Alkali Tanah

1. Unsur alkali tanah yang terbentuk dari peluruhan uranium adalah....
 - A. Be
 - B. Ba
 - C. Ca
 - D. Ra
2. Unsur logam alkali tanah yang bersifat amfoter adalah....
 - A. berilium
 - B. barium
 - C. magnesium
 - D. radium
3. Suatu larutan mengandung ion alkali tanah jika ditambah larutan K_2CrO_4 terjadi endapan kuning, jika ditambah larutan Na_2SO_4 terjadi endapan putih, maka ion alkali tanah tersebut adalah ...
 - A. Ca^{2+}
 - B. Mg^{2+}
 - C. Sr^{2+}
 - D. Ba^{2+}
4. Senyawa hidroksida logam alkali tanah yang dalam bentuk suspensi digunakan sebagai obat sakit lambung adalah
 - A. $Be(OH)_2$
 - C. $Ca(OH)_2$



- B. $\text{Mg}(\text{OH})_2$ D. $\text{Sr}(\text{OH})_2$
5. Air sadah yang kesadahannya dapat dilunakkan dengan mendidihkan air tersebut, mengandung garam....
- A. CaCl_2 C. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
B. MgCl_2 D. MgCO_3
6. Unsur alkali tanah yang terbentuk dari peluruhan uranium adalah....
- A. Be C. Ca
B. Ba D. Ra
7. Unsur logam alkali tanah yang bersifat amfoter adalah....
- A. berilium C. magnesium
B. barium D. radium
8. Suatu larutan mengandung ion alkali tanah jika ditambah larutan K_2CrO_4 terjadi endapan kuning, jika ditambah larutan Na_2SO_4 terjadi endapan putih, maka ion alkali tanah tersebut adalah....
- A. Ca^{2+} C. Sr^{2+}
B. Mg^{2+} D. Ba^{2+}
9. Senyawa hidroksida logam alkali tanah yang dalam bentuk suspensi digunakan sebagai obat sakit lambung adalah....
- A. $\text{Be}(\text{OH})_2$ C. $\text{Ca}(\text{OH})_2$
B. $\text{Mg}(\text{OH})_2$ D. $\text{Sr}(\text{OH})_2$
10. Air sadah yang kesadahannya dapat dilunakkan dengan mendidihkan air tersebut, mengandung garam....
- A. CaCl_2 C. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
B. MgCl_2 D. MgCO_3

F. RANGKUMAN

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, serta sifat kimia unsur seperti kereaktifan, keelektronegatifan, sifat oksidator, sifat reduktor dan sifat khusus lainnya. Logam Alkali (golongan 1) bersifat lunak, titik lelehnya rendah, rapat jenis kecil (lebih kecil dari pada air), energi ionisasi dan



keelektronegatifannya kecil (menandakan logamnya reaktif) serta harga potensial oksida standarnya besar (menunjukkan reduktor yang kuat). Logam alkali semuanya reaktif. Sehingga logam tersebut harus disimpan di dalam minyak supaya tidak bereaksi dengan oksigen dan uap air di udara.

Logam alkali tanah (golongan 2) mempunyai titik leleh, titik didih dan energi ionisasi lebih tinggi daripada logam alkali. Rapat jenisnya lebih besar daripada logam alkali, dan potensial oksidasi logam alkali tanah lebih rendah daripada logam alkali. Semua logam alkali tanah merupakan logam yang tergolong reaktif, meskipun kurang reaktif dibandingkan dengan unsur alkali.

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 melanjutkan mempelajari Kegiatan Belajar selanjutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 80%, sebaiknya Anda ulangi kembali kegiatan belajar ini.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4:

KIMIA KARBON 1 (ASAM KARBOKSILAT DAN ESTER)

Senyawa asam karboksilat dan ester banyak ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Asam organik telah diketahui lama sebelum asam anorganik. Anda tentu lebih mengenal asam anorganik (HCl dan H_2SO_4) daripada asam organik, akan tetapi suku-suku primitif lebih mengenal asam organik seperti asam asetat yang mereka dapatkan ketika reaksi fermentasi yang mereka lakukan terlalu lama sehingga menghasilkan cuka, bukan alkohol. **Asam format** atau **asam formiat** (nama sistematis: **asam metanoat**) adalah asam karboksilat yang paling sederhana. Asam format secara alami antara lain terdapat pada sengat lebah dan semut, sehingga dikenal pula sebagai **asam semut**. Asam format merupakan senyawa antara yang penting dalam banyak sintesis bahan kimia. Rumus kimia asam format dapat dituliskan sebagai HCOOH atau CH_2O_2 . Telah diketahui bahwa asam format dihasilkan banyak serangga dari bangsa Hymenoptera, misalnya lebah dan semut sebagai alat serang atau alat bertahan. Apabila semut "mengigit" (sebenarnya menjepit), ia juga menyemprotkan asam format dari *acidophore* untuk memperkuat rasa sakit pada korbannya. Senyawa kimia turunan asam format, misalnya kelompok garam dan ester, dinamakan *format* atau *metanoat*. Ion format memiliki rumus kimia HCOO^- .

Senyawa ester telah banyak digunakan di berbagai bidang dalam kehidupan di dunia, salah satunya adalah pada bidang pengharum. Banyak senyawa ester yang mempunyai aroma yang harum, sehingga saat ini telah banyak bahan pengharum yang terbuat dari senyawa ester. Kebanyakan ester merupakan zat yang berbau enak dan menyebabkan cita rasa dan harum dari banyak buah-buahan dan bunga. Benzil asetat adalah sejenis senyawa organik dengan rumus molekul $\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}_2$. Senyawa ini merupakan ester yang dihasilkan dari kondensasi benzil alkohol dan asam asetat. Benzil asetat ditemukan secara alami di



kebanyakan bunga. Ia merupakan kandungan utama minyak esensial bunga melati dan kenanga. Ia memiliki aroma yang wangi seperti bunga melati. Oleh karenanya, ia digunakan secara meluas pada produk-produk parfum dan kosmetik.

Materi kimia karbon merupakan materi kimia SMA, pada Kurikulum 2013 disajikan di kelas XII semester 2 dengan Kompetensi Dasar (KD) sebagai berikut KD dari Kompetensi Inti 3 (KI 3) 3.7 Menganalisis struktur, tata nama, sifat dan kegunaan senyawa karbon (halo alkana, alkanol, alkoksi alkana, alkanal, alkanon, asam alkanoat, dan alkil alkanoat) dan 3.8 Menganalisis struktur, tata nama, sifat, dan kegunaan benzena dan turunannya.

KD dari KI 4 Aspek Keterampilan meliputi kompetensi dasar: 4.7 Menalar dan menganalisis struktur, tata nama, sifat dan kegunaan senyawa karbon (halo alkana, alkanol, alkoksi alkana, alkanal, alkanon, asam alkanoat, dan alkil alkanoat). 4.8 Menalar dan menganalisis struktur, tata nama, sifat, dan kegunaan benzena dan turunannya

Kompetensi guru pada diklat PKB untuk materi ini adalah 20.1 Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

A. Tujuan

Setelah mempelajari modul ini Anda diharapkan dapat memahami asam karboksilat dan ester serta kegunaannya dalam kehidupan sehari-hari

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator yang diharapkan dikuasai adalah:

1. menjelaskan struktur, tatanama dan isomer senyawa senyawa asam karboksilat dan ester;
2. menganalisis sifat senyawa asam karboksilat dan ester;
3. menjelaskan kegunaan senyawa asam karboksilat dan ester.



C. Uraian Materi

1. Asam Karboksilat

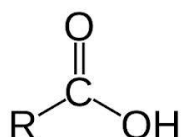
Asam karboksilat adalah asam organik yang diidentikkan dengan gugus karboksil. Asam karboksilat merupakan asam Bronsted-Lowry (donor proton). Garam dan anion asam karboksilat dinamakan karboksilat. Asam karboksilat merupakan senyawa polar, dan membentuk ikatan hidrogen satu sama lain. Pada fasa gas, asam karboksilat dalam bentuk dimer. Dalam larutan asam karboksilat merupakan asam lemah yang sebagian molekulnya terdisosiasi menjadi H^+ dan $RCOO^-$. Contoh : pada temperatur kamar, hanya 0,02% dari molekul asam asetat yang terdisosiasi dalam air. Asam karboksilat alifatik rantai pendek (atom karbon <18) dibuat dengan karbonilasi alkohol dengan karbon monoksida. Untuk rantai panjang dibuat dengan hidrolisis trigliserida yang biasa terdapat pada minyak hewan dan tumbuhan.

a. Struktur

Rumus umum asam karboksilat adalah $R-COOH$ atau $Ar-COOH$

R = alkil; Ar = Aril (aromatik); $-COOH$ = gugus karboksil

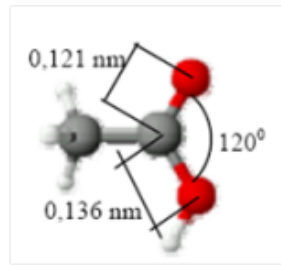
Ciri khusus dalam asam karboksilat adalah terdapatnya gugus fungsi karboksil ($-COOH$), karboksil diambil dari karbonil ($-CO-$) dan hidroksil ($-OH$). Berikut ini adalah gugus karboksil



Gambar 4.1 gugus karboksil

Asam alkanoat adalah nama holongan menurut nomenklatur IUPAC, nama rasional yang lain ialah asam alkanakarboksilat dan di samping itu disebut juga **asam lemak** sebab asam tersebut merupakan bagian dari lemak.

Rumus umum asam karboksilat adalah $R-COOH$ atau $Ar-COOH$. Rumus umum untuk asam karboksilat adalah $C_nH_{2n}O_2$. Sudut yang dibentuk oleh gugus fungsi $-COOH-$ sebesar 120 derajat dan panjang ikatan $C=O$ sebesar 0,121 nm.



Gambar 4.2 sudut yang dibentuk oleh gugus -COOH

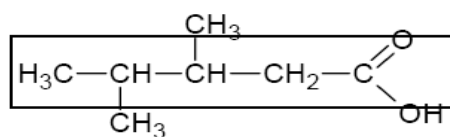
b. Tata Nama Asam Karboksilat

1) Tatanama berdasarkan IUPAC

- a) Pemberian nama asam karboksilat dilakukan dengan mengganti akhiran -a pada nama alkana dengan -oat. Contoh:

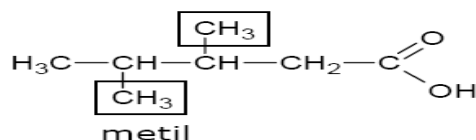
Nama Alkana		Nama Asam Karboksilat	
Rumus Molekul	Rumus Struktur	Rumus Molekul	Rumus Struktur
CH ₄	Metana	HC(=O)OH	Asam Metanoat
H ₃ C-CH ₃	Etana	H ₃ C-C(=O)OH	Asam Etanoat

- b) Tentukan rantai utama (rantai dengan jumlah atom karbon paling panjang yang mengandung gugus karboksil).

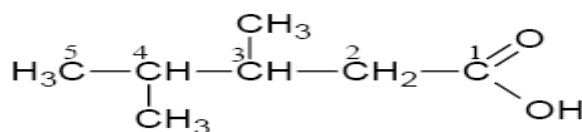


Rantai utama (5 atom karbon / pentanoat)

- c) Tentukan substituen yang terikat rantai utama.



- d) Penomoran substituen dimulai dari atom C gugus karboksil.



- ~~Asam 2-propil-3-metilpentanoat~~ Asam 3-metil-2-propilpentanoat

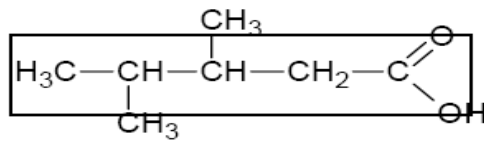
- $$\begin{array}{ccccccc} & & \text{CH}_3 & & & & \\ & & | & & & & \\ \text{H}_3\text{C} - & \text{CH} - & \text{CH} - & \text{CH}_2 - & \text{C} & & \\ & | & & & // & & \\ & \text{CH}_3 & & & \text{O} & & \\ & & & & \backslash & & \\ & & & & \text{OH} & & \end{array}$$

Contoh : bukan **Asam-3-neopentil-2-metilheksanoat** tetapi **Asam 2-metil-3-neopentilheksanoat**

Berikut ini daftar nama trivial beberapa asam karboksilat yang tidak bercabang:

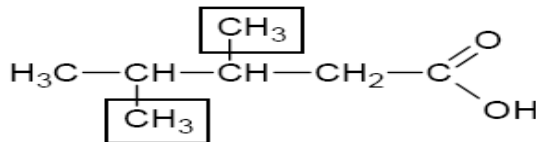
Rumus Struktur	Nama Umum
HCOOH	Asam format
CH ₃ COOH	Asam asetat
CH ₃ CH ₂ COOH	Asam propionat
CH ₃ (CH ₂) ₂ COOH	Asam butirat
CH ₃ (CH ₂) ₃ COOH	Asam valerat
CH ₃ (CH ₂) ₄ COOH	Asam kaproat
CH ₃ (CH ₂) ₆ COOH	Asam kaprilat
CH ₃ (CH ₂) ₈ COOH	Asam kaprat
CH ₃ (CH ₂) ₁₀ COOH	Asam laurat
CH ₃ (CH ₂) ₁₂ COOH	Asam miristat
CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH	Asam palmitat
CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH	Asam stearat
CH ₃ (CH ₂) ₁₈ COOH	Asam arakhidat

- Tentukan rantai utama (rantai dengan jumlah atom karbon paling panjang yang terdapat gugus karboksil).

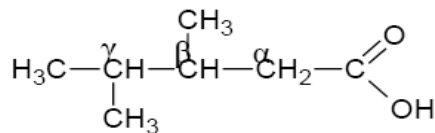


Rantai utama (5 atom C / valerat)

- c) Tentukan substituen yang terikat pada rantai utama.



- d) Penambahan kata “asam” pada awal nama senyawa.
e) Penomoran substituen dimulai dari atom karbon yang mengikat gugus karboksil dengan huruf α , β , γ .



Nama : asam β,γ -dimetilvalerat

c. Sifat Fisik dan Kimia Asam Karboksilat

Sifat Fisik

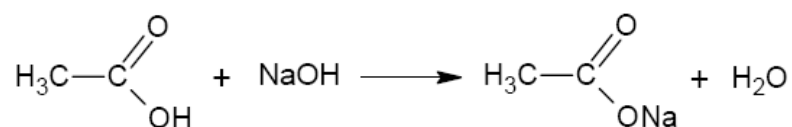
- 1) Asam karboksilat mempunyai titik didih lebih tinggi daripada senyawa organik golongan lain yang berat molekulnya sebanding.
- 2) Kelarutan asam karboksilat dalam air lebih besar daripada alkohol, eter, aldehida, dan keton yang berat molekulnya sebanding.
- 3) Kelarutan asam karboksilat dalam air menurun seiring dengan meningkatnya berat molekul.
- 4) Asam karboksilat dengan 1-4 atom karbon dapat larut sempurna dalam air.

Sifat Kimia

1) Reaksi dengan basa

Asam karboksilat bereaksi dengan basa menghasilkan garam dan air.

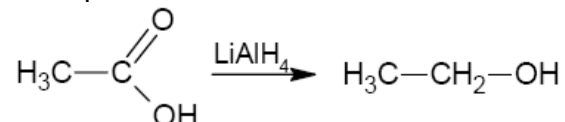
Contoh :





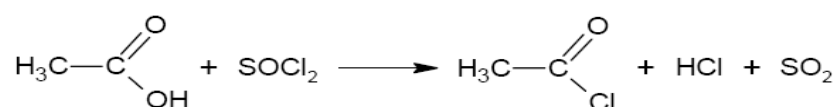
2) **Reduksi**

Reduksi asam karboksilat dengan katalis litium aluminum hidrida menghasilkan alkohol primer.



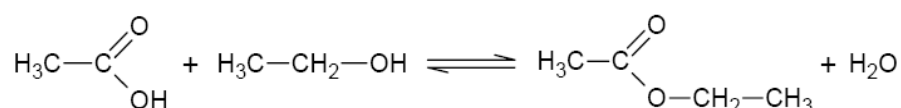
3) **Reaksi dengan tionil diklorida**

Asam karboksilat bereaksi dengan tionil diklorida membentuk klorida asam, hidrogen klorida dan gas belerang dioksida.



4) **Esterifikasi**

Dengan alkohol, asam karboksilat membentuk ester. Reaksi yang terjadi merupakan reaksi kesetimbangan.



5) **Reaksi dengan ammonia**

Dengan ammonia, asam karboksilat membentuk amida dan air.



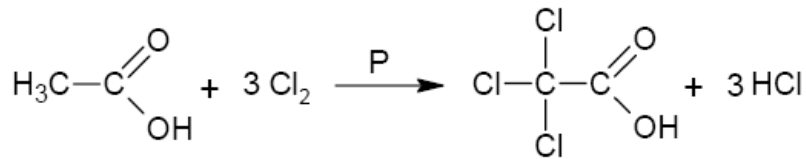
6) **Dekarboksilasi**

Pada suhu tinggi, asam karboksilat terdekarboksilasi membentuk alkana.



7) **Halogenasi**

Asam karboksilat dapat bereaksi dengan halogen dengan katalis fosfor membentuk asam trihalida karboksilat dan hidrogen halida.

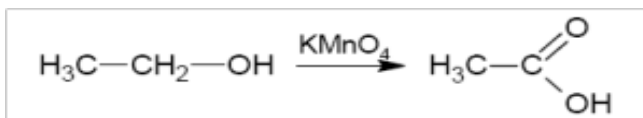


d. Pembuatan Asam Karboksilat

1) Oksidasi alkohol primer

Oksidasi alkohol primer dengan katalis kalium permanganat akan menghasilkan asam karboksilat.

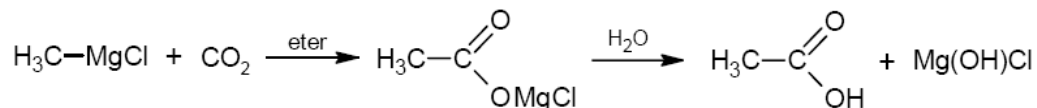
Contoh :



2) Karbonasi pereaksi Grignard

Karbonasi pereaksi Grignard dalam eter, kemudian dihidrolisis akan menghasilkan asam karboksilat.

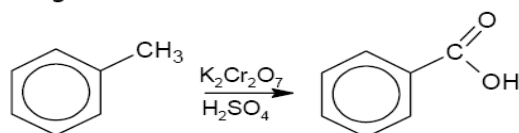
Contoh :



3) Oksidasi alkil benzena

Oksidasi alkil benzena dengan katalis kalium bikromat dan asam sulfat akan menghasilkan asam karboksilat.

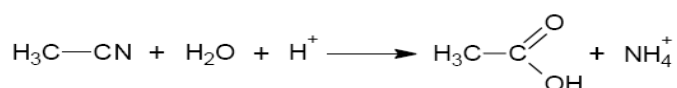
Contoh :



4) Hidrolisis senyawa nitril

Hidrolisis senyawa nitril dalam suasana asam akan membentuk asam karboksilat.

Contoh :





e. Beberapa suku terpenting asam Karboksilat

- | | |
|--|--|
| a. HCOOH | = Asam metanoat
Asam hidrogenkarboksilat
Asam Formirat/asam semut |
| b. $\text{CH}_3 - \text{COOH}$ | = Asam etanoat
Asam metanakaroksilat
Asam asetat/asam cuka |
| c. $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$ | = Asam propanoat
Asam etanakaroksilat
Asam propionat |
| d. $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$ | Asam butanoat
= Asam 1-propokanakaroksilat
Asam butirrat |
| e. $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{COOH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ | Asam 2-metilpropanoat
= Asam 2-propanakaroksilat
Asam isobutirat |
| f. $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_3 - \text{COOH}$ | = Asam Pentanoat
Asam 1-butanakaroksilat
Asam Valerat |
| g. $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ | = Asam 2-metilbutanoat
Asam 2-butanakaroksilat |
| h. $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{COOH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ | Asam 3- metilbutanoat
= Asam 2-metil-1-propanakaroksilat
Asam isovalerat |
| i. $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{COOH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ | = Asam 2,2-dimetilpropanoat
Asam 2-metil-2-propanakaroksilat |
| j. $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{14} - \text{COOH}$ | = Asam Heksadekanoat
Asam 1-pentadekanakaroksilat
Asam palmitat |
| k. $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{16} - \text{COOH}$ | = Asam oktadekanoat
Asam 1-heptadekanakaroksilat
Asam stearat |



f. Kegunaan Asam Karboksilat.

1) Asam Asetat

Asam asetat (Asam metanoat) merupakan asam karboksilat yang paling penting. Zat ini dihasilkan secara industri dengan mengoksidasi asetaldehid, bahan mentah yang didapat dari oksidasi etanol atau hidrasi asetilen. Asam asetat juga dibentuk dalam cuka, ketika bakteri *acetobacter* mengoksidasi etanol. Cuka pasar yang mengandung sekitar 5% asam asetat dalam air, telah digunakan sejak tahun 1845. Asam asetat digunakan pada pembuatan selulosa asetat, vinil asetat, obat-obatan, pewarna, insektisida, bahan kimia fotografi, dan pengawet makanan.

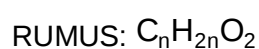
2) Asam Format

Asam format (asam metanoat) didapat dari Bahasa Latin untuk kata *formica* yang berarti semut. Asam ini diisolasi dari hasil distilasi pemecahan pada semut. Sengatan pada gigitan semut disebabkan karena adanya asam format. Asam ini merangsang ujung saraf perasa sakit pada tubuh kita dengan jalan merendahkan pH di sekelilingnya. Daerah yang terkena gigitan akan membengkak karena mengalirnya air untuk melarutkan asam format tersebut dengan menggunakan basa sedang seperti baking soda /soda kue (NaHCO_3). Asam format juga dipakai untuk menggumpalkan lateks –getah karet.

2. Ester

Pada kimia, **ester** adalah suatu senyawa organik yang terbentuk melalui penggantian satu (atau lebih) atom hidrogen pada gugus karboksil dengan suatu gugus organik (biasa dilambangkan dengan **R'**). Asam oksigen adalah suatu asam yang molekulnya memiliki gugus -OH yang hidrogennya (H) dapat menjadi ion H^+ .

Dengan kata lain ester adalah senyawa kimia turunan asam (organik atau anorganik) dimana minimal satu gugus hidroksi (OH) digantikan oleh gugus alkoksi (O-alkil). Ester paling banyak diturunkan dari suatu asam karboksilat dan suatu alkohol.



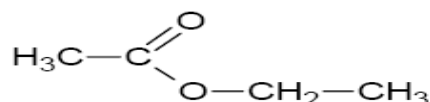


a. Struktur dan Ikatan Ester

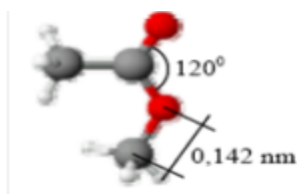
Ester merupakan salah satu turunan asam karboksilat yang memiliki rumus umum: $R-COO-R'$

R dan R' = alkil/Aril

-COO- = gugus ester, contohnya adalah:



Sudut yang dibentuk oleh gugus fungsi -COO- sebesar 120 derajat:



Ester mempunyai pusat karbonil yang membentuk sudut 120°C pada ikatan C-C-O dan O-CO. Tidak seperti amida, gugus fungsional ester bersifat fleksibel secara struktural karena rotasi antara ikatan C-O-C mempunyai rintangan yang rendah. Fleksibilitas dan kerendahan polaritas mempengaruhi sifat fisiknya. Ester cenderung tidak kaku (sehingga mempunyai titik leleh rendah) dan lebih volatil daripada amida yang rantai karbonnya sama panjang. Sedangkan ester mempunyai gugus fungsi karbonil, nama lainnya (nama IUPAC) adalah alkil alkanoat.

Tabel 4.1

Rumus molekul, rumus ikatan dan nama dari asam karboksilat dan ester

ALKIL ALKANOAT (ESTER)	
R. Molekul	R. Ikatan & Nama
-	-
$C_2H_4O_2$	$H-COO-CH_3$ Metil metanoat; metil format
$C_3H_6O_2$	$H-COO-C_2H_5$ Etil metanoat; etil format
$C_4H_8O_2$	$H-COO-C_3H_7$ Propil metanoat; propil format
$C_5H_{10}O_2$	$H-COO-C_4H_9$ Butil metanoat; butil format



b. Isomer

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat dikemukakan bahwa, 1) Kedua kelompok senyawa (asam karboksilat dan ester) dapat membentuk isomer gugus fungsi, yakni apabila keduanya mempunyai jumlah atom C yang sama (atau rumus molekul yang sama). Isomer ini mulai terjadi untuk rumus molekul C.

C₂H₄O₂ dengan 2 struktur CH₃-COOH dan H-COO-CH₃

Rumus Molekul	Struktur Ikatan	Rumus Ikatan	Kelompok Senyawa
C ₂ H ₄ O ₂	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{OH} \end{array}$	CH ₃ -COOH	Asam etanoat
C ₂ H ₄ O ₂	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3 \end{array}$	H-COO-CH ₃	Metil format

Dengan demikian, antara asam karboksilat dan ester terjadi isomeri yang dicirikan oleh perbedaan gugus fungsi.

Pada Tabel 4.1, kelompok senyawa ester mulai terjadi isomeri pada senyawa dengan rumus molekul C₃H₆O₂. Perhatikan struktur ikatan dan penamaannya

$\text{H}-\text{COO}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ Etil metanoat; Etil format (1a)	$\text{CH}_3-\text{COO}-\text{CH}_3$ Metil etanoat; metil asetat (1b)		
$\text{HCOO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ propil metanoat; propil format (2a)	$\text{CH}_3-\text{COO}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ etil etanoat; etil asetat (2b)	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COO}-\text{CH}_3$ metil propanoat; metil propionat (2c)	$\begin{array}{c} \text{HCOO}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ isopropil metanoat isopropil format (2d)

Gambar 4.3 Struktur ikatan isomer ester

Untuk rumus molekul C₃H₆O₂ ada 2 isomer, dan untuk ada C₄H₈O₂ ada 4 isomer. Isomer posisi akan terjadi pada kelompok eter dengan jumlah atom C lebih tinggi.

c. Tatanama Ester

Penamaan tidak begitu berbeda dengan asam karboksilat, hanya mengganti kata “asam” dengan kata “alkil”. Nama umum (IUPAC) ester adalah alkil alkanoat.

Sebagai contoh, CH₃COOH (asam etanoat; asam asetat) maka untuk ester, CH₃COOCH₃ dinamai metil etanoat atau metil asetat. Penaman ester juga dapat menggunakan nama asal asam.



Tabel 4.2 Beberapa ester bersuku rendah

Nama Ester	Struktur Ikatan	Bau / Rasa
etil asetat (etil etanoat)	$\text{CH}_3\text{COO}-\text{C}_2\text{H}_5$	harum
propil asetat (<i>n</i> -propil etanoat)	$\text{CH}_3\text{COO}-\text{C}_3\text{H}_7$	buah pear
amil asetat (<i>n</i> -pentil etanoat)	$\text{CH}_3\text{COO}-\text{C}_5\text{H}_{11}$	buah nanas
isoamil asetat (3-metilbutil etanoat)	$\text{CH}_3\text{COO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	buah pisang
oktil asetat (<i>n</i> -oktil etanoat)	$\text{CH}_3\text{COO}-\text{C}_8\text{H}_{17}$	buah jeruk
isobutil propionat (2-metilpropil propanoat)	$\text{C}_2\text{H}_5\text{COO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	buah rum
etil butirat (etil butanoat)	$\text{C}_3\text{H}_7\text{COO}-\text{C}_2\text{H}_5$	buah aprikot
isoamil isovalerat (3-metilbutil 3-metil-butanoat)	$(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{CH}_2\text{COO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	buah apel

Keterangan: Nama dalam tanda kurung merupakan nama IUPAC.

Umumnya ester yang berasal dari asam karboksilat berantai pendek dan alkohol berantai pendek berupa cairan pada suhu kamar. Sedangkan yang berasal dari rantai panjang cenderung berupa padatan. Tidak seperti asam karboksilat, maka semua ester berbau harum; ada yang berbau bunga, daun, dan ada yang berbau buah. Jadi adanya bau-bau ini menunjukkan adanya ester dalam materi itu. Uap ester tidak bersifat racun (toksik) kecuali jika dihisap dalam jumlah besar. Hanya satu senyawa ester yang cenderung bersifat racun yakni amil asetat. Ester dapat bereaksi dengan air (terhidrolisis) membentuk asam karboksilat dan alkohol. Beberapa ester penting karena sifat yang dimilikinya, ester dimanfaatkan pada industri-industri kosmetika, parfum, konfeksi, dan industri minuman. Bahkan campuran beberapa ester dapat memberikan bau atau rasa dari buah tertentu. Beberapa ester ada yang digunakan untuk pengobatan, misalnya etil asetat (untuk penyakit kulit akibat parasit), fenil salisilat (antiseptik untuk usus), dll. Selain itu etil asetat selain berbau harum juga berperan sebagai pelarut untuk lak, cat kuku, zat pewangi, dan berbagai ester. Essen adalah biang ester yang diperdagangkan secara bebas dan dapat diperoleh di berbagai toko essen atau toko kimia. Ester dapat diekstraksi atau didistilasi dari tanaman (dapat berupa bunga, buah, biji, daun, atau akar) dan juga dapat dari hewan. Ester dapat dibuat secara sintetis dan kini diperdagangkan secara luas.

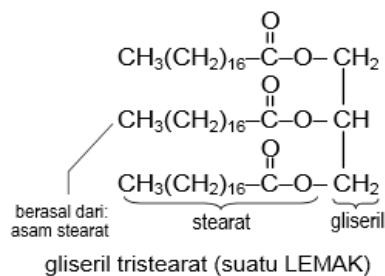


d. Beberapa ester dalam kehidupan sehari hari

Ester Buah dan Bunga

Ester yang memberikan rasa atau bau dari buah/ bunga tertentu umumnya berupa ester suku rendah (berasal dari asam karboksilat pendek dan alkohol pendek).

Minyak Dan Lemak



Minyak dan lemak merupakan dua kata berarti sama yaitu ester yang berasal dari asam karboksilat berantai panjang dengan gliserol. (Lihat struktur di samping.) Ester ini yang berwujud cair pada suhu kamar dikenal sebagai minyak sedangkan yang berwujud padat disebut lemak. Jadi minyak atau lemak hanya berbeda dalam hal wujud. Di alam, minyak atau lemak ditemukan pada tumbuhan (disebut minyak nabati) dan pada hewan (disebut minyak hewani). Struktur ikatan minyak atau lemak ditunjukkan seperti yang dicontohkan di atas, dan jika dihidrolis, minyak/ lemak akan pecah menjadi asam lemak dan gliserol. Dari minyak atau lemak inilah diperoleh gliserol yang memiliki kegunaan cukup luas, seperti sebagai bahan untuk pembuatan sabun, gliserol, lilin (untuk penerang), mentega, margarin dan sebagainya.

Asam karboksilat berantai panjang dan lurus yang terdapat di dalam lemak atau minyak disebut asam lemak. Asam ini ada yang bersifat jenuh (disebut asam lemak jenuh) dan ada yang tak jenuh, yakni yang mengandung ikatan rangkap 2 (asam lemak tak-jenuh). Umumnya asam lemak yang berasal dari hewan mengandung > C₁₀, kecuali lemak dalam susu hewan.

Sabun



Bahan dasar sabun adalah minyak/ lemak, NaOH/ KOH, dan bahan tambahan (pengisi, pewangi, pewarna). Jika minyak/ lemak dan NaOH dimasak, minyak/ lemak pecah menjadi asam lemak dan gliserol. Asam lemaknya bereaksi dengan NaOH (disebut reaksi penyabunan) membentuk sabun. Sabun (lapisan bawah) dipisahkan dari gliserol dan air (lapisan atas), dan selanjutnya sabun diberi bahan tambahan. Sabun yang diperoleh dinamakan sabun cuci. Sabun mandi diperoleh bila menggunakan basa KOH. Gliserol sebagai hasil samping pembuatan sabun dimurnikan untuk memisahkan airnya. Gliserol yang memiliki kegunaan luas diperoleh dengan cara ini.

Mentega

Susu mengandung lemak hewani, dan kadarnya bergantung pada jenis dan umur hewan di samping kualitas makanannya. Butiran kecil dari lemak sering tampak mengumpul ke permukaannya yang disebut dadih. Jika dadih merupakan emulsi lemak dan air, maka mentega merupakan emulsi air dalam lemak. Dadih dapat dipisahkan dan selanjutnya dapat dibuat mentega. Mentega adalah dadih kental dengan kelembaban maksimum 16%. Jadi mentega dapat dibuat dari dadih yang telah mengeras dengan mengubahnya menjadi gumpalan besar dalam air susu. Gumpalan ini dipisahkan dan diproses sampai diperoleh sifat mentega di atas. Mentega juga dapat dibuat langsung dari susu dengan cara mengubah butiran lemak susu menjadi gumpalan besar, dipisahkan dan diproses lebih lanjut. Mentega yang bermutu harus mengandung vitamin A dan D yang cukup

Margarin

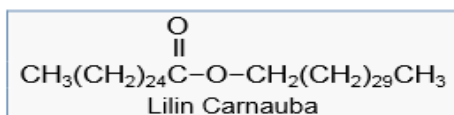
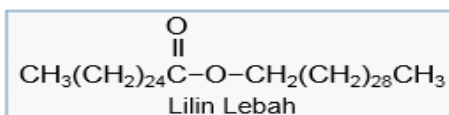
Margarin serupa dengan mentega. Hanya bahan dasarnya dari lemak hewan (bukan dari susu) yang telah dikeraskan, minyak nabati, susu kental, kuning telur yang telah diasinkan, vitamin, dan bahan tambahan lain. Ada juga margarin yang hanya menggunakan minyak nabati dan sering diperdagangkan dengan nama mentega nabati. Nilai gizi mentega tak dapat disamai oleh margarin karena susu yang menjadi bahan dasar utama mentega memiliki nilai gizi paling tinggi.

Lilin

Lilin (wax) adalah ester yang berasal dari asam karboksilat berantai panjang dan monoalkohol berantai panjang. Umumnya lilin alami ini berasal dari asam dan



alkohol, masing-masing dengan panjang rantai C12 sampai C34. Lilin ditemukan baik pada tanaman maupun pada hewan. Lilin pada tanaman dijumpai pada permukaan daun dan batangnya yang berfungsi untuk melindungi tanaman itu dari penguapan atau serangan serangga. Lilin carnauba diperoleh dari daun pohon palm, sedangkan dari kelenjar lilin lebah mengeluarkan sejenis lilin yang digunakan untuk membentuk sarangnya



Tidak seperti minyak atau ester lainnya, lilin sukar terhidrolisis oleh air. Sifat inilah yang menyebabkan lilin digunakan sebagai lapisan pelindung bagi kulit tubuh, rambut, lantai, atau kendaraan. Untuk lapisan pelindung tubuh, lilin dijadikan bahan campuran dasar pembuatan krem, param, dan salep.

Lilin Stearin

Bahan dasar lilin adalah minyak/ lemak yang mengandung asam stearat dan asam palmitat, dan H_2SO_4 encer. Minyak/ lemak dan H_2SO_4 encer dimasak, minyak/ lemak terurai menjadi gliserol (lapisan bawah), asam lemak, dan sisa minyak (lapisan atas). Lapisan atas dikeluarkan kemudian diperas (ditekan) untuk mengeluarkan sisa minyaknya. Campuran asam lemak yang diperoleh kemudian dimurnikan (disuling), ditampung, dan dalam keadaan cair dialirkan ke dalam cetakan yang diinginkan dan dibiarkan membeku perlahan. Lilin yang diperoleh disebut lilin stearin.

e. Sifat –Sifat Fisik Ester

Molekul-molekul ester bersifat polar namun tidak mampu membentuk ikatan hidrogen intermolekuler satu dengan yang lain. Karenanya ester mempunyai titik didih yang lebih rendah daripada asam karboksilat isomernya. Seperti yang dapat diduga titik didih ester terletak antara keton dan eter dengan massa molar yang sebanding. Karena molekul-molekul ester dapat membentuk ikatan hidrogen dengan molekul-molekul air, ester dengan massa molar rendah larut dalam air. Ester yang memiliki tiga hingga lima atom karbon larut dengan baik dalam air. Tabel berikut ini menunjukkan sifat-sifat fisik beberapa ester yang umum dijumpai.



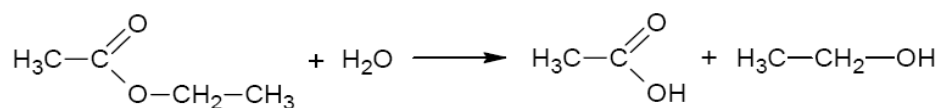
Tabel 4.3 Sifat-sifat fisik ester

Rumusmolekul	Nama	Massa molar	titik didih (°C)	titik beku (°C)	Aroma
HCOOCH ₃	metilformat	60	-99	32	rum
HCOOCH ₂ CH ₃	etilformat	74	-80	54	
CH ₃ COOCH ₃	metilasetat	74	-98	57	
CH ₃ COOCH ₂ CH ₃	etilasetat	88	-84	77	
CH ₃ CH ₂ COOCH ₃	metilpropionat	88	-88	80	
CH ₃ CH ₂ COOCH ₂ CH ₃	etilpropionat	102	-74	99	apel
CH ₃ CH ₂ CH ₂ COOCH ₃	metilbutirat	102	-85	102	
CH ₃ CH ₂ CH ₂ COOCH ₂ CH ₃	etilbutirat	116	-101	121	nanas
CH ₃ COO(CH ₂) ₄ CH ₃	amilasetat	130	-71	148	pisang
CH ₃ COOCH ₂ CH ₂ CH(CH ₃) ₂	isoamilasetat	130	-79	142	per
CH ₃ COOCH ₂ C ₆ H ₅	benzilasetat	150	-51	215	melati
CH ₃ CH ₂ CH ₂ COO(CH ₂) ₄ CH ₃	amilbutirat	158	-73	185	apricot
CH ₃ COO(CH ₂) ₇ CH ₃	oktilasetat	172	-39	210	jeruk

Sifat Kimia Ester

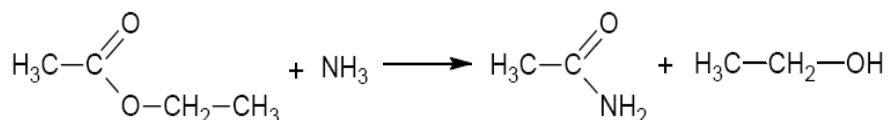
1) Hidrolisis

Hidrolisis ester akan menghasilkan asam karboksilat dan alkohol. Contoh:



2) Reaksi dengan amonia

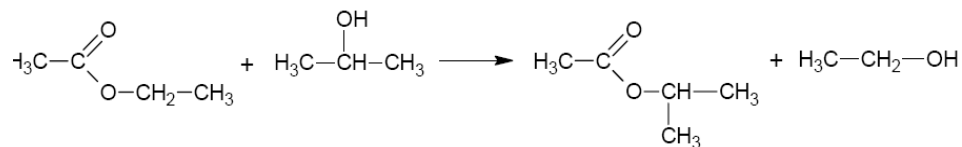
Ester bereaksi dengan amonia dan membentuk amida dan alkohol. Contoh :





3) Transesterifikasi

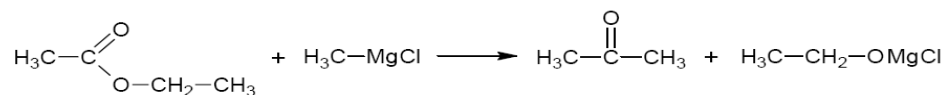
Ester dapat melakukan reaksi transesterifikasi dengan alkohol sehingga menghasilkan ester yang berbeda. Hasil samping diperoleh alkohol. Contoh :



4) Reaksi dengan pereaksi Grignard

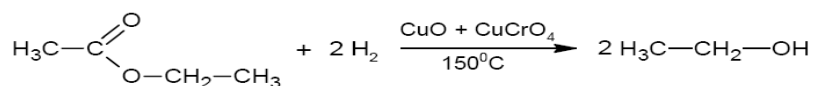
Ester bereaksi dengan pereaksi Grignard membentuk suatu keton.

Contoh:



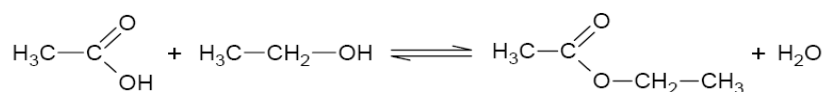
5) Reduksi

Reduksi ester dengan katalis tembaga (II) oksida dan tembaga (II) kromat akan menghasilkan alkohol primer. Contoh :



f. Pembuatan Ester

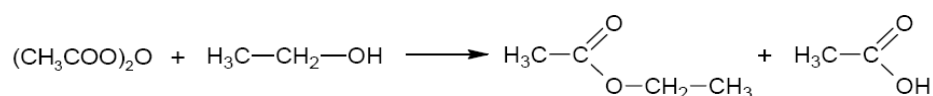
- 1) Mereaksikan asam karboksilat dan alkohol dengan katalis asam



- 2) Mereaksikan klorida asam dengan alkohol



- 3) Mereaksikan anhidrida asam dengan alkohol





D. Aktivitas Pembelajaran

LEMBAR DISKUSI ASAM KARBOKSILAT & ESTER

Melalui diskusi kelompok, jawablah pertanyaan-pertanyaan pada lembar berikut ini dengan menggunakan sumber belajar yang bisa anda peroleh.

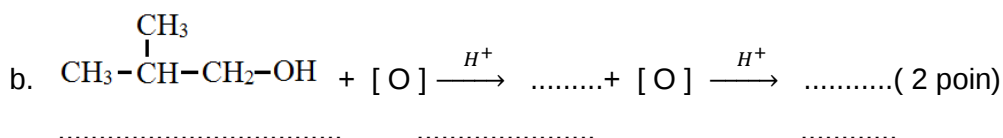
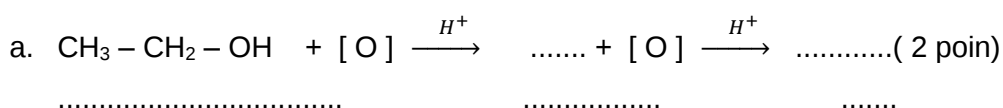
Pertanyaan – Pertanyaan

1. Berikan Pemberian nama yang tepat untuk senyawa-senyawa berikut :

	Struktur	Nama	Skor
a	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \end{array}$		2
b	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$		2
c	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{O} \\ \quad \parallel \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$		2
d	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$		2
e	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{O} \\ \quad \parallel \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$		2
f	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{CH}_3 \\ \parallel \quad \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{O}-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$		2

2. Asam karboksilat (Asam Alkanoat) dapat dibuat dengan mengoksidasi alkohol primer dengan oksidator berlebih dalam suasana asam.

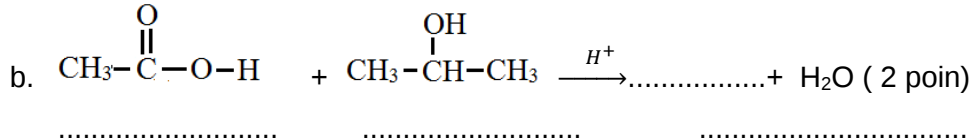
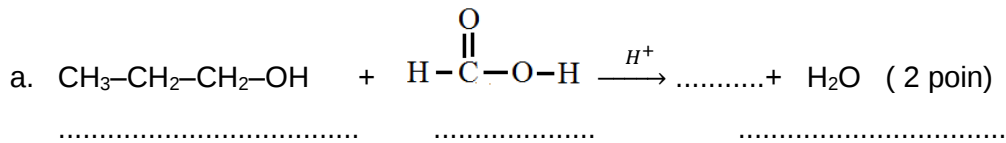
Lengkapilah reaksi di bawah ini :



3. Ester (alkil alkanoat) dapat dibuat dengan proses esterifikasi, yaitu mereaksikan suatu alkohol (alkanol) dengan asam karboksilat (asam alkanoat) dalam suasana asam.



Lengkapilah reaksi berikut :



4. Berikan masing – masing 1 pasangan senyawa (struktur dan nama) dari kelompok senyawa asam karboksilat dan ester yang menunjukkan keisomeran :

a. Asam Karboksilat

i) Isomer Kerangka :dan(2 poin)

.....

ii) Isomer Optis : dan(2 poin)

b. Ester

i) Isomer Kerangka : dan(2 poin)

.....

ii) Isomer Optis : dan(2 poin)

5. Senyawa Asam karboksilat dan Ester dengan jumlah atom C yang sama merupakan pasangan isomer fungsional satu dengan yang lainnya. Berikan 2 pasangan senyawa (struktur dan nama) dari kedua kelompok senyawa yang menunjukkan keisomeran fungsional.

a. dan(2 poin)

.....

b. dan(2 poin)

.....

6. Senyawa asam karboksilat dan Ester dapat dibedakan dengan cara sederhana di laboratorium. Tuliskan 2 (dua) cara yang bisa dilakukan untuk membedakan kedua senyawa tersebut.

1)

2)2 poin



7. Berikan masing- masing 2 contoh penggunaan penting senyawa asam karboksilat dan Ester dalam kehidupan sehari – hari.

a. Penggunaan senyawa asam karboksilat :

.....
..... (2 poin)

b. Penggunaan senyawa Ester :

.....
.....(2 poin)

8. Suatu larutan senyawa A yang diketahui memiliki rumus molekul $C_4H_{10}O$ dioksidasi dengan oksidator berlebih dalam suasana asam, dan menghasilkan senyawa B. Setelah dilakukan pemeriksaan lebih lanjut dengan menggunakan kertas lakmus, ternyata larutan B dapat merubah lakmus biru menjadi merah.

Tentukan masing-masing 2 senyawa yang mungkin untuk senyawa A dan senyawa B yang dihasilkannya dalam reaksi tersebut. (5 poin)

E. Latihan/ Kasus/ Tugas

- Buktikanlah dengan reaksi-reaksi bahwa kedudukan kedua atom oksigen dalam gugus karboksilat tidak sama.
- Golongan persenyawaan apakah yang isomer dengan asam alkanoat dan buktikanlah ke-isomeran itu berdasarkan masing-masing rumus umumnya.
- Tuliskan rumus struktur dan nama isomer-isomer dari
 - $C_2H_4O_2$
 - $C_3H_6O_2$
 - $C_3H_8O_2$
- Apakah sebabnya asam alkanoat disebut juga asam lemak?
- Dalam bentuk apakah asam-asam alkanoat terdapat di alam?
- Tuliskanlah rumus struktur asam alkanoat yang paling sederhana dan:
 - Bersifat optik-aktif
 - Berisi ikatan rangkap II dalam rantai karbonnya.
 - Mudah teroksidasi
- Bagaimana cara mengubah:
 - Asam asetat → Asam isobutirat
 - Asam asetat → Asam butirat
 - Asam asetat → Asam 1-hidroksi-1-etanakarboxilat



- d. Asam asetat → Asam 2-hidroksi-1-etanakarboxilat
 - e. Asam asetat → Etanamida
 - f. Asam asetat → Asam propanoat
8. Apakah yang dimaksudkan dengan:
- a. Esterifikasi
 - b. Saponifikasi
 - c. Radikal Asil
 - d. Radikal asetil
 - e. Radikal Isobutiril
9. Apakah sebabnya sabun tidak dapat dipakai mencuci dengan:
- a. Air sadah
 - b. Air yang bersifat asam
10. Ester mempunyai bau yang menyenangkan dan sering terdapat pada aroma buah-buahan dan bunga-bunga, catat beberapa esence rasa buah, parfum kemudian catat senyawa ester yang ada di dalamnya.

F. Rangkuman

Sembilan anggota pertama asam karboxilat merupakan cairan tak berwarna yang mempunyai bau yang sangat tidak enak. Molekul asam karboxilat bersifat sangat polar dan membentuk ikatan hydrogen intermolecular yang kuat. Karenanya senyawa ini mempunyai titik didih yang lebih tinggi dari pada alcohol meskipun dengan massa molar yang setara. Larutan asam karboxilat dalam air bersifat asam. Larutan tersebut dapat mengubah lakmus biru menjadi merah. Semua asam karboxilat dapat bereaksi dengan larutan NaOH, Na_2CO_3 dan NaHCO_3 . Ester yang diturunkan dari asam karboxilat pada umumnya mempunyai sifat yang berlawanan dari zat asalnya, karena ester mempunyai bau yang menyenangkan dan sering terdapat pada aroma buah-buahan dan bunga-bunga. Ester berisomer fungsi dengan asam karboxilat. Senyawa ester berbau harum sehingga digunakan sebagai esens. Bentuk senyawa ester yang lain yaitu lilin (wax) dan lemak/minyak. Kegunaan lilin di antaranya sebagai malam untuk membatik, sedangkan lemak/minyak digunakan untuk membuat sabun dan bahan makanan (margarin).



G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan tes formatif 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.



KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS

KESETIMBANGAN 2 (FAKTOR- FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PERGESERAN ARAH KESETIMBANGAN)

1. D
2. B
3. C
4. D
5. C

KELARUTAN DAN HASIL KALI KELARUTAN

- | | |
|------|-------|
| 1. A | 6. D |
| 2. A | 7. D |
| 3. D | 8. B |
| 4. B | 9. D |
| 5. C | 10. D |

KIMIA UNSUR 2 (ALKALI DAN ALKALI TANAH) ALKALI

- | | |
|------|-------|
| 1. A | 6. A |
| 2. A | 7. C |
| 3. B | 8. B |
| 4. C | 9. B |
| 5. B | 10. B |

ALKALI TANAH

- | | |
|------|-------|
| 1. D | 6. D |
| 2. A | 7. A |
| 3. D | 8. D |
| 4. B | 9. B |
| 5. C | 10. C |

KIMIA KARBON 1 (ASAM KARBOKSILAT DAN ESTER) RAMBU- RAMBU JAWABAN

Tinjau kembali uraian materi yang sudah dijelaskan pada modul ini.

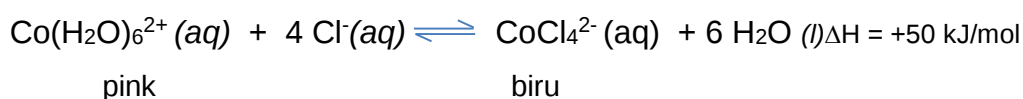


EVALUASI

Faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan

1. Persamaan reaksi : $2\text{NO(g)} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)}$ berlangsung eksoterm. Dari pernyataan berikut yang benar adalah . . .
- A. jika tekanan diperbesar, reaksi bergeser ke kanan
 - B. jika suhu diperbesar, reaksi bergeser ke kanan
 - C. jika diberi katalis, reaksi bergeser ke kanan
 - D. jika ditambahkan gas NO, reaksi bergeser ke kanan

2. Perhatikan reaksi kesetimbangan dibawah ini :



Kesetimbangan reaksi diatas berwarna campuran pink dan biru yaitu magenta. Pada suatu percobaan disediakan dua tabung reaksi yang berisi sistem kesetimbangan ini. Tabung I dimasukkan ke dalam air mendidih sedangkan tabung II ke dalam air es. Tentukan data hasil pengamatan yang mana benar dari percobaan ini?

	Tabung I, terjadi perubahan warna	Tabung II, terjadi perubahan warna
A.	dari pink ke biru	dari pink ke magenta
B.	dari magenta ke biru	dari magenta ke pink
C.	dari biru ke magenta	dari magenta ke pink
D.	dari magenta ke pink	dari magenta ke biru

3. Dalam suatu tempat tertutup, dengan harga K_c dan pada temperatur T , berlangsung reaksi kesetimbangan : $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$
- Pernyataan manakah yang benar ?
- (1) jumlah mol PCl_3 berkurang
 - (2) harga K_c tidak berubah
 - (3) jumlah mol PCl_3 bertambah
 - (4) jumlah mol Cl_2 tidak berubah



Bila volume diperkecil dan suhu tetap dijaga konstan

- A. (1), (2), (3), (4)
B. (1), (2), (3)
C. (1), (2)
D. (2), (4)
4. Dari reaksi kesetimbangan dibawah ini, reaksi manakah jika hasil reaksi sebelah kanan dari persamaan reaksi bertambah, bila tekanan dinaikan pada suhu konstan.
- A. $\text{BaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{BaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$
B. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HBr}(\text{g})$
C. $3\text{Fe}(\text{s}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + 4\text{H}_2(\text{g})$
D. $4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g})$
5. Pada reaksi kesetimbangan :
- $$\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +178 \text{ kJ}$$
- Suasana yang manakah dibawah ini dapat menghasilkan CO_2 paling banyak?
- A. 1000°C dan 10 atm
B. 500°C dan 10 atm
C. 1000°C dan 1 atm
D. 500°C dan 1 atm

Kelarutan dan hasil kali kelarutan

6. Hasil kali kelarutan AgCl , ($K_{\text{sp}} = 1 \times 10^{-10}$), kelarutannya dalam 1 L air adalah
- A. $1,34 \times 10^{-5}$
B. $1 \times 10^{-2,5}$
C. 4×10^{-2}
D. 2×10^{-3}
7. Garam yang kelarutannya paling besar adalah
- A. AgCl , $K_{\text{sp}} = 1,8 \times 10^{-10}$
B. Ag_2CrO_4 , $K_{\text{sp}} = 3,2 \times 10^{-12}$
C. Ag_2S , $K_{\text{sp}} = 1,6 \times 10^{-49}$
D. $\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4$, $K_{\text{sp}} = 1,1 \times 10^{-11}$



8. Ke dalam 100 mL larutan netral yang merupakan campuran dari larutan garam KCl 0,001 M, Na_2CrO_4 0,001 M, dan K_2SO_4 0,001 M ditambah 100 mL larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0,002 M. Campuran diaduk sampai tercampur rata.
 $K_{sp} \text{ PbCl}_2 = 1,7 \cdot 10^{-5}$, $\text{PbCrO}_4 = 1,8 \cdot 10^{-14}$, $\text{PbSO}_4 = 1,8 \cdot 10^{-8}$
 Endapan yang terjadi adalah garam-garam
- PbSO_4 saja
 - PbCrO_4 saja
 - PbCl_2 dan PbCrO_4
 - PbCrO_4 dan PbSO_4
9. Larutan jenuh senyawa hidroksida dari suatu logam, $\text{M}(\text{OH})_3$ mempunyai pH = 9,00. Harga K_{sp} (hasil kali larutan) dari senyawa ini ialah
- $3,0 \times 10^{-36}$
 - $3,3 \times 10^{-21}$
 - $3,0 \times 10^{-20}$
 - $1,0 \times 10^{-10}$
10. Jika $K_{sp} \text{ PbBr}_2$ adalah $4,0 \times 10^{-13}$ konsentrasi PbBr_2 dalam larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0,1 M adalah
- $5 \cdot 10^{-10} \text{ M}$
 - $2 \cdot 10^{-9} \text{ M}$
 - $2 \cdot 10^{-8} \text{ M}$
 - $1 \cdot 10^{-6} \text{ M}$

Alkali dan alkali tanah

11. Logam Alkali adalah reduktor kuat, karena....
- Sangat mudah melepaskan elektron
 - keelektronegatifannya tinggi
 - Merupakan logam
 - Mempunyai daya hantar listrik
12. Diantara sifat-sifat berikut, yang bukan merupakan sifat logam alkali adalah....
- Merupakan unsur yang sangat reaktif
 - Terdapat dalam keadaan bebas di alam
 - Dibuat dengan cara elektrolisis leburan garamnya
 - Ionnya bermuatan positif satu



13. Unsur alkali tanah yang terbentuk dari peluruhan uranium adalah
- A. Be
 - B. Ba
 - C. Ca
 - D. Ra
14. Suatu larutan mengandung ion alkali tanah jika ditambah larutan K_2CrO_4 terjadi endapan kuning, jika ditambah larutan Na_2SO_4 terjadi endapan putih, maka ion alkali tanah tersebut adalah ...
- A. Ca^{2+}
 - B. Mg^{2+}
 - C. Sr^{2+}
 - D. Ba^{2+}
15. Air sadah yang kesadahannya dapat dilunakkan dengan mendidihkan air tersebut, mengandung garam
- A. $CaCl_2$
 - B. $MgCl_2$
 - C. $Ca(HCO_3)_2$
 - D. $MgCO_3$

Asam Karboksilat dan Ester

16. Reaksi 1-propanol dengan asam etanoat memakai katalis H^+ akan menghasilkan senyawa karbon dengan rumus struktur
- A. $CH_3CO(CH_2)_2CH_3$
 - B. $CH_3CH_2COCH_2CH_3$
 - C. $CH_3CH_2COOCH_2CH_3$
 - D. $CH_3(CH_2)_2OCH_2CH_3$
17. Senyawa asam karboksilat yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari
- A. Asam formiat
 - B. Asam asetat
 - C. Asam propionat
 - D. Asam butirat



18. Senyawa berikut merupakan isomer dari asam pentanoat, *kecuali*
- A. dietil keton
 - B. propil asetat
 - C. asam 2–metil butanoat
 - D. butil formiat
19. Manakah diantara pernyataan berikut yang bukan merupakan sifat fisik asam karboksilat ?
- A. asam karboksilat mempunyai titik didih lebih tinggi daripada senyawa organik lainnya dengan berat molekul yang sebanding
 - B. kelarutan asam karboksilat dalam air lebih besar daripada alkohol, eter, aldehida dan keton dengan berat molekul yang sebanding
 - C. kelarutan asam karboksilat dalam air menurun seiring dengan meningkatnya berat molekul
 - D. molekul-molekulnya bersifat polar namun tidak mampu membentuk ikatan hidrogen
20. Sifat kimia senyawa ester diantaranya adalah ...
- A. mengalami reaksi esterifikasi
 - B. bereaksi dengan amonia
 - C. bereaksi dengan tionil diklorida
 - D. mengalami reaksi halogenasi



PENUTUP

Modul Guru Pembelajar Mata Pelajaran Kimia SMA dengan model F ini disiapkan untuk guru pada kegiatan Guru Pembelajar baik secara mandiri maupun tatap muka di lembaga pelatihan atau di MGMP. Materi modul disusun sesuai dengan kompetensi pedagogik dan profesional yang harus dicapai guru. Guru dapat belajar dan melakukan kegiatan guru pembelajar sesuai dengan rambu-rambu/ instruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, eksperimen, latihan, dan sebagainya. Modul Guru Pembelajar ini juga mengarahkan dan membimbing peserta diklat dan para widyaiswara/ fasilitator untuk menciptakan proses kolaborasi belajar dan berlatih dalam pelaksanaan program guru pembelajar.

Untuk pencapaian kompetensi pada modul F 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

- BNSP, 2006, *Standar Kompetensi Mata pelajaran IPA untuk SD/MI*, Jakarta:BNSP.
- Brady, James E. et all, (2009), *Chemistry*, 5th edition, New York, USA, John Wiley and Sons, Inc.
- Brown, Theodore L, et all, (2009), *Chemistry the Central Science*, 11th edition, New jersey, USA: Pearson Prentice Hall
- Chang Raymond , 2003, *General Chemistry: The Essential Concepts*, Fifth Edition, Boston : Mc Graw Hill. Terjemahan : Suminar Setiati Achmadi, ph.D., 2003. *Kimia Dasar: Konsep-konsep Inti*, Edisi tiga, Jilid 2., Jakarta: Erlangga
- Chang Raymon. (2006). *General Chemistry*, Fourth Edition, New York: The McGraw Hill Companies
- Chang Raymond , 2008, *General Chemistry: The Essential Concepts*, Fifth Edition. New York: Mc-Graw Hill
- Davis, Peck, et all. 2010. *General Chemistry*. USA: Brooks/Cole Cengage Learning.
- Fessenden & Fessenden.1987. *Kimia Organik*. Jakarta: Erlangga.
- Hart dan Suminar. 1983. *Kimia Organik*. Jakarta: Erlangga.
- Hart.H.,Leslie E. Crine,dan David J.Hart, 2003, *Kimia Organik*, Edisi Kesebelas, Alih Bahasa: Suminas setiati Achmadi, Ph.d., Penerbit Erlangga Jakarta.
- <http://www.chem.itb.ac.id/old/safety/lambang/gif>.
- <http://chemistry.about.com/od/healthsafety/laborato-ry-safety-sign>.
- <http://chemmovies.unl.edu/chemistry/beckerdemos/BD048.html>
- J.M.C. Johari, M. Rachmawati., 2004. *Kimia SMA untuk Kelas XII*. Jakarta: Esis (Erlangga).
- Lewis,Michel and Guy. (1997). *Thinking Chemistry*. London: Great Britain. Oxford University Press
- Michael Purba., 2006. *Kimia untuk SMA Kelas XII*. Jakarta: Erlangga.
- Parlan dan Wahjudi. 2003. *Kimia Organik I*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Peck, Davis. 2010. *General Chemistry*.



- Petrucchi, R.H. 2007. *General Chemistry; Principles and Modern Application. Jilid 1-3. Edisi kesembilan*
- Petrucchi, Ralph H., et all, (2007), *General Chemistry, Principles & Modern Application*, 9th edition, New Jersey, USA, Pearson Prentice Hall.
- Poppy dkk. (2004). *Mahir Kimia Kelas 1. 2 dan 3* Bandung, PT. Remaja Rosdakarya
- Poppy dkk. (2004). *KIMIA, Seri Mencerdaskan Siswa “ Kelas XI,* Bandung, PT Rosda
- Poppy dkk (2004). *KIMIA SMP kelas 1.* Bandung, PT Remaja Rosdakarya
- Poppy, K. Devi.(2006). *Kimia SMA II.* Bandung. Remaja Rosdakarya.
- Poppy K. Devi, dkk., 2007, *Kimia 3 Kelas XII SMA dan MA*, Bandung: Rosda.
- Poppy K.D., dkk. 2007. *Kimia 1 Kelas XII SMA dan MA.* Bandung: Remaja Rosdakarya
- Poppy K, dkk, *Kimia 2 kelas XI SMA/MA*, Pusat Perbukuan Depdiknas
- Poppy & Dewi.(2008) *Kinetika Kimia.Modul Guru Kimia SMA/MA.* Bandung PPPPTK IPA
- Poppy K. Devi, et all, (2009), *Kimia 2*, Jakarta: Pusat Perbukuan, Depdiknas
- Ramsdeen, Eileen. 2001. *Key Science: Chemistry.* Third edition. London: Nelson Thornes Ltd.
- Raymond Chang, 1998, *Chemistry*, 6th, Boston: WCB Mac Graw-Hill.
- Rohani. Media Audio Visual, Jakarta: Erlangga, 1997.
<http://www.sarjanaku.com/2011/05/media-audio-visual.html>
- Ryan, Lawrie. 2001. *Chemistry for You.* London: Nelson Thornes.
- Salamah.S., 2006, *Diktat Kimia Organik II*, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.
- Sentot Budi Rahardjo, 2008, *Kimia Berbasis Eksperimen 2 Untuk kelas XI SMA dan MA*, Solo: PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri
- Sentot B. Raharjo, 2008, *Kimia Berbasis Eksperimen 3 untuk Kelas XII SMA dan MA*, Jakarta : Platinum.
- Silberberg, 2007, *Principles of General Chemistry, Second Edition*, Boston : Mc Graw Hill.
- Silberbeg. (2010) . *Principles of General Chemistry, Second Edition.* Boston. Mc Graw Hill International.
- Siti Kalsum, dkk. 2009. *Kimia 2: Kelas IX SMA/MA.* Depdiknas: Pusat Perbukuan. Jakarta.
- Sukarmin.2009.*Kimia Organik*. [Online]. Tersedia: Error! Hyperlink reference not valid. /forum.php09-02-2010 [14 april 2010]
- Sukmanawati, W. 2009. *Kimia 3 : Untuk SMA/ MA Kelas XII.* Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta



- Sunarya, Yayan. 2009. *Mudah dan Aktif Belajar Kimia 2*. Depdiknas: Pusat Perbukuan. Jakarta
- Syukri, S. 1999. *Kimia Dasar I*. Bandung: Penerbit ITB.
- Tine Mk, etty S, Ratih Sri RN, Nani K., 2007. *Sains Kimia 3 SMA/MA Kelas XII*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Whitten & Peck. 2010. *Chemistry*. Ninth 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..
- Yayan Sunarya, dkk., 2009, *Mudah dan Aktif Belajar Kimia untuk Kelas XII sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah Program Ilmu Pengetahuan Alam*, Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.

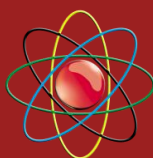


GLOSARIUM

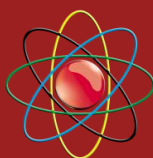
Kompetensi Dasar	: kemampuan dan muatan pembelajaran untuk suatu mata pelajaran pada Sekolah Menengah Atas/ Madrasah Aliyah yang mengacu pada Kompetensi Inti.
Kompetensi Inti	: merupakan tingkat kemampuan untuk mencapai Standar Kompetensi Lulusan yang harus dimiliki seorang peserta didik Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah pada setiap tingkat kelas.
Le Chatelier	: apabila suatu sistem keseimbangan dinamis diberi aksi dari luar maka sistem akan bergeser sedemikian rupa sehingga pengaruh aksi itu sekecil mungkin, dan jika mungkin system keseimbangan kembali
Eksoterm	: suatu proses yang melepaskan kalor ke lingkungannya.
Endoterm	: suatu proses yang memerlukan kalor dari lingkungannya.
Kelarutan	: banyaknya zat yang dapat larut dalam sejumlah pelarut
Ksp	: tetapan hasil kali kelarutan, merupakan hasil kali konsentrasi ion-ion yang sukar larut yang terdapat dalam larutan
Kemolaran	: Jumlah mol zat terlarut dalam tiap liter larutan
Logam alkali	: Kelompok unsur kimia pada golongan 1 pada tabel periodik kecuali hidrogen
Logam alkali tanah	: Kelompok unsur kimia golongan 2 pada tabel periodik
Air sadah	: Air yang mengandung ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} serta anion Cl^- , SO_4^{2-} dan HCO_3^-
Asam karboksilat	: asam organik dengan gugus karboksil dan merupakan asam donor proton. Karena merupakan senyawa polar maka dapat membentuk ikatan hidrogen satu sama lain.



- Asam asetat : Asam karboksilat yang dihasilkan dari oksidasi asetaldehida, bahan mentah yang diperoleh dari oksidasi etanol atau hidrasi asetilen
- Asam format : Asam karboksilat yang diperoleh dari isolasi hasil distilasi pemecahan pada semut
- Ester : Senyawa organik yang terbentuk melalui penggantian satu atau lebih atom hidrogen pada gugus karboksil dengan suatu gugus organik



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016