

MODUL GURU PEMBELAJAR

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

KELOMPOK KOMPETENSI D

**PEDAGOGIK : MODEL-MODEL PEMBELAJARAN IPA
DAN IMPLEMENTASINYA**

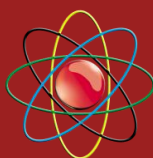
Penulis:

Dr. Poppy Kamalia Devi, M.Pd.

**PROFESIONAL : REDOKS 4, TERMOKIMIA 2, LAJU
REAKSI 2, ALKOHOL DAN ETER**

Penulis:

Drs. Mamat Supriatna, M.Pd, dkk



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

MODUL GURU PEMBELAJAR

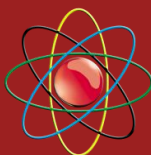
**MATA PELAJARAN KIMIA
SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)**

KELOMPOK KOMPETENSI D

MODEL-MODEL PEMBELAJARAN IPA DAN IMPLEMENTASINYA

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 D

MODEL – MODEL PEMBELAJARAN IPA DAN IMPLEMENTASINYA

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

MODUL GURU PEMBELAJAR

MATA PELAJARAN KIMIA SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)

KELOMPOK KOMPETENSI D

MODEL – MODEL PEMBELAJARAN IPA DAN IMPLEMENTASINYA

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

Penata Letak

Dea Alvicha Putri., 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

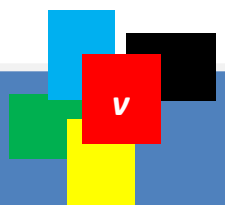
KATA PENGANTAR

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	viii
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. MODEL- MODEL PEMBELAJARAN IPA dan IMPLEMENTASINYA	7
A. TUJUAN	7
B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI	7
C. URAIAN MATERI	8
D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN	40
E. LATIHAN/KASUS/TUGAS	41
F. RANGKUMAN	45
G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT	45
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 1.1	Peran guru, peserta didik dan masalah dalam pembelajaran berbasis masalah	25
Tabel 1.2	Tahapan-Tahapan Model PBL	25

DAFTAR GAMBAR

		Hal
Gambar 1	Langkah-langkah belajar menggunakan modul	4
Gambar 1.1	Langkah langkah Pelaksanaan Project Based Learning	16
Gambar 1.2	Bagan Siklus Belajar Jenis Spiral	31
Gambar 1.3	Model Siklus Belajar 5E	33

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dewasa ini peserta didik kita menghadapi berbagai tantangan, baik tantangan di tingkat lokal, nasional, regional, maupun internasional. Salah satu tantangan yang dihadapi peserta didik kita adalah bagaimana menjadi anggota masyarakat abad 21. Karakteristik yang dituntut untuk menjadi masyarakat abad 21 di antaranya adalah memiliki kemampuan yang sering disingkat 4C, yaitu *communication, collaboration, critical thinking and problem solving, dan creativity and innovation*. Selain tantangan yang dihadapi peserta didik, guru pun menghadapi tantangan abad 21. Ada tujuh tantangan yang dihadapi guru abad 21, yaitu: (1) mengajar di masyarakat yang memiliki beragam budaya dengan kompetensi multi bahasa; (2) mengajar untuk mengkonstruksi makna; (3) mengajar untuk pembelajaran aktif; (4) mengajar dan teknologi; (5) mengajar dengan pandangan baru mengenai kemampuan; (6) mengajar dan pilihan; dan (7) mengajar dan akuntabilitas. Selanjutnya Yahya (2010) menambahkan tantangan yang dihadapi guru meliputi : (1) pendidikan berfokus pada character building; (2) pendidikan yang peduli pada perubahan iklim; (3) entrepreneurial mindset; (4) membangun learning community; dan kekuatan bersaing bukan lagi kepandaian tetapi kreativitas dan kecerdasan bertindak. Menghadapi tantangan- tantangan zaman, tentunya guru harus mengubah paradigmanya dalam mengajar, dari yang berpusat pada guru menjadi berpusat pada peserta didik, dari mengajar menjadi membelajarkan peserta didik dengan menggunakan berbagai sumber belajar dan membuat atau menciptakan suasana belajar yang kondusif. Guru dituntut mengadakan pembaharuan, di antaranya dalam penggunaan strategi atau model pembelajaran. Model Pembelajaran adalah pola pembelajaran yang mendeskripsikan kegiatan guru-siswa di dalam mewujudkan kondisi belajar atau sistem lingkungan yang menyebabkan Permendiknas nomor 16 tahun 2007, kompetensi guru tentang



model pembelajaran termasuk dalam kompetensi inti menguasai teori belajar dan prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik. Pada modul ini Anda dapat mempelajari konsep model pembelajaran *Discovery Learning*, *Project Based Learning*, *Problem Based Learning*, *Model Learning Cycle* dan *Model Science Technology and Society (STS)* serta implementasinya dalam pembelajaran Kimia. Di dalam modul, sajian materi diawali dengan uraian pendahuluan, kegiatan pembelajaran dan diakhiri dengan evaluasi agar peserta melakukan *self assesment* sebagai tolak ukur untuk mengetahui keberhasilan diri sendiri.

B. Tujuan

Setelah Anda belajar dengan modul ini diharapkan terampil mengembangkan skenario pembelajaran menggunakan sintak model yang sesuai dengan topik atau konsep kimia.

C. Peta Kompetensi

Kompetensi inti yang diharapkan setelah Anda belajar menggunakan modul ini adalah menguasai teori belajar dan prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik. 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 Mata Pelajaran	Indikator Pencapaian Kompetensi
2.2 “Menerapkan berbagai pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran yang mendidik secara kreatif dalam mata pelajaran yang diampu	2.2.8 Mendeskripsikan konsep model <i>Discovery Learning</i>
	2.2.9 Merancang skenario pembelajaran sesuai model <i>Discovery Learning</i>
	2.2.10 Mendeskripsikan konsep model <i>Project Based Learning</i>
	2.2.11 Merancang skenario pembelajaran sesuai model <i>Project Based Learning</i>
	2.2.12 Merancang skenario pembelajaran sesuai <i>Problem Based Learning</i>
	2.2.13 Mendeskripsikan konsep model <i>Learning Cycle</i>
	2.2.14 Merancang skenario pembelajaran sesuai model <i>Learning Cycle</i>
	2.2.15 Mendeskripsikan konsep model



	<i>Science Tecnology and Society</i> 2.2.16 Merancang skenario pembelajaran sesuai model <i>Science Tecnology and Society</i>
--	---

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 D, 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.

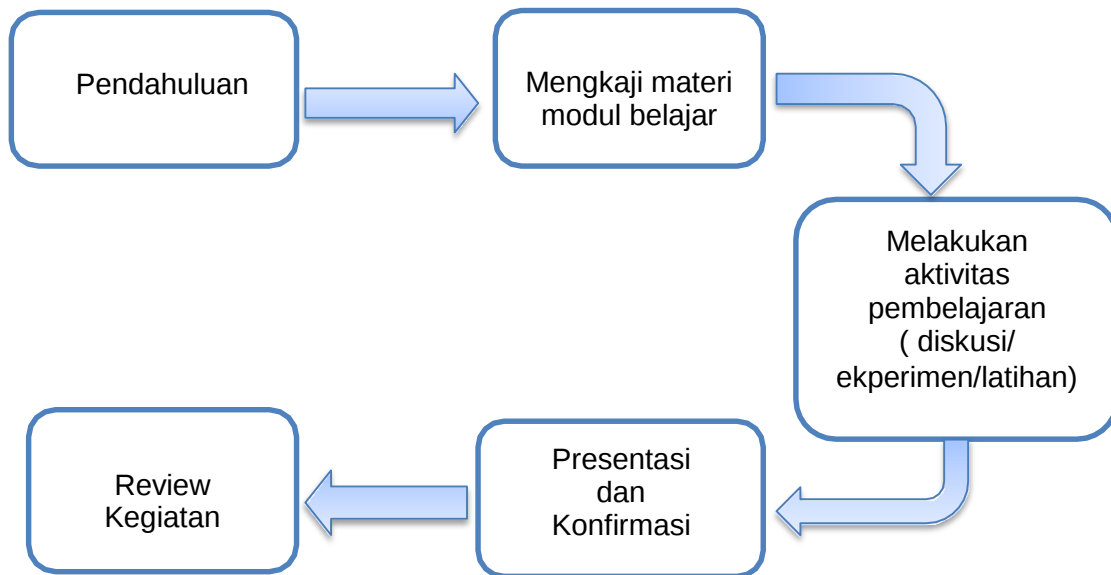
Rincian materi pada modul adalah sebagai berikut:

1. Konsep dan skenario pembelajaran model *Discovery Learning*;
2. Konsep dan skenario pembelajaran model *Project Based Learning*;
3. Konsep dan skenario pembelajaran model *Problem Based Learning*;
4. Konsep dan skenario pembelajaran model *Learning Cycle*;
5. Konsep dan skenario pembelajaran model *Science Tecnology and Society*l.



E. CARA PENGGUNAAN MODUL

Cara penggunaan modul pada setiap Kegiatan Pembelajaran secara umum sesuai dengan skenario setiap penyajian materi modul. 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 atau ditingkatkan melalui modul.
- ruang lingkup materi 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. Peserta dapat mempelajari materi secara individual atau kelompok

3. Melakukan aktivitas pembelajaran

Pada kegiatan ini peserta melakukan kegiatan pembelajaran sesuai dengan rambu-rambu/ intruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, melakukan eksperimen, latihan, dsb.

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

5. Review Kegiatan

Pada kegiatan ini peserta dan penyaji mereview materi



KEGIATAN PEMBELAJARAN: MODEL-MODEL PEMBELAJARAN IPA DAN IMPLEMENTASINYA

Untuk meningkatkan hasil pembelajaran yang optimal seorang guru sebaiknya menggunakan strategi, pendekatan, atau model-model pembelajaran yang bervariasi sesuai dengan topik yang akan disajikan dan dipelajari peserta didik. Beberapa strategi/model pembelajaran yang dikemukakan pakar pendidikan, didasari oleh teori belajar tertentu dan digunakan untuk tujuan tertentu pula. Untuk tujuan pembelajaran yang berbeda digunakan model pembelajaran yang berbeda pula. Penggunaan strategi, pendekatan, dan model pembelajaran hendaknya disesuaikan pula dengan karakteristik mata pelajaran yang diajarkan. Dalam pelajaran kimia, yang merupakan bagian dari pelajaran IPA, pembelajaran menekankan pada pengembangan keterampilan berpikir melalui proses dan produk. Pada kegiatan pembelajaran ini Anda dapat mempelajari konsep model pembelajaran yang dapat diterapkan pada pembelajaran IPA yaitu model *Discovery Learning*, *Project Based Learning*, *Problem Based Learning*, Model *Learning Cycle* dan *Model Science Technology and Society* (STS) serta implementasinya dalam pembelajaran Kimia.

A. Tujuan

Melalui belajar dengan modul ini diharapkan Anda dapat memahami model pembelajaran dan mengimplementasikannya dalam pembelajaran kimia di SMA.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi yang diharapkan dicapai melalui kegiatan pembelajaran ini adalah:

1. mendeskripsikan konsep model *Discovery Learning*;
2. merancang skenario pembelajaran sesuai model *Discovery Learning*;
3. mendeskripsikan konsep model *Project Based Learning*;



4. merancang skenario pembelajaran sesuai model Project Based Learning;
5. mendeskripsikan konsep model *Problem Based Learning*;
6. merancang skenario pembelajaran sesuai Problem Based Learning;
7. mendeskripsikan konsep model *Learning Cycle*;
8. merancang skenario pembelajaran sesuai model *Learning Cycle*;
9. mendeskripsikan konsep model *Science Tecnology and Society*;
10. merancang skenario pembelajaran sesuai model *Science Tecnology and Society*.

C. Uraian Materi

Model pembelajaran diartikan sebagai suatu rencana mengajar yang memperlihatkan pola pembelajaran tertentu, dalam pola tersebut dapat terlihat kegiatan guru-siswa di dalam mewujudkan kondisi belajar atau sistem lingkungan yang menyebabkan terjadinya belajar pada siswa. Di dalam pola pembelajaran yang dimaksud terdapat karakteristik berupa tahapan/kegiatan guru-siswa atau dikenal dengan istilah **sintaks**. Secara implisit di balik tahapan pembelajaran tersebut terdapat rasional yang membedakan antara model pembelajaran yang satu dengan model pembelajaran yang lainnya.

Model pembelajaran memiliki karakteristik adanya sintaks (urutan kegiatan/tahapan pembelajaran), sistem sosial (situasi atau norma yang berlaku dalam model, prinsip reaksi (upaya guru dalam membimbing dan merespon siswa atau pola kegiatan bagaimana guru memperlakukan siswa), sistem pendukung (faktor-faktor yang harus diperhatikan, dimiliki guru dalam menggunakan model serta sarana prasarana yang diperlukan untuk melaksanakan model), dan dampak pembelajaran (langsung dan iringan). Dampak pembelajaran langsung merupakan hasil belajar yang dicapai langsung dengan cara mengarahkan siswa pada tujuan yang diharapkan, sedangkan dampak pembelajaran iringan merupakan hasil belajar lainnya sebagai pengiring yang dihasilkan dari interaksi belajar mengajar sebagai dampak dari terciptanya suasana belajar yang dialami siswa tanpa diarahkan oleh guru (Bruce Joyce, 1980, 2000)."



Berikut uraian tentang konsep model pembelajaran yang dapat diterapkan pada pembelajaran IPA, yaitu model *Discovery Learning*, *Project Based Learning*, *Problem Based Learning*, *Model Learning Cycle*, dan *Model Science Technology and Society* (STS) serta implementasinya dalam pembelajaran Kimia.

1. Model Pembelajaran *Discovery Learning*

Discovery mempunyai prinsip yang sama dengan inkuiri (*inquiry*) dan *Problem Solving*. Tidak ada perbedaan yang prinsipil pada ketiga istilah ini, pada *Discovery Learning* lebih menekankan pada ditemukannya konsep atau prinsip yang sebelumnya tidak diketahui, masalah yang diperhadapkan kepada siswa semacam masalah yang direkayasa oleh guru. Sedangkan pada inkuiri masalahnya bukan hasil rekayasa, sehingga siswa harus mengerahkan seluruh pikiran dan keterampilannya untuk mendapatkan temuan-temuan di dalam masalah itu melalui proses penelitian.

a. Sintak Model *Discovery Learning*

Sintak atau tahap-tahap pembelajaran pada model *Discovery Learning* meliputi: Tahap *Stimulation* (stimulasi/pemberian rangsangan), Problem statement (pernyataan/ identifikasi masalah), Data collection (pengumpulan data), Data processing (pengolahan data), Verification (pembuktian) dan Generalization (menarik kesimpulan/generalisasi)

1) *Stimulation* (stimulasi/pemberian rangsangan)

Pada tahap ini peserta didik dihadapkan pada sesuatu yang menimbulkan pertanyaan dan timbul keinginan untuk menyelidiki sendiri. Guru dapat memulai kegiatan pembelajaran dengan mengajukan pertanyaan, anjuran membaca buku, dan aktivitas belajar lainnya yang mengarah pada persiapan pemecahan masalah.

2) *Problem statement* (pernyataan/ identifikasi masalah)

Setelah dilakukan stimulation guru memberi kesempatan kepada siswa untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin masalah yang relevan dengan bahan pelajaran, kemudian salah satunya dipilih dan dirumuskan dalam bentuk hipotesis (jawaban sementara atas pertanyaan masalah).



3) *Collection Data* (pengumpulan data)

Pada saat peserta didik melakukan eksperimen atau eksplorasi, guru memberi kesempatan kepada para siswa untuk mengumpulkan informasi sebanyak-banyaknya yang relevan untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis. Data dapat diperoleh melalui membaca literatur, mengamati objek, wawancara dengan nara sumber, melakukan uji coba sendiri dan sebagainya.

4) *Processing Data* (pengolahan data)

Pada tahap ini kegiatan mengolah data dan informasi dapat dilakukan melalui wawancara, observasi, dan sebagainya, lalu ditafsirkan.

5) *Verification* (pembuktian)

Pada tahap ini peserta didik memeriksa hasil pengolahan data untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis yang telah ditetapkan, dihubungkan dengan hasil data processing.

6) *Generalization* (menarik kesimpulan/generalisasi)

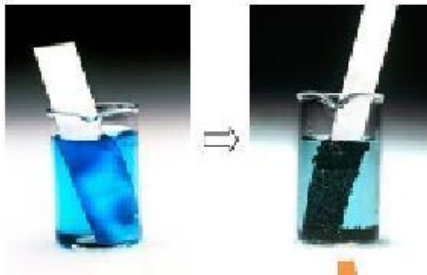
Pada tahap generalisasi/ menarik kesimpulan peserta didik menarik kesimpulan yang dapat dijadikan prinsip umum dan berlaku untuk semua kejadian atau masalah yang sama, dengan memperhatikan hasil verifikasi.

b. Penerapan Model *Discovery Learning* pada pembelajaran Kimia

Banyak konsep kimia yang dapat disajikan dengan model *discovery learning* di mana peserta dapat menemukan konsep kimia melalui pemberian stimulus sampai menyimpulkan. Berikut ini contoh skenario pembelajaran model *discovery learning* pada topik Deret Volta.



Topik	: Sel Elektrokimia
Sub Topik	: Deret Volta
Kompetensi Dasar	3.3 Mengevaluasi gejala atau proses yang terjadi dalam contoh sel elektrokimia (sel volta dan sel elektrolisis) yang digunakan dalam kehidupan. 4.3 Menciptakan ide/gagasan produk sel elektrokimia.
Indikator	- Menjelaskan pengertian deret Volta - Menemukan urutan unsur unsur dalam Deret Volta berdasarkan data percobaan - Membedakan sifat unsur-unsur dalam sel volta sesuai urutannya. - Membuat poster deret Volta
Alokasi Waktu	: 2 JP

Sintak Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran
1. <i>Stimulation</i> (stimulasi/pemberian rangsangan)	Pada tahap ini peserta didik diminta mengamati demonstrasi kimia 1) Logam Zn dicelupkan pada larutan CuSO_4 2) Logam Cu dicelupkan pada larutan ZnSO_4 Atau gambar percobaan tersebut 



2. <i>Problem statemen</i> (pertanyaan/identifikasi masalah)	Guru memberikan kesempatan pada peserta didik untuk mengidentifikasi pertanyaan yang berkaitan dengan demonstrasi yang disajikan dan akan dijawab melalui kegiatan belajar, contohnya - Endapan apa yang terjadi pada percobaan reaksi Zn dengan CuSO_4 ? Mengapa antara logam Zn dengan CuSO_4 terjadi reaksi? - Mengapa antara logam Cu dengan ZnSO_4 tidak terjadi reaksi? - Apakah ada aturannya logam apa saja yang dapat bereaksi dengan suatu larutan?
3. <i>Data collection</i> (pengumpulan data)	Pada tahap ini peserta didik mengumpulkan informasi yang relevan untuk menjawab pertanyaan yang telah diidentifikasi melalui kegiatan : - Praktikum dengan lembar kerja “Deret Volta”. Pada kegiatan ini peserta didik menyelidiki reaksi spontan antara logam dengan larutan garam contohnya: Mg dengan CuSO_4 1 M, Fe dengan CuSO_4 1 M Al dengan CuSO_4 1 M, Zn dengan CuSO_4 1 M Pb dengan CuSO_4 1 M - Mengumpulkan data tentang data menyelidiki reaksi spontan antara logam dengan larutan garam.
4. <i>Data processing</i> (pengolahan Data)	Pada tahap ini peserta didik dalam kelompoknya berdiskusi untuk mengolah data hasil pengamatan dengan cara: - Mengolah data hasil pengamatan percobaan kereaktifan logam sesuai pertanyaan-pertanyaan pada lembar kerja, yaitu mengidentifikasi reaksi spontan dengan yang tidak spontan dan mengurutkan unsur-unsur berdasarkan daya desak terhadap ion logam atau sifat reduktornya.
5. <i>Verification</i> (pembuktian)	Pada tahap verifikasi peserta didik mendiskusikan hasil pengolahan data dan memverifikasi hasil pengolahan dengan data-data atau teori pada buku sumber. Misalnya memeriksa kembali reaksi spontan antara logam dengan larutan garam, urutan logam-logam hasil percobaan dengan urutan deret volta yang ada di buku.



6. <i>Generalization</i> (menarik kesimpulan)	Pada tahap ini peserta didik berdiskusi untuk menyimpulkan urutan unsur-unsur pada deret Volta
--	--

Penjelasan kegiatan pada setiap sintaks

1) *Stimulation* (stimulasi/pemberian rangsangan)

Pada kegiatan ini guru memberikan stimulus dengan mendemonstrasikan dua macam reaksi reaksi yaitu mencelupkan logam Cu ke dalam Larutan pada larutan CuSO_4 dan Logam Cu dicelupkan pada larutan ZnSO_4 . Dari kedua percobaan tersebut peserta didik dapat mengamati kedua percobaan tersebut ada yang berlangsung spontan atau bereaksi dan yang tidak berlangsung spontan atau tidak bereaksi. Dari pengamatan tersebut diharapkan akan menstimulus mereka untuk meningkatkan rasa ingin tahu, mengapa reaksi ada yang spontan dan tidak. Guru dapat menambahkan demontrasi yang lain sebagai pembanding misalnya dengan mencelupkan logam Mg ke dalam Larutan pada larutan ZnSO_4 dan Logam Zn dicelupkan pada larutan MgSO_4 .

2) *Problem statement* (pertanyaan/identifikasi masalah)

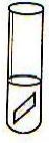
Pada tahap ini peserta didik dapat mengidentifikasi pertanyaan yang berkaitan dengan demonstrasi yang disajikan dan akan dijawab melalui kegiatan belajar, contohnya :

- Hasil pengamatan peserta didik pada percobaan reaksi Zn dengan CuSO_4 terjadi endapan berwarna hitam kecoklatan disekitar logam Cu, maka diharapkan ada pertanyaan, “ endapan apa yang terjadi?, mengapa terjadi endapan disekitar sel elektrode tersebut?, mengapa antara logam Cu dengan ZnSO_4 tidak terjadi reaksi?
- Jika pada stimulus dilakukan juga percobaan mereaksikan logam dengan larutan yang lain misalnya mencelupkan logam Mg ke dalam Larutan pada larutan ZnSO_4 dan Logam Zn dicelupkan pada larutan MgSO_4 dimana hasilnya seperti percobaan pertama, diharapkan ada pertanyaan dalam pikiran peserta didik mengenai keteraturan unsur apa yang dapat menyebabkan reaksi spontan tersebut. Misalnya dengan pertanyaan “Apakah ada aturannya logam apa saja yang dapat bereaksi dengan suatu larutan?”



3) Data collection (pengumpulan data)

Untuk menjawab pertanyaan peserta didik, mereka diminta untuk melakukan percobaan tentang kereaktifan logam menggunakan LKS “Kereaktifan Logam” dimana pada percobaan ini peserta didik mereaksikan berbagai logam dengan larutan garam yang mengandung ion logam seperti yang tertera pada cuplikan LKS berikut:

Logam	MX (aq)					Kesimpulan :
	Zn ²⁺	Cu ²⁺	Mg ²⁺	Fe ²⁺	Pb ²⁺	
Zn						a..... b.....
+/-	=					
Mg						a..... b..... ...
+/-						
Fe						a..... b..... ...
+/-						
Cu						a..... b..... ...
+/-						
Pb						a..... b..... ...
+/-						



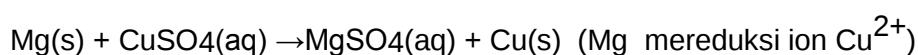
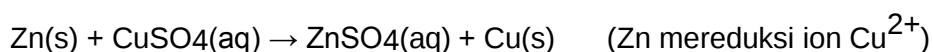
Peserta didik diminta melakukan percobaan dalam kelompok dengan urutan seperti pada LKS, mengamati hasil percobaan dengan teliti dan mencatat hasil pengamatan dengan mencantumkan tanda positif (+) bagi yang berlangsung spontan dan negatif (–) bagi yang tidak berlangsung spontan. Kemudian mencatat data ion logam yang didesak dan ion logam yang tidak didesak berdasarkan tanda + dan - pada kolom dibawah gambar tabung reaksi.

4) *Data processing* (pengolahan data)

Pada tahap ini peserta didik mengolah data hasil pengamatan bantuan pertanyaan-pertanyaan pada lembar kerja, misalnya :

- Dari data di atas urutkan logam tersebut mulai dari reduktor terkuat sampai yang terlemah !

Dengan bantuan pertanyaan tersebut, peserta didik akan mengolah data yang diperoleh dan dicatat pada LKS pada kegiatan mengumpulkan informasi. Peserta didik diarahkan menggunakan pengetahuannya tentang reduktor dan oksidator, reaksi redoks konsep setengah reaksi yang sudah dipahaminya untuk menuliskan reaksi-reaksi yang spontan, dimana logam dapat mereduksi ion logam yang ada pada larutan sehingga menghasilkan logam yang diamatinya dalam bentuk endapan. Contoh:



Dari pengolahan data ini diharapkan peserta didik dapat mengurutkan logam-logam berdasarkan kekuatan sifat reduktornya. Pada percobaan hanya lima unsur yang diurutkan, deretan logam tersebut adalah bagian dari deret Volta yang merupakan urutan logam dari reduktor kuat ke reduktor lemah.

5) *Verification* (pembuktian)

Pada tahap verifikasi peserta didik mendiskusikan hasil pengolahan data yaitu urutan kereaktifan 5 logam dari reduktor kuat ke reduktor lemah berdasarkan percobaan. Peserta didik dapat memverifikasi hasil pengolahan dengan data-data atau teori pada buku sumber karena deretan logam tersebut adalah bagian dari deret Volta yang merupakan urutan kereaktifan logam dari



reduktor kuat ke reduktor lemah. Mereka memverifikasi apakah urutan hasil percobaan sudah sesuai dengan deret Volta yang ada di buku sumber.

6) *Generalization* (menarik kesimpulan)

Pada tahap ini peserta didik menyimpulkan urutan unsur-unsur pada Deret Volta secara lengkap dan pengertian dari deret Volta.

2. Model Project Based Learning

Project Based Learning atau Pembelajaran Berbasis Proyek adalah model pembelajaran yang melibatkan siswa dalam suatu kegiatan (proyek) yang menghasilkan suatu produk. Keterlibatan siswa mulai dari merencanakan, membuat rancangan, melaksanakan, dan melaporkan hasil kegiatan berupa produk dan laporan pelaksanaannya. Model pembelajaran ini menekankan pada proses pembelajaran jangka panjang, siswa terlibat secara langsung dengan berbagai isu dan persoalan kehidupan sehari-hari, belajar bagaimana memahami dan menyelesaikan persoalan nyata, bersifat interdisipliner, dan melibatkan siswa sebagai pelaku mulai dari merancang, melaksanakan dan melaporkan hasil kegiatan (*student centered*).

a. Sintak atau Tahap-tahap Model *project based learning*

Sintak model *project based learning* dapat dijelaskan sebagai berikut.



Gambar 1.1 Tahap-tahap Pelaksanaan *project based learning*



Penjelasan sintak atau tahap-tahap *project based learning* sebagai berikut.

- 1) Penentuan Pertanyaan Mendasar (*Start With the Essential Question*)
Pembelajaran dimulai dengan pertanyaan esensial, yaitu pertanyaan yang dapat memberi penugasan peserta didik dalam melakukan suatu aktivitas..
- 2) Mendesain Perencanaan Proyek (*Design a Plan for the Project*)
Perencanaan berisi tentang aturan main, pemilihan aktivitas yang dapat mendukung dalam menjawab pertanyaan esensial, dengacara mengintegrasikan berbagai subjek yang mungkin, serta mengetahui alat dan bahan yang dapat diakses untuk membantu penyelesaian proyek.
- 3) Menyusun Jadwal (*Create a Schedule*)
Guru dan peserta didik secara kolaboratif menyusun jadwal aktivitas dalam menyelesaikan proyek antara lain: (1) membuat timeline menyelesaikan proyek. 2) membuat deadline penyelesaian proyek, (3) peserta didik jika akan merencanakan cara yang baru, (4) membimbing peserta didik melaksanakan proyek dan (5) peserta didik untuk membuat penjelasan pemilihan proyek
- 4) Memonitor peserta didik dan kemajuan proyek (*Monitor the Students and the Progress of the Project*)
Monitoring dilakukan guru dengan menggunakan rubrik yang dapat merekam keseluruhan aktivitas. Guru berperan menjadi mentor bagi aktivitas peserta didik
- 5) Menguji Hasil (*Assess the Outcome*)
Penilaian dilakukan untuk membantu guru dalam mengukur ketercapaian standar, mengevaluasi kemajuan masing- masing peserta didik, memberi umpan balik tentang tingkat pemahaman yang sudah dicapai peserta didik, membantu guru dalam menyusun strategi pembelajaran berikutnya.
- 6) Mengevaluasi Pengalaman (*Evaluate the Experience*)
Pada akhir proses pembelajaran, pengajar dan peserta didik melakukan refleksi terhadap aktivitas dan hasil proyek yang sudah dijalankan. Proses refleksi dilakukan baik secara individu maupun kelompok mengembangkan diskusi dalam rangka memperbaiki kinerja selama proses pembelajaran,



sehingga pada akhirnya ditemukan suatu temuan baru (*new inquiry*) untuk menjawab permasalahan yang diajukan pada tahap pertama pembelajaran.

b. Penerapan *project based learning* pada pembelajaran

Berikut ini contoh skenario pembelajaran dan lembar kerja pelaksanaan tugas proyek untuk peserta didik.

1) Rancangan kegiatan proyek

Topik: Elektrolisis	
Sub Topik: Penyepuhan Logam	
Kompetensi Dasar: 3.3. Mengevaluasi gejala atau proses yang terjadi dalam contoh sel elektrokimia (sel volta dan sel elektrolisis) yang digunakan dalam kehidupan. 4.3. Menciptakan ide/gagasan produk sel elektrokimia.	
Indikator: - Menganalisis reaksi redoks yang terjadi pada proses penyepuhan, pemurnian logam dan pembuatan unsur atau senyawa - Menyebutkan contoh produk industri hasil proses elektrolisis - Merancang kegiatan praktik penyepuhan logam - Merancang perangkat sel elektrolisis untuk proses penyepuhan - Melakukan penyepuhan benda dari logam sesuai rancangan - Membuat laporan tugas proyek penyepuhan logam	
Alokasi Waktu: 3 JP	
Tahap	Kegiatan Pembelajaran
Penentuan Pertanyaan Mendasar	Peserta didik membaca teks tentang kegunaan elektrolisis yang tersedia pada buku sumber, dan mengamati gambar-gambar produk hasil elektrolisis dalam kehidupan sehari-hari. Peserta didik diminta mengemukakan pertanyaan yang terkait dengan produk hasil elektrolisis terutama penyepuhan logam yang sudah dikenal dalam kehidupan sehari-hari. Contoh Pertanyaan - Mengapa perhiasan dari tembaga dapat dilapisi atau disepuh dengan logam lain? - Bagaimana cara menyepuh benda dari suatu logam dengan logam lain agar lebih indah? -



Menyusun Jadwal	Pendidik dan peserta didik menyusun jadwal aktivitas penyelesaian proyek. Contoh kegiatan tugas proyek penyepuhan logam	
	Jadw	Rencana Kegiatan
	Mendesain Perencanaan Proyek (tatap muka)	- Mengkaji konsep penyepuhan berdasarkan reaksi elektrolisis dari buku sumber atau Internet - Membuat aturan penyelesaian
	Melaksanakan tugas Praktik (di luar jam tatap muka)	- Melakukan tugas praktik penyepuhan sesuai dengan rancangan sekaligus mencatat data proses penyepuhan. - Mendiskusikan hasil praktik penyepuhan logam
Memonitor peserta didik dan kemajuan proyek	Melaporkan hasil tugas proyek (tatap muka kedua 1 JP)	- Presentasi hasil tugas proyek yang terdiri dari agenda kegiatan, laporan praktik penyepuhan, foto-foto kegiatan dan permasalahan yang
	Peserta didik melaksanakan tugas proyek sesuai rancangan kegiatan, guru memonitor aktivitas yang penting dari peserta didik selama menyelesaikan proyek menggunakan rubrik yang telah disiapkan	
Menguji Hasil	Guru menilai : 1. laporan rancangan tugas proyek, laporan praktik penyepuhan sesuai rancangan dan produk penyepuhan logam misalnya gantungan kunci, cincin, gelang dsb 2. presentasi pelaporan tugas proyek	
Mengevaluasi Pengalaman	Pada akhir proses pembelajaran: 1. guru dan peserta didik melakukan refleksi terhadap aktivitas selama melakukan penyepuhan dan hasil penyepuhan sudah dijalankan, perwakilan peserta didik diminta untuk mengungkapkan pengalamannya selama menyelesaikan proyek 2. melakukan diskusi untuk memperbaiki kinerja selama proses pembelajaran, sehingga pada akhirnya ditemukan suatu temuan baru (<i>new inquiry</i>) untuk menjawab permasalahan yang diajukan pada tahap awal pembelajaran 3. peserta didik diminta untuk menambah pengetahuannya tentang kegunaan elektrolisis pada produk industri.	



Pada pembelajaran berbasis proyek, tugas proyek harus jelas sehingga hasilnya dapat dinilai sesuai rubrik penilaian proyek. Berikut ini contoh lembar tugas proyek dan instrumen penilaiannya.

2) Lembar Kerja Tugas Proyek

Untuk mengerjakan proyek, peserta diberi panduan kerja agar tugas dapat dikerjakan secara efektif dan efisien. Pada lembar tugas proyek dicantumkan petunjuk kerja untuk kegiatan tatap muka dan tugas diluar kegiatan tatap muka. Berikut ini contoh lembar kegiatan dan format laporan *project based learning*.

PROJECT BASED LEARNING

Mata pelajaran: Kimia

Kelas/semester: XII/1

Topik: Elektrolisis

Sub topik: Penyepuhan Logam

Tugas: Membuat rancangan perangkat sel elektrolisis untuk proses penyepuhan dan melakukan pratik penyepuhan

PENTUNJUK UMUM

Tugas Proyek disekolah (tatap muka pertama)

1. Pelajari konsep penyepuhan dan perangkat sel elektrolisis untuk proses penyepuhan
2. Buat rancangan percobaan penyepuhan dengan cara sebagai berikut:
 - Tentukan tujuan percobaan
 - Tentukan bahan, alat, dan benda yang akan disepuh
 - Gambarkan perangkat sel elektrolisis untuk proses penyepuhan dan jelaskan cara kerjanya.
 - Gunakan format yang tersedia untuk melaporkan rancangan
3. Membuat laporan perancangan proses penyepuhan logam

Tugas Proyek di sekolah/di rumah diluar jam tatap muka

1. Setelah membuat rancangan, lakukanlah percobaan penyepuhan benda yang ingin kalian sepuh, lakukan dengan hati-hati, catat data-data hasil percobaan laporkan hasilnya
2. Bersihkan dan simpan benda yang telah disepuh untuk dilaporkan
3. Buat laporan percobaan penyepuhan dengan format yang tersedia, siapkan powerpoint laporan untuk presentasi
Selamat mencoba, mudah-mudahan benda yang kamu sepuh berhasil dengan baik. Selamat bekerja , lakukan tugas dengan bekerjasama penuh tanggung jawab, teliti, disiplin, efektif, kreatif, dan peduli lingkungan untuk mendapatkan hasil yang sempurna.



Pada tugas proyek ini peserta diminta untuk merangkai dan melakukan penyepuhan berbagai benda yang terbuat dari logam seperti gantungan kunci, cincin, anting, hiasan sebagai prakarya atau seni.

1) Laporan Kegiatan *Project Based Learning*

Laporan kegiatan *project based learning* dapat berupa laporan kegiatan membuat alat mulai dari merancang alat, menguji alat dan laporan penelitian yang dilakukan dengan menggunakan model rancangan yang dibuat.

Contoh laporan pembuatan alat misalnya membuat perangkat sel elektrolisis untuk proses penyepuhan

LAPORAN TUGAS PROYEK

Mata Pelajaran : Kimia
Topik : Elektrolisis
Sub Topik : Penyepuhan Logam
Tugas : Merancang perangkat sel elektrolisis untuk proses penyepuhan dan melakukan penyepuhan suatu benda dari logam

Nama:Kelas: XII

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



4) Laporan Praktik Penyepuhan Logam

LAPORAN PRAKTIK PENYEPUHAN

Mata Pelajaran :

Kimia Topik : Elektrolisis

Sub Topik : Penyepuhan Logam

Tugas : Melakukan penyepuhan benda- benda dari logam

Nama : Kelas : XII

Tahap kegiatan	Laporan Hasil pengamatan
1. Percobaan penyepuhan ke 1	
2. Percobaan penyepuhan ke 2	
3. Percobaan penyepuhan ke 3	

5) Laporan Penelitian

LAPORAN PENELITIAN

Petunjuk Khusus

Berdasarkan hasil kegiatanmu ini, tulislah sebuah laporan penelitian sederhana tentang penyepuhan benda-benda dari logam. Buat Judul yang menarik, tulis laporan secara sistematis.

JUDUL

.....

.....

.....

.....

.....

.....



1. Model *Problem Based Learning* (PBL)

Pembelajaran berbasis masalah merupakan sebuah model pembelajaran yang menyajikan masalah kontekstual sehingga merangsang peserta didik untuk belajar. Pembelajaran berbasis masalah merupakan suatu model pembelajaran yang menantang peserta didik untuk “belajar bagaimana belajar”, bekerja secara berkelompok untuk mencari solusi dari permasalahan dunia nyata. Masalah yang diberikan ini digunakan untuk mengikat peserta didik pada rasa ingin tahu pada pembelajaran yang dimaksud. Masalah diberikan kepada peserta didik, sebelum peserta didik mempelajari konsep atau materi yang berkenaan dengan masalah yang harus dipecahkan.

a. Prinsip Proses Pembelajaran PBL

Prinsip-prinsip PBL yang harus diperhatikan dalam penggunaannya meliputi konsep dasar, pendefinisian masalah, pembelajaran mandiri, pertukaran pengetahuan dan penialainnya.

1) Konsep Dasar (*Basic Concept*)

Pada pembelajaran ini guru dapat memberikan konsep dasar, petunjuk, referensi, atau *link* dan *skill* yang diperlukan dalam pembelajaran tersebut. Hal ini dimaksudkan agar peserta didik lebih cepat mendapatkan ‘peta’ yang akurat tentang arah dan tujuan pembelajaran. Konsep yang diberikan tidak perlu detail, diutamakan dalam bentuk garis besar saja, sehingga peserta didik dapat mengembangkannya secara mandiri secara mendalam.

2) Pendefinisian Masalah (*Defining the Problem*)

Dalam langkah ini guru menyampaikan skenario atau permasalahan dan di dalam kelompoknya peserta didik melakukan berbagai kegiatan. *Pertama*, *brainstorming* dengan cara semua anggota kelompok mengungkapkan pendapat, ide, dan tanggapan terhadap skenario secara bebas, sehingga dimungkinkan muncul berbagai macam alternatif pendapat. *Kedua*, melakukan seleksi untuk memilih pendapat yang lebih fokus. *ketiga*, menentukan permasalahan dan melakukan pembagian tugas dalam kelompok untuk mencari referensi penyelesaian dari isu permasalahan yang didapat.



3) Pembelajaran Mandiri (*Self Learning*)

Setelah mengetahui tugasnya, masing-masing peserta didik mencari berbagai sumber yang dapat memperjelas isu yang sedang diinvestigasi misalnya dari artikel tertulis di perpustakaan, halaman web, atau bahkan pakar dalam bidang yang relevan.

4) Pertukaran Pengetahuan (*Exchange knowledge*)

Setelah mendapatkan sumber untuk keperluan pendalaman materi secara mandiri, pada pertemuan berikutnya peserta didik berdiskusi dalam kelompoknya dapat dibantu guru untuk mengklarifikasi capaiannya dan merumuskan solusi dari permasalahan kelompok. Langkah selanjutnya presentasi hasil dalam kelas dengan mengakomodasi masukan dari pleno, menentukan kesimpulan akhir, dan dokumentasi akhir.

5) Penilaian (*Assessment*)

Penilaian dilakukan dengan memadukan tiga aspek pengetahuan (*knowledge*), kecakapan (*skill*), dan sikap (*attitude*). Penilaian terhadap penguasaan pengetahuan yang mencakup seluruh Penilaian terhadap kecakapan dapat diukur dari penguasaan alat bantu pembelajaran, baik *software*, *hardware*, maupun kemampuan perancangan dan pengujian. Sedangkan penilaian terhadap sikap dititikberatkan pada penguasaan *soft skill*, yaitu keaktifan dan partisipasi dalam diskusi, kemampuan bekerjasama dalam tim, dan kehadiran dalam pembelajaran. Bobot penilaian untuk ketiga aspek tersebut ditentukan oleh guru mata pelajaran yang bersangkutan.



Tabel 1.1 Peran guru, peserta didik dan masalah dalam pembelajaran berbasis masalah dapat digambarkan sebagai berikut.

<i>Guru sebagai pelatih</i>	<i>Peserta didik sebagai problem solver</i>	<i>Masalah sebagai awal tantangan dan motivasi</i>
- <i>Asking about thinking (bertanya tentang pemikiran)</i> - <i>memonitor pembelajaran</i> - <i>probbing (menantang peserta didik untuk berfikir)</i> - <i>menjaga agar peserta didik terlibat</i> - <i>mengatur dinamika kelompok</i> - <i>menjaga berlangsungnya proses</i>	- <i>peserta yang aktif</i> - <i>terlibat langsung dalam pembelajaran</i> - <i>membangun pembelajaran</i>	- <i>menarik untuk dipecahkan</i> - <i>menyediakan kebutuhan yang ada hubungannya dengan pelajaran yang dipelajari</i>

c. Penerapan *Problem Based Learning* pada pembelajaran Kimia

Problem Based Learning (PBL) adalah model pembelajaran yang dirancang agar peserta didik mendapat pengetahuan penting, yang membuat mereka mahir dalam memecahkan masalah, dan memiliki model belajar sendiri serta memiliki kecakapan berpartisipasi dalam tim. Proses pembelajarannya menggunakan pendekatan yang sistemik untuk memecahkan masalah atau menghadapi tantangan yang nanti diperlukan dalam kehidupan sehari-hari. Untuk menerapkan model ini terdapat sintaks atau tahapan pembelajaran model yang harus diikuti sebagai berikut:

Tabel 1.2 Tahapan-Tahapan Model PBL

TAHAPAN	PERILAKU GURU
Tahap 1 Orientasi peserta didik kepada masalah.	• Menjelaskan tujuan pembelajaran, menjelaskan logistik yg dibutuhkan. • Memotivasi peserta didik untuk terlibat aktif dalam pemecahan masalah yang dipilih.



Tahap 2 Mengorganisasikan peserta didik.	• Membantu peserta didik mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas belajar yang berhubungan dengan masalah tersebut.
Tahap 3 Membimbing penyelidikan individu dan kelompok.	• Mendorong peserta didik untuk mengumpulkan • informasi yang sesuai, melaksanakan eksperimen untuk mendapatkan penjelasan dan pemecahan masalah.
Tahap 4 Mengembangkan dan menyajikan hasil karya.	• Membantu peserta didik dalam merencanakan • dan menyiapkan karya yang sesuai seperti laporan, model dan berbagi tugas dengan teman.
Tahap 5 Menganalisa dan mengevaluasi proses pemecahan masalah.	• Mengevaluasi hasil belajar tentang materi yang telah dipelajari / meminta kelompok presentasi hasil kerja.

Tahap 1: Mengorientasikan Peserta Didik pada Masalah

Pembelajaran dimulai dengan menjelaskan tujuan pembelajaran dan aktivitas-aktivitas yang akan dilakukan. Dalam penggunaan PBL, tahapan ini sangat penting dimana guru harus menjelaskan dengan rinci apa yang harus dilakukan oleh peserta didik dan juga oleh guru. serta dijelaskan bagaimana guru akan mengevaluasi proses pembelajaran. Hal ini sangat penting untuk memberikan motivasi agar peserta didik dapat mengerti dalam pembelajaran yang akan dilakukan. Ada empat hal yang perlu dilakukan dalam proses ini, yaitu sebagai berikut.

- a. Tujuan utama pengajaran tidak untuk mempelajari sejumlah besar informasi baru, tetapi lebih kepada belajar bagaimana menyelidiki masalah-masalah penting dan bagaimana menjadi peserta didik yang mandiri.
- b. Permasalahan dan pertanyaan yang diselidiki tidak mempunyai jawaban mutlak “benar”, sebuah masalah yang rumit atau kompleks mempunyai banyak penyelesaian dan seringkali bertentangan.



- c. Selama tahap penyelidikan (dalam pengajaran ini), peserta didik didorong untuk mengajukan pertanyaan dan mencari informasi. Guru akan bertindak sebagai pembimbing yang siap membantu, namun peserta didik harus berusaha untuk bekerja mandiri atau dengan temannya.
- d. Selama tahap analisis dan penjelasan, peserta didik akan didorong untuk menyatakan ide-idenya secara terbuka dan penuh kebebasan. Tidak ada ide yang akan ditertawakan oleh guru atau teman sekelas. Semua peserta didik diberi peluang untuk menyumbang kepada penyelidikan dan menyampaikan ide-ide mereka.

Tahap 2: Mengorganisasikan Peserta Didik untuk Belajar

Di samping mengembangkan keterampilan memecahkan masalah, pembelajaran PBL juga mendorong peserta didik belajar berkolaborasi. Pemecahan suatu masalah sangat membutuhkan kerjasama dan *sharing* antar anggota. Oleh sebab itu, guru dapat memulai kegiatan pembelajaran dengan membentuk kelompok-kelompok peserta didik di mana masing-masing kelompok akan memilih dan memecahkan masalah yang berbeda. Prinsip-prinsip pengelompokan peserta didik dalam pembelajaran kooperatif dapat digunakan dalam konteks ini seperti: kelompok harus heterogen, pentingnya interaksi antar anggota, komunikasi yang efektif, adanya tutor sebaya, dan sebagainya. Guru sangat penting memonitor dan mengevaluasi kerja masing-masing kelompok untuk menjaga kinerja dan dinamika kelompok selama pembelajaran.

Setelah peserta didik diorientasikan pada suatu masalah dan telah membentuk kelompok belajar selanjutnya guru dan peserta didik menetapkan subtopik-subtopik yang spesifik, tugas-tugas penyelidikan, dan jadwal. Tantangan utama bagi guru pada tahap ini adalah mengupayakan agar semua peserta didik aktif terlibat dalam sejumlah kegiatan penyelidikan dan hasil-hasil penyelidikan ini dapat menghasilkan penyelesaian terhadap permasalahan tersebut.

Tahap 3: Membantu Penyelidikan Mandiri dan Kelompok

Penyelidikan adalah inti dari PBL. Meskipun setiap situasi permasalahan memerlukan teknik penyelidikan yang berbeda, namun pada umumnya melibatkan karakter yang identik, yakni pengumpulan data, eksperimen, berhipotesis, penjelasan, dan memberikan pemecahan. Pengumpulan data dan



eksperimentasi merupakan aspek yang sangat penting. Pada tahap ini, guru harus mendorong peserta didik untuk mengumpulkan data dan melaksanakan eksperimen (mental maupun aktual) sampai mereka betul-betul memahami dimensi situasi permasalahan. Tujuannya adalah agar peserta didik mengumpulkan cukup informasi untuk menciptakan dan membangun ide mereka sendiri. Setelah peserta didik mengumpulkan cukup data dan memberikan permasalahan tentang fenomena yang mereka selidiki, selanjutnya mereka mulai membuat penjelasan dalam bentuk hipotesis, penjelasan, dan pemecahan dimensi.

Tahap 4: Mengembangkan dan Menyajikan Hasil Karya dan memamerkannya

Tahap penyelidikan diikuti dengan menciptakan artifak (hasil karya) dan pameran. Artifak lebih dari sekedar laporan tertulis, bisa berupa video tape (menunjukkan situasi masalah dan pemecahan yang diusulkan), model (perwujudan secara fisik dari situasi masalah dan pemecahannya), program komputer, dan sajian multimedia. Langkah selanjutnya adalah mempamerkan hasil karya yang melibatkan peserta didik-peserta didik lainnya, guru-guru, orang tua, dan lainnya yang dapat menjadi “penilai” atau memberikan umpan balik.

Tahap 5: Analisis dan Evaluasi Proses Pemecahan Masalah

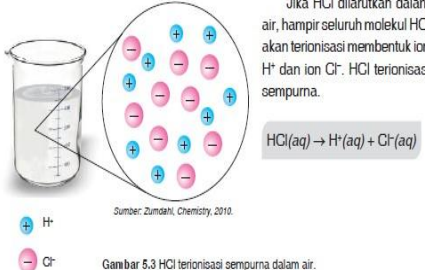
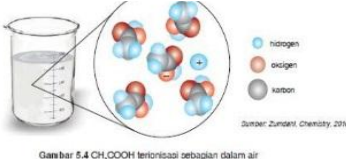
Fase ini merupakan tahap akhir dalam PBL Fase ini dimaksudkan untuk membantu peserta didik menganalisis dan mengevaluasi proses mereka sendiri dan keterampilan penyelidikan dan intelektual yang mereka gunakan. Selama fase ini guru meminta peserta didik untuk merekonstruksi pemikiran dan aktivitas yang telah dilakukan selama proses kegiatan belajarnya.



Contoh skenario Pembelajaran *Problem Based Learning*

Kompetensi Dasar	: 3.8 Menganalisis sifat larutan elektrolit dan larutan nonelektrolit berdasarkan daya hantar listriknya.															
	: 4.8 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil nonelektrolit.															
Topik	: Larutan elektrolit dan larutan nonelektrolit															
Sub Topik	: Kekuatan sifat larutan elektrolit															
Tujuan	: Membedakan sifat larutan elektrolit kuat dan elektrolit lemah															
Alokasi Waktu	: 1x pertemuan (3 JP)															
TAHAPAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN															
Tahap 1 Orientasi peserta didik kepada masalah	Guru menjelaskan tujuan pembelajaran kemudian dapat memberikan konsep dasar, petunjuk atau referensi yang diperlukan dalam pembelajaran. Melakukan <i>brainstorming</i> dimana peserta didik dihadapkan pada masalah hasil percobaan, misalnya setelah belajar larutan elektrolit pada pertemuan pertama ditemukan data dimana daya hantar listrik larutan yang bersifat elektrolit ternyata berbeda- beda ada yang mengantarkan listriknya kuat dan lemah. Contoh <table><tr><td>HCl</td><td>Terang</td><td>Banyak</td></tr><tr><td>NH₃</td><td>Redup</td><td>Sedikit</td></tr><tr><td>C₂H₅OH</td><td>Tidak menyala</td><td>Tidak</td></tr><tr><td>ada NaCl</td><td>Terang</td><td>Banyak</td></tr><tr><td>NaOH</td><td>Terang</td><td>Banyak</td></tr></table> Peserta didik menentukan masalahnya misalnya <i>"Mengapa nyala lampu dan jumlah gas pada alat uji elektrolit berbeda-beda pada saat pengujian terhadap beberapa larutan elektrolit?"</i>	HCl	Terang	Banyak	NH ₃	Redup	Sedikit	C ₂ H ₅ OH	Tidak menyala	Tidak	ada NaCl	Terang	Banyak	NaOH	Terang	Banyak
HCl	Terang	Banyak														
NH ₃	Redup	Sedikit														
C ₂ H ₅ OH	Tidak menyala	Tidak														
ada NaCl	Terang	Banyak														
NaOH	Terang	Banyak														
Tahap 2 Mengorganisasikan peserta didik	Pada tahap ini guru membantu peserta didik mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas belajar yang berhubungan dengan masalah tersebut. Peserta didik dikelompokkan secara heterogen, masing-masing mengkaji lembar kegiatan non eksperimen tentang kekuatan sifat larutan elektrolit dan membuka data percobaan pada dan hasil diskusi pada pertemuan pertama yaitu konsep larutan elektrolit dan nonelektrolit serta penyebab larutan dapat menghantar listrik. Peserta didik mendiskusikan hal-hal yang harus dikerjakan dan konsep-konsep yang harus didiskusikan dan pertanyaan- pertanyaan yang harus dijawab.															



Tahap 3 Membimbing penyelidikan individu dan kelompok	Peserta didik mengumpulkan informasi untuk menciptakan dan membangun ide mereka sendiri dalam memecahkan masalah. Pada kegiatan ini peserta didik mengamati gambar dan data hasil percobaan daya hantar listrik larutan pada LK hasil percobaan sebelumnya. Selanjutnya diskusi perbedaan hasil percobaan pada larutan elektrolit yang berasal dari asam kuat, asam lemah, basa kuat dan basa lemah Guru membimbing siswa dalam memecahkan masalah.
Tahap 4 Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Pada tahap ini peserta didik merencanakan dan menyiapkan laporan dengan cara berbagi tugas dengan teman Pembuatan laporan melalui kegiatan: - Diskusi untuk mengembangkan konsep sifat larutan elektrolit kuat dan elektrolit lemah berdasarkan data pengamatan percobaan dan informasi pada buku siswa secara teori, informasi dari buku yang berkaitan contohnya teks berikut - Peserta didik dapat mengembangkan konsep sampai senyawa-senyawa pembentuk larutan elektrolit berdasarkan ikatannya berikut contohnya - Membuat laporan secara sistematis dan benar
	Larutan elektrolit kuat yaitu larutan yang daya hantar listriknya kuat, contohnya larutan NaCl, NaOH, HCl. Perhatikan gambar berikut.  Jika HCl dilarutkan dalam air, hampir seluruh molekul HCl akan terionisasi membentuk ion H⁺ dan ion Cl⁻. HCl terionisasi sempurna. $\text{HCl(aq)} \rightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ Sumber: Zumdahl, Chemistry 2010. Gambar 5.3 HCl terionisasi sempurna dalam air.  Gambar 5.4 CH₃COOH terionisasi sebagian dalam air
Tahap 5 Menganalisa dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Pada tahap ini peserta didik mengevaluasi hasil belajar tentang materi yang telah dipelajari melalui diskusi kelas untuk menganalisis hasil pemecahan masalah tentang larutan elektrolit kuat dan larutan elektrolit lemah dan senyawa-senyawa pembentuk larutan elektrolit berdasarkan ikatannya berikut contohnya. Peserta diharapkan menggunakan buku sumber untuk batuan mengevaluasi hasil diskusi. Selanjutnya presentasi hasil diskusi dan penyamaan persepsi

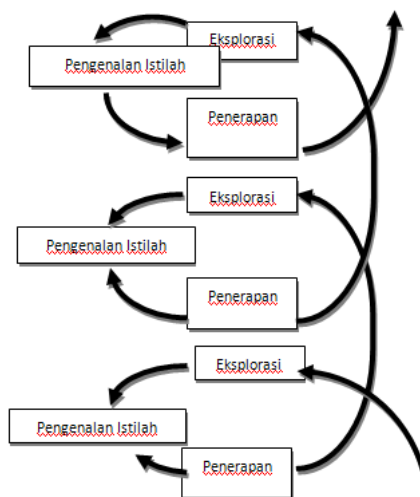


4. Model Siklus Belajar

Model siklus belajar awalnya dikembangkan oleh Karlplus dan Thier (1967). Model ini memiliki tiga fase, yaitu fase Eksplorasi (*Exploration*), fase Penelusuran (*Invention*), dan fase Penemuan (*Discovery*). Namun, belakangan oleh Lawson (1988) fase-fase tersebut dinamai fase Eksplorasi (*Exploration*), fase Pengenalan Istilah (*Term introduction*), dan fase Penerapan Konsep (*Concept application*). (Lawson, 1995:153)

a. Tahap-tahap pada model siklus belajar

Model siklus belajar tiga fase dapat digambarkan dalam bentuk spiral seperti tampak pada Gambar 1.



Gambar 1.2 Bagan Siklus Belajar Jenis Spiral

(Sumber: Lawson, 1995, *Science Teaching and the Development of Thinking*)

Berdasarkan jenisnya, siklus belajar dapat diklasifikasikan ke dalam tiga jenis, yaitu: *descriptive*, *empirical-abductive*, dan *hypothetical-deductive*. Perbedaan di antara ketiganya terletak pada derajat siswa dalam mencapai penggambaran alam atau dalam menghasilkan hipotesis dan mengujinya. Pada siklus belajar *descriptive*, siswa menemukan dan menggambarkan sebuah pola empiris dalam suatu konteks khusus (eksplorasi). Guru memberikan nama (pengenalan istilah), dan pola, kemudian diidentifikasi dalam konteks (aplikasi konsep).

Dalam siklus belajar *empirical-abductive*, siswa menemukan dan menggambarkan sebuah pola empiris dalam konteks khusus (*exploration*), tetapi diikuti oleh penciptaan pola-pola mengenai berbagai penyebabnya. Untuk



itu dibutuhkan suatu abduksi untuk mentransfer istilah (*term*) dan konsep yang dipelajari pada suatu konteks ke dalam konteks baru (*term instroduction*). Selama fase eksplorasi siswa dibimbing oleh guru mengumpulkan data untuk melihat konsistensi hipotesis dengan data dan mengenali fenomenanya (*concept application*). Dengan kata lain, observasi dibuat dalam peragaan *descriptive*, meskipun dalam jenis siklus belajar ini lebih lanjut dapat menciptakan (melalui abduksi) dan menguji hukum sebab-akibat, yang dalam hal ini disebut *empirical- abductive*.

Jenis ketiga siklus belajar yaitu *Hypothetical-deductive*, melibatkan pernyataan tentang pertanyaan sebab-akibat yang menggiring siswa pada pertanyaan dan menciptakan penjelasan alternatifnya. Siswa diberi waktu untuk melakukan deduksi terhadap konsekuensi logis dari penjelasannya dan merencanakan percobaan untuk mengujinya (*exploration*). Hasil analisis terhadap percobaannya memunculkan beberapa hipotesis yang diperkuat, mungkin juga ada yang dibuang karena tidak sesuai dengan fakta yang diperoleh dalam percobaan, dan ada beberapa istilah (*term*) yang ditemukan (*term introduction*). Akhirnya dihasilkan konsep-konsep dan pola berpikir yang relevan dan didiskusikan, sehingga dapat diterapkan dalam situasi yang lain dikemudian hari (*concept applications*). Jenis siklus belajar ini membutuhkan penciptaan eksplisit dan pengujian hipotesis alternatif melalui perbandingan deduksi logis dengan fakta empiris yang dihasilkan dan itulah mengapa jenis siklus belajar ini dinamakan *hypothetical-deductive*.

Selanjutnya, model 3E dikembangkan menjadi 5E. Model Siklus Belajar 5E dikemukakan oleh Bybee, terdiri atas 5 fase, yaitu : *Engagement* (pelibatan siswa), *Exploration* (eksplorasi/penggalian informasi), *Explanation* (penjelasan), *Elaboration* (penjelasan lebih lanjut), dan *Evaluation* (evaluasi), seperti digambarkan pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3 Model Siklus Belajar 5E
(Sumber: <http://opi.mt.gov/Images/Curriculum/MSP/BIGSKY/WHEEL.png>)

Sebagaimana dalam suatu siklus manapun, tidak ada akhir dari sebuah proses. Setelah fase elaborasi, maka fase *engagement* akan dimulai. Evaluasi bukanlah sebagai tahap akhir, kegiatan ini berlangsung pada empat tahap/fase belajar lainnya.

Model siklus belajar 5E, yang terdiri lima fase, yaitu *engagement*, *exploration*, *explain*, *expand*, dan *evaluate* sebagai implementasi dari teori belajar konstruktivisme dan implementasi pembelajaran sains berbasis inkuiri.

Fase-fase Siklus Belajar 5E

1) Fase *Engagement*

Fase pertama dari model siklus belajar adalah *engagement*, yaitu pelibatan siswa dalam belajar. Pada fase ini guru berperan sentral. Kegiatan guru dalam fase ini menggali pengetahuan awal siswa (sebagai pra asesmen), mengajukan masalah, membantu siswa membuat hubungan dengan pelajaran yang telah dipelajarinya, dan menginformasikan objek, topik yang akan dipelajari atau mengajukan pertanyaan-pertanyaan untuk melibatkan siswa dalam pembelajaran. Sebelum mengajukan masalah, guru dapat memberikan motivasi yang dapat menarik perhatian siswa pada konsep, prinsip, atau masalah yang akan dipelajari.

Tujuan dari fase *engagement* (pelibatan siswa) adalah untuk:

- memfokuskan perhatian siswa pada topik yang akan dipelajari;
- pra-penilaian terhadap pengetahuan awal siswa;
- memberikan informasi kepada siswa tentang tujuan pelajaran;



- mengingatkan siswa mengenai apa yang telah mereka ketahui dan akan mereka terapkan pada topik yang akan dipelajari;
- mengajukan masalah pada siswa untuk mengeksplorasi pada tahap belajar selanjutnya dari siklus pembelajaran.

Evaluasi pada fase *Engagement*:

Pada fase ini, guru dapat melakukan evaluasi terhadap pengetahuan awal siswa dan keterlibatan siswa untuk mengikuti pelajaran.

2) Fase *Eksplorasi*

Fase kedua setelahelibatan siswa atau *engagement* adalah eksplorasi atau fase penggalian informasi. Pada fase ini, siswa berperan sentral. Aktivitas mereka adalah mengumpulkan informasi dari berbagai sumber belajar. Aktivitas siswa dapat berupa kegiatan membaca, melakukan eksperimen, mencatat data eksperimen, berdiskusi, atau kegiatan lainnya. Tujuan utama dari fase eksplorasi adalah mengajak siswa mengumpulkan data yang dapat mereka gunakan untuk memecahkan masalah yang diajukan pada fase *engagement*.

Evaluasi fase *eksplorasi*:

Pada fase eksplorasi, guru mengevaluasi siswa fokus pada melakukan proses, yaitu pada kegiatan siswa mengumpulkan data, bukan produk dari pengumpulan data. Guru dapat bertanya pada diri sendiri pertanyaan seperti berikut.

- Seberapa baik siswa dapat mengumpulkan data?
- Apakah mereka melaksanakan prosedur dengan benar?
- Bagaimana mereka mencatat data?
- Apakah siswa mengumpulkan data dalam bentuk yang logis atau sembarangan?

3) Fase *Explanation* (Eksplanasi atau Pemberian Penjelasan)

Pada fase eksplanasi, siswa diberi kesempatan untuk memberikan penjelasan dari hasil eksplorasinya. Pada fase ini siswa menggunakan data yang telah dikumpulkan untuk memecahkan masalah dan melaporkan apa yang mereka lakukan. Pada fase ini juga siswa mencoba untuk mencari jawaban atas masalah yang diajukan. Guru dapat memperkenalkan kosa kata baru, ide-ide baru, konsep-konsep, frase atau kalimat-kalimat ke dalam label pemahaman yang telah diketahui siswa.



Evaluasi Fase *Eksplanasi* (Fase Penjelasan):

Evaluasi pada fase ini difokuskan pada proses siswa menggunakan data, yaitu seberapa baik siswa dapat menggunakan informasi yang telah mereka kumpulkan, ditambah informasi apa yang mereka sudah ketahui untuk menghasilkan ide-ide baru? Dengan menggunakan pertanyaan, guru dapat menilai pemahaman para siswa dari kosa kata baru dan konsep baru.

4) Fase Elaborasi

Pada fase elaborasi, guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk memperluas apa yang telah mereka pelajari pada fase eksplanasi. Pada tahap ini guru juga dapat mengajukan masalah baru agar siswa dapat mengaplikasikan pengetahuan yang sudah diperolehnya. Masalah mencakup contoh-contoh dan non-contoh konsep. Pada fase ini, siswa juga diberi kesempatan untuk mengkaitkan atau mengembangkan konsep dan keterampilan yang diperolehnya pada situasi yang berbeda.

Kemampuan siswa dalam menerapkan konsep merupakan umpan balik bagi guru. Guru pada fase ini memberikan tekanan pada hasil temuan belajar siswa yang berbeda dengan pencerahan awal mereka. Jika masih ada pertentangan, maka guru harus membimbing siswa agar memperoleh pemahaman.

Evaluasi fase *elaborasi*:

Evaluasi yang dilakukan selama fase *elaborasi* adalah apa yang dilakukan guru sebagai evaluasi di tahap akhir. Kadang-kadang guru menyamakan evaluasi dengan "uji pada akhir bab pelajaran." Ketika guru menjumpai siswa mengerjakan soal aplikasi sebagai bagian dari elaborasi, maka aplikasi konsep terhadap masalah baru ini merupakan evaluasi siswa pada fase ini.

5) Fase Evaluasi

Fase evaluasi bukanlah menjadi fase akhir dari model ini, karena evaluasi dilakukan sejak fase pertama sampai fase-fase berikutnya dalam model siklus belajar ini. Dalam fase ini guru dan peserta didik sama-sama mengevaluasi apa yang telah dipelajari dari fase pertama sampai fase keempat dan mengevaluasi keberhasilan pencapaian tujuan pembelajaran.



a. Penerapan model Siklus Belajar

Contoh skenario pembelajaran kimia menggunakan model siklus belajar 5E

Kompetensi Dasar	:	3.8. Menganalisis sifat larutan elektrolit dan larutan nonelektrolit berdasarkan daya hantar listriknya.
		4.8 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan untuk mengetahui sifat larutan elektrolit dan larutan nonelektrolit.
Topik	:	Larutan Elektrolit dan Larutan Nonelektrolit
Sub Topik	:	Daya Hantar Listrik berbagai larutan
Tujuan	:	Menggunakan alat uji elektrolit untuk mengidentifikasi daya hantar listrik larutan
	:	Mengklasifikasikan larutan berdasarkan daya hantar listriknya
	:	Memberi contoh larutan elektrolit dan nonelektrolit
		1x pertemuan (3 JP)
SINTAK PEMBELAJARAN		KEGIATAN PEMBELAJARAN
Fase <i>Engagement</i>		Guru: - mengecek prasyarat pengetahuan tentang komponen larutan, pengertian ion, senyawa ion dan senyawa kovalen - menginformasikan tujuan dan kegiatan pembelajaran - mendemonstrasikan sifat larutan berdasarkan daya hantar listriknya menggunakan alat uji elektrolit Peserta didik diminta untuk mengamati demonstrasi guru Peserta didik diminta mengajukan pertanyaan dari fenomena yang didemonstrasikan contohnya - Mengapa ada larutan yang menghasilkan nyala terang nyala nya redup dan tidak menimbulkan nyala pada lampu? - Apa penyebab timbulnya nyala lampu pada saat elektrolit tester dicelupkan pada larutan elektrolit? Memberikan jawaban sementara dari pertanyaan yang mereka ajukan.
Fase <i>Eksplorasi</i>		Pada fase ini peserta didik mengumpulkan informasi yang relevan untuk menjawab pertanyaan yang telah diidentifikasi melalui: percobaan penentuan daya hantar listrik berbagai



	larutan elektrolit dan non-elektrolit untuk mendapatkan data tentang sifat larutan elektrolit berdasarkan daya hantar listriknya - mencatat data pada kolom pengamatan yang telah disiapkan oleh peserta didik - mengolah data hasil pengamatan dengan bantuan pertanyaan-pertanyaan pada lembar kerja, misalnya mengelompokkan larutan berdasarkan data gejala-gejala yang timbul pada pengujian berbagai larutan yang diuji Setelah melakukan percobaan, peserta didik dapat menggali informasi dari buku teks atau diskusi dengan temannya dalam satu kelompok untuk mendiskusikan kesimpulan hasil percobaan. Ketika peserta didik melakukan penggalian informasi, guru dapat melakukan asesmen tentang: - Seberapa baik siswa dapat mengumpulkan data? - Apakah mereka melaksanakan prosedur dengan benar? - Bagaimana mereka mencatat data?
Fase <i>eksplanasi</i>	Peserta didik : - melaporkan hasil percobaan dan memberikan penjelasan atas fenomena yang diamati - menyimpulkan bahwa larutan ada yang bersifat elektrolit dan non-elektrolit - menyimpulkan gejala-gejala yang menunjukkan sifat larutan berdasarkan daya hantar listriknya Guru memberikan penguatan atas konsep-konsep yang sedang dipelajari peserta didik, yaitu tentang daya hantar listrik larutan, konsep elektrolit dan non elektrolit .
Fase <i>elaborasi</i>	Peserta didik menjelaskan hubungan sifat senyawa dengan daya hantar listrik senyawa tersebut dalam larutan air
Fase <i>evaluasi</i>	Pada fase ini guru mengadakan evaluasi keseluruhan dari hasil belajar peserta didik



1. Model pembelajaran Sains-Teknologi-Masyarakat

Model pembelajaran STM atau STS berorientasi pada konstruktivisme. Model STS yang diajukan oleh Horsley, et.al, (1990:59), Carin (1997:74), dan Yager (1992:15) meliputi empat tahap, yaitu tahap invitasi, tahap eksplorasi, penemuan, dan penciptaan, tahap pengajuan penjelasan dan solusi, serta tahap pengambilan tindakan.

Contoh penerapan model STM dalam pembelajaran Kimia

Kompetensi Dasar	: 3.2 Memahami proses pembentukan dan teknik pemisahan fraksi-fraksi minyak bumi serta kegunaannya. 4.2 Menyajikan hasil pemahaan tentang proses pembentukan dan teknik pemisahan fraksi-fraksi minyak bumi beserta kegunaannya
Topik	: Minyak bumi dan kegunaannya
Tujuan	: • Menjelaskan proses pembentukan minyakbumi; • Menjelaskan cara mendapatkan minyakbumi • Mendeskripsikan teknik pemisahan fraksi-fraksi minyakbumi • Menjelaskan kegunaan fraksi-fraksi minyakbumi • menginterpretasikan dan menkomunikasikan informasi terkait dengan penggunaan dan penghematan minyak bumi
Alokasi Waktu	: 2x pertemuan (6 JP)

Sintaks Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran
Pendahuluan: <i>Invitasi</i>	Guru mengecek pengetahuan awal peserta didik tentang senyawa hidrokarbon dan sifat-sifatnya Guru menginformasikan topik pembelajaran yang akan dipelajari dan kegiatan-kegiatan belajar peserta didik. Guru memperlihatkan gambar penggunaan produk minyak bumi dalam kehidupan sehari-hari Guru mengajukan pertanyaan, misalnya: • Menurut kalian digunakan untuk apa sajakah bahan-bahan yang ada pada gambar ini? (<i>Gambar terdiri dari : gas, bensin, minyak tanah, semir, kosmetika, bahan tinta, cat</i>)? • Bahan apa sajakah yang digunakan sebagai bahan bakar? • Bagaimana bahan-bahan bakar tersebut dapat diperoleh? • Untuk keperluan apa sajakah bensin dan kerosin dalam kehidupan sehari hari? • Dampak apa sajakah yang dapat ditimbulkan dari penggunaan



<i>Eksplorasi dan penemuan</i>	bahan bakar minyak tersebut? • Tindakan apa sajakah yang dapat kalian lakukan untuk menghemat bensin ? • Di daerah mana sajakah di negara kita terdapat sumber minyakbumi? Mengarahkan materi yang akan dipelajari berdasarkan jawaban-jawaban peserta didik tentang minyak bumi, kegiatan mereka untuk mencari informasi lebih lanjut. - Peserta didik dalam kelompok mempelajari pembentukan minyakbumi dan cara mendapatkan dan memisahkan komponen-komponen minyak bumi menggunakan LKS non eksperimen - Peserta didik mencari informasi tentang daerah penambangan dan pengilangan minyakbumi di Indonesia dan jenis serta kualitas bensin yang diperdagangkan melalui melakukan studi literatur - Peserta didik melakukan diskusi kelompok membahas masalah yang ditimbulkan oleh penggunaan minyakbumi, dampak pembakaran bensin yang tidak sempurna dari kendaraan bermotor, dan usaha-usaha penghematan minyakbumi/bensin Guru melakukan penilaian proses
Penjelasan dan solusi	Diskusi kelas: a. Peserta didik mempresentasikan teori pembentukan minyakbumi, teknik pemisahan dan komponen-komponen utama minyakbumi b. Peserta didik menyanyikan data daerah penambangan dan pengilangan minyakbumi di Indonesia dan jenis serta kualitas bensin yang diperdagangkan c. Peserta didik melaporkan solusi dan upaya-upaya mengurangi dampak pembakaran bensin tidak sempurna dari kendaraan bermotor Guru memberikan klarifikasi dan penguatan mengenai kualitas bensin dan penggunaan zat aditif, serta dampak negatif yang ditimbulkannya Guru meminta peserta didik merefleksikan materi yang telah dipelajari dengan mengkonfirmasi apakah semua pertanyaan pada tahap invitasi telah terjawab atau belum dan melakukan review materi yang telah dipelajari peserta didik Guru meminta peserta didik merumuskan saran-saran atau komitmen mengenai penghematan bahan bakar produk minyakbumi



Pengambilan tindakan	Peserta didik merumuskan tindakan/saran/membuat poster mengenai penghematan bahan bakar produk minyak bumi
Evaluasi	Guru melakukan evaluasi produk

D. Aktivitas Pembelajaran

Setelah mengkaji materi tentang model pembelajaran *Discovery Learning*, *Project Based Learning*, *Problem Based Learning*, *Model Learning Cycle* dan *Model Science Technology and Society*, Anda dapat mencoba mengidentifikasi topik kimia yang dapat disajikan menggunakan model-model pembelajaran tersebut. Selanjutnya Anda berlatih membuat skenario pembelajaran satu topik kimia menggunakan model pembelajaran *Discovery Learning*.

Kegiatan 1.

Identifikasi Topik Kimia sesuai dengan untuk Model Pembelajaran

Tujuan Kegiatan: Melalui diskusi kelompok peserta mampu menganalisis kurikulum kimia untuk mengidentifikasi topik-topik yang dapat disajikan dengan model *Discovery Learning*, *Project Based Learning*, *Problem Based Learning*, *Model Learning Cycle* dan *Model Science Technology and Society*

Langkah Kegiatan

1. Pelajari *handout* tentang model-model pembelajaran!
2. Siapkan dokumen kurikulum dan buku sumber!
3. Identifikasi topik kimia yang tepat disajikan dengan suatu model pembelajaran!

Format Analisis

No	Topik/Konsep	Kompetensi Dasar	Model Pembelajaran	Alasan penggunaan model
1		3.		
		4.....		
2		3.....		
		4.....		
3		3.....		
		4.....		



Kegiatan 2

Skenario Pembelajaran Kimia

Tujuan Kegiatan: Melalui diskusi kelompok peserta mampu mengembangkan skenario pembelajaran kimia dengan model *Discovery Learning*, *Project Based Learning*, *Problem Based Learning*, *Model Learning Cycle* dan *Model Science Technology and Society*.

Langkah Kegiatan:

1. Pelajari contoh skenario sesuai sintak model-model pembelajaran!
2. Buatlah skenario pembelajaran kimia dengan model yang tepat untuk disajikan dalam satu kali tatap muka.
3. Presentasikan hasil kerja kelompok Anda dan perbaiki jika ada masukan-masukan!

E. Latihan/Kasus/Tugas

Jawablah pertanyaan berikut dengan melingkari huruf A, B, C, atau D yang merupakan pilihan jawaban yang paling benar.

1. Tahap-tahap model *Discovery Learning* meliputi *Stimulation*, *Problem statement*, *Data collection*, *Data processing*, *Verification* dan *Generalization*. Seorang guru kimia merancang skenario pembelajaran untuk RPP dengan model ini topik Daya Oksidasi Halogen, 3 tahap diantaranya adalah sebagai berikut.

- Memperlihatkan gambar produk pemutih pakaian, meminta peserta didik mengamati senyawa yang terkandung didalamnya
- Setelah melakukan tanya jawab peserta didik melakukan percobaan menguji daya oksidasi klor dengan melakukan elektrolisis diatas selambar kain berwarna yang dibasahi larutan garam dapur

Nama sintak yang sesuai dengan kegiatan 1), 2) dan 3) tersebut berturut – turut adalah....

- A. *Stimulation* dan *Problem statement*
 - B. *Problem statement* dan *Data collection*
 - C. *Stimulation* dan *Data collection*
 - D. *Data processing* dan *Verification*
2. Di antara kegiatan berikut ini, kegiatan yang termasuk tahap *verification* pada model pada *Discovery Learning* adalah....
 - A. peserta didik melakukan pemeriksaan secara cermat untuk



- membuktikan benar atau tidaknya hipotesis yang telah ditetapkan
- B. proses menarik sebuah kesimpulan yang dapat dijadikan prinsip umum dan berlaku untuk semua kejadian atau masalah yang sama
 - C. kegiatan mengolah data dan informasi yang telah diperoleh baik melalui wawancara, observasi, dan sebagainya, lalu ditafsirkan
 - D. peserta didik melakukan eksperimen atau eksplorasi, sebanyak-banyaknya yang relevan untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis.
3. Di antara kompetensi dasar pembelajaran kimia yang *kurang sesuai* untuk dicapai melalui model *Discovery Learning* adalah....
- A. mengajukan ide/gagasan tentang penggunaan indikator yang tepat untuk menentukan keasaman asam/basa atau titrasi asam/basa.
 - B. merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan untuk mengetahui sifat larutan elektrolit dan larutan non-elektrolit.
 - C. merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan
 - D. mengevaluasi dampak pembakaran senyawa hidrokarbon terhadap lingkungan dan kesehatan serta cara mengatasinya
4. Model-model pembelajaran memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Berikut ini merupakan karakteristik model *project based learning*, kecuali
- A. peserta didik membuat keputusan tentang sebuah kerangka kerja;
 - B. peserta didik mendesain proses untuk menentukan solusi atas permasalahan atau tantangan yang diajukan;
 - C. peserta didik secara kolaboratif bertanggungjawab untuk mengakses dan mengelola informasi untuk memecahkan permasalahan;
 - D. membuat peserta didik menjadi lebih aktif dan berhasil memecahkan problem-problem yang kompleks.



5. Berikut ini kegiatan yang termasuk sintak model *Project Based Learning*:
- membimbing orientasi peserta didik kepada masalah
 - membuat timeline untuk menyelesaikan proyek,
 - mengembangkan dan menyajikan hasil karya
 - membuat deadline penyelesaian proyek,
- A. i dan ii
B. i dan iii
C. ii dan iv
D. iii dan iv
6. Manakah dari pernyataan berikut yang menyatakan pengertian tentang model PBL?
- A. PBL sebagai belajar yang dihasilkan dari proses belajar yang didasarkan atas pemahaman atau resolusi terhadap suatu tugas-tugas yang diberikan oleh guru.
- B. PBL merupakan suatu model pembelajaran yang menantang peserta didik untuk “belajar bagaimana belajar”, bekerja secara berkelompok untuk mencari solusi dari permasalahan dunia nyata.
- C. PBL merupakan suatu cara mengajar yang merangsang peserta didik untuk menganalisis dan melakukan sintesis dalam kesatuan struktur atau situasi dimana masalah itu berada atas dorongan guru.
- D. PBL merupakan model pembelajaran yang menekankan pada kemampuan berpikir tingkat tinggi untuk melakukan analisis dan sintesis dalam mengidentifikasi permasalahan dalam kehidupan sehari-hari.
7. Salah satu alasan mengapa PBL penting digunakan dalam pembelajaran adalah dapat melatih peserta didik untuk
- A. membuat keputusan tentang sebuah kerangka kerja
B. berpikir tingkat tinggi dan berpikir ilmiah
C. bertanggungjawab untuk mengelola informasi
D. berkolaborasi untuk kerja tim
8. Topik penyepuhan logam dapat diajarkan selain dapat menggunakan model PJBL. Jika guru ingin memperluas dampak iringan pembelajaran adanya tindakan-tindakan nyata dari peserta didiknya setelah mempelajari



penyepuhan logam, maka model yang digunakan adalah...

- A. Sains-Teknologi-Masyarakat
- B. Siklus belajar 5 E
- C. *Problem base Learning*
- D. *Discovery Learning*

9. Berikut ini penjelasan sintaks sebuah model pembelajaran:

- Guru mengundang peserta didik pada permasalahan
- Peserta didik melakukan penggalian informasi dari sumber belajar
- Peserta didik memberikan penjelasan dan alternatif pemecahan masalah
- Peserta didik merumuskan tindakan-tindakan yang dapat dilakukan setelah mempelajari konsep

Penjelasan tersebut merupakan penjelasan sintaks model pembelajaran

- A. Siklus belajar 5 E
- B. *Problem base Learning*
- C. *Project bases Learning*
- D. Sains-Teknologi-Masyarakat

10. Berikut ini pernyataan kegiatan dan sintak model siklus belajar 5 E. pada topik konsep teori tumbukan dalam reaksi, pernyataan yang benar adalah...

	Sintak	Uraian Kegiatan
A	<i>Exploration</i>	Peserta didik diminta mengamati gambar obat mag dalam bentuk tablet dan cairan kemudian memberikan pertanyaan tentang proses yang berkaitan dengan laju reaksi
B	<i>Engagement</i>	Peserta didik mendiskusikan hasil kajian tentang teori tumbukan melalui gambar-gambar kemungkinan terjadinya tumbukan antar molekul pada reaksi kimia
C	<i>Elaborasi</i>	Peserta didik mendiskusikan hubungan teori tumbukan dengan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi
D	<i>Eksplanasi</i>	Guru melakukan evaluasi terhadap pemahaman Peserta didik terhadap konsep teori tumbukan pada laju reaksi



Tugas Individual

Buatlah skenario pembelajaran kimia untuk satu KD sebagai bahan RPP Anda.
Kumpulkan tugas sesuai waktu yang ditentukan.

F. Rangkuman

Saat ini telah berkembang model-model pembelajaran inovatif, di antaranya model *Discovery Learning*, *Project Based Learning*, *Problem Based Learning*, *Model Learning Cycle* dan *Model Science Technology and Society (STS)*. Model-model pembelajaran tersebut menuntut keikutsertaan peserta didik dalam belajar dan melatih keterampilan berpikir kritis, kemampuan berkolaborasi, serta kemampuan memecahkan masalah.

Setiap model memiliki sintak pembelajaran yang berbeda, sintak model *Discovery Learning* meliputi: *Stimulation*, *Problem statement*, *Data collection*, *Data processing*, *Verification* dan *Generalisasi*. *Project Based Learning* meliputi: Penentuan Pertanyaan Mendasar, Mendesain Perencanaan Proyek, Menyusun Jadwal, Monitoring, Menguji Hasil dan Mengevaluasi Pengalaman. *Problem Based Learning* meliputi: Orientasi peserta didik kepada masalah, Mengorganisasikan peserta didik, Membimbing penyelidikan individu dan kelompok, Mengembangkan dan menyajikan hasil karya dan Menganalisa dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Model *Learning Cycle* meliputi: *Engagement*, *Eksplorasi*, *Explanation*, *Explanation*, dan Fase Evaluasi dan *Model Science Technology and Society (STS)* meliputi: tahap invitasi, eksplorasi dan penemuan, penjelasan dan solusi, pengambilan tindakan dan evaluasi.

G. Umpan Balik

Setelah menyelesaikan soal, 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 Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 80%, sebaiknya Anda ulangi kembali mempelajari materi dalam modul ini.



KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS

KUNCI JAWABAN

A. Latihan

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kunci	C	A	D	D	C	B	B	A	D	C

B. Tugas

Jawaban dapat di sesuaikan dengan bacaan

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

No 1. Pengolahan nilai sikap, pengetahuan dan keterampilan

PERINGKAT	NILAI	KRITERIA
Amat Baik (AB)	$90 < AB \leq 100$	1. Terdapat identitas tugas. 2. Terdapat topik atau sub topik cocok sesuai dengan KD 3. Terdapat kegiatan pembelajaran pada setiap sintak contoh 4. Uraian kegiatan pembelajaran sesuai dengan sintak pada model pembelajaran 5. Penulisan uraian kegiatan jelas dan sistematis
Baik (B)	$80 < B \leq 90$	Ada 4 aspek sesuai dengan kriteria, 1 aspek kurang sesuai
Cukup (C)	$70 < C \leq 80$	Ada 3 aspek sesuai dengan kriteria, 2 aspek kurang sesuai
Kurang (K)	≤ 70	Ada 2 aspek sesuai dengan kriteria, 3 aspek kurang sesuai



EVALUASI

1. Pada model *Discovery Learning* guru memberi kesempatan kepada siswa untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin masalah yang relevan dengan bahan pelajaran, kemudian salah satunya dipilih dan dirumuskan dalam bentuk hipotesis (jawaban sementara atas pertanyaan masalah). Kegiatan ini termasuk tahap....

A. *Stimulation*
B. *Verification*
C. *Data processing*
D. *Problem statement*

2. Tahap-tahap model *Discovery Learning* meliputi *Stimulation*, *Problem statemen*, *Data collection*, *Data processing*, *Verification* dan *Generalization*. Seorang guru kimia merancang skenario pembelajaran untuk RPP dengan model ini pada topik sel elektrolisis, 3 tahap diantaranya adalah sebagai berikut:

- Mendemonstrasikan dua buah rangkaian sel elektrolisis larutan dengan elektroda karbon, yang pertama tidak diberikan arus listrik dan yang kedua diberikan arus listrik
- Peserta didik melakukan percobaan reaksi elektrolisis larutan KI 1 M, larutan Na_2SO_4 1 M dengan elektroda inert menggunakan lembar kerja "Reaksi redoks pada sel elektrolisis"

Nama sintak yang sesuai dengan kegiatan 1) dan 2) tersebut berturut –turut adalah....

A. *Stimulation dan Problem statemen*
B. *Problem statemen dan Data collection*
C. *Data processing dan Verification*
D. *Stimulation dan Data collection*



3. Pada RPP seorang guru terdapat langkah kegiatan: Peserta membuat aturan kapan kegiatan penyelesaian proyek, tempat melakukan tugas proyek, bahan yang diperlukan dan benda-benda yang akan disepuh dan waktu membuat laporan proyek. Langkah kegiatan tersebut pada model pembelajaran berbasis proyek merupakan kegiatan pada tahap....
 - A. mendesain perencanaan proyek
 - B. penentuan pertanyaan mendasar
 - C. mengevaluasi pengalaman
 - D. menyusun jadwal
4. Tahap-tahap model *project based learning* meliputi penentuan pertanyaan mendasar, mendesain perencanaan proyek, menyusun jadwal, memonitor peserta didik dan kemajuan proyek, menguji hasil, dan mengevaluasi pengalaman. Pada saat peserta didik melaksanakan tugas proyek sesuai rancangan kegiatan kegiatan guru berdasarkan tahap-tahap model *project based learning* adalah....
 - A. memonitor peserta didik dan kemajuan proyek
 - B. mendesain perencanaan proyek
 - C. menguji hasil
 - D. mengevaluasi pengalaman
5. Diantara kompetensi dasar pembelajaran kimia yang *kurang sesuai* untuk dicapai melalui pembelajaran berbasis proyek adalah....
 - A. mengajukan ide/gagasan tentang penggunaan indikator yang tepat untuk menentukan keasaman asam/basa atau titrasi asam/basa.
 - B. merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan untuk mengetahui sifat larutan elektrolit dan larutan non-elektrolit.
 - C. merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan
 - D. mengajukan ide/gagasan untuk mencegah dan mengatasi terjadinya korosi



6. Manakah dari pernyataan berikut ini yang merupakan sintaks model PBL?
 - A. Orientasi peserta didik, mengorganisasikan peserta didik, membimbing penyelidikan individu dan kelompok, mempersentasikan hasil penyelidikan, mengevaluasi proses pemecahan masalah
 - B. Penentuan masalah, merancang solusi, mengorganisasikan peserta didik, Membimbing penyelidikan individu dan kelompok, Mengevaluasi Pengalaman
 - C. Identifikasi masalah, rumusan masalah, rancangan penyelidikan, mengomunikasikan hasil, mengevaluasi hasil penyelidikan
 - D. Orientasi peserta didik kepada masalah, mengorganisasikan peserta didik, Membimbing penyelidikan individu dan kelompok, mengembangkan dan menyajikan karya, Menganalisa dan mengevaluasi proses pemecahan masalah
7. Salah satu prinsip dalam penggunaan PBL adalah guru memberikan konsep dasar. Tujuan pemberian konsep dasar pada awal pembelajaran adalah untuk
 - A. mengingatkan peserta didik pada konsep-konsep yang akan digunakan untuk memecahkan masalah
 - B. memberikan gambaran ruang lingkup konsep yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah
 - C. memberikan penguatan agar peserta didik dapat membandingkan dengan alternatif solusi masalah yang telah dirancang
 - D. mengarahkan peserta didik agar lebih cepat mendapatkan 'peta' yang akurat tentang arah dan tujuan pembelajaran.
8. Berikut ini penjelasan sintaks sebuah model pembelajaran:
 - Guru mengundang peserta didik pada permasalahan
 - Peserta didik melakukan penggalan informasi dari sumber belajar
 - Peserta didik memberikan penjelasan dan alternatif pemecahan masalah
 - Peserta didik merumuskan tindakan-tindakan yang dapat dilakukan setelah mempelajari konsep



Penjelasan tersebut merupakan penjelasan sintaks model pembelajaran....

- A. Siklus belajar 5 E
- B. *Problem base Learning*
- C. *Project bases Learning*
- D. Sain-Teknologi-Masyarakat

9. Pada pembelajaran dengan model siklus belajar 5E dengan tujuan “Membedakan sifat larutan elektrolit kuat dan elektrolit lemah”, kegiatan ini peserta didik mengamati gambar dan data hasil percobaan daya hantar listrik larutan pada LK hasil percobaan sebelumnya. Selanjutnya diskusi perbedaan hasil percobaan pada larutan elektolit yang berasal dari asam kuat, asam lemah, basa kuat dan basa lemah.

Kegiatan guru pada saat ini berdasarkan sintak model adalah....

- A. memberikan orientasi peserta didik kepada masalah.
- B. mengorganisasikan peserta didik
- C. membimbing penyelidikan individu dan kelompok
- D. membimbing penyelidikan individu dan kelompok

10. Topik-topik kimia yang cocok disajikan dengan model Sain-Teknologi-Masyarakat dapat diambil dari Kompetensi Dasar berikut, kecuali....

- A. mengajukan ide/gagasan untuk memodifikasi pembuatan koloid berdasarkan pengalaman membuat beberapa jenis koloid.
- B. menyajikan hasil evaluasi dampak pembakaran hidrokarbon terhadap lingkungan dan kesehatan serta upaya untuk mengatasinya.
- C. merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan untuk menentukan sifat larutan penyangga.
- D. mengajukan ide/gagasan tentang penggunaan indikator yang tepat untuk menentukan keasaman asam/basa atau titrasi asam/basa.

PENUTUP

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

Untuk pencapaian kompetensi pada Kelompok Kompetensi D 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
- Davis, Peck. 2010. *The Foundation of Chemistry*. USA: Brooks/Cole Cengage Learning.
- Indrwati. 2007. *Teori Pembelajaran Pemrosesan Informasi*, Bandung, PPPG IPA
- Joyce and Weil, 1986, *Models of Teaching*, Second Edition, New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- , 1992, *Models of Teaching*, Fourt Edition, Boston: Allyb and Bacon.
- Kemdiknas. 2007. *Permendikas No. 16 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Gru*. 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
- Poppy K. Devi. 2015. *Modul Pelatihan Implementasi Kurikulum 2013*. Mata Pelajaran Kimia tahun 2015. Pusbangprodik, Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
- Poppy dkk. (2007). *Kimia 1, Kelas X SMA dan MA,*. Bandung. PT Remaja Rosdakarya
- Poppy dkk. (2007). *Kimia 2, Kelas XI SMA dan MA,*. Bandung. PT Remaja Rosdakarya

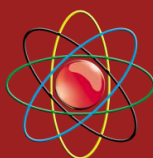


- Silberberg. 2011. Chemistry The Molecular Nature of Matter and Change. NewYork: Mc Graw Hill Companies. Inc.
- Syaiful Sagala, 2005, Konsep dan Makna Pembelajaran, Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Surapranata, Sumarna.2004. *Panduan Penulisan Tes Tertulis Implementasi Kurikulum 2004*.Bandung:PT Remaja 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
- Yager, Robert E., 1992, *The STS Approach Parallel Constructivist Practices*, Monash: Science Education International Journal; 3 (2) june.

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.
Kurikulum	: seperangkat rencana dan pengaturan mengenai tujuan, isi, dan bahan pelajaran serta cara yang digunakan sebagai pedoman penyelenggaraan kegiatan pembelajaran untuk mencapai tujuan pendidikan tertentu
Model Pembelajaran	: kerangka konseptual yang menggambarkan prosedur yang sistematis dalam mengorganisasikan pengalaman belajar peserta didik untuk mencapai tujuan belajar tertentu
Pembelajaran	: proses interaksi antarpeserta didik, antara peserta didik dengan tenaga pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar.
Sintak	: tahap-tahap kegiatan pembelajaran pada suatu model pembelajaran





**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 D

**REDOKS 4, TERMOKIMIA 2, LAJU
REAKSI 2, ALKOHOL DAN ETHER**

Penulis :

Drs. Mamat Supriatna, M.Pd., dkk



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

MODUL GURU PEMBELAJAR

MATA PELAJARAN KIMIA SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)

KELOMPOK KOMPETENSI D

REDOKS 4, TERMOKIMIA 2, LAJU REAKSI 2, ALKOHOL DAN ETER

Penulis:

Drs. Mamat Supriatna, M.Pd, dkk



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



MODUL GURU PEMBELAJAR

MATA PELAJARAN KIMIA SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)

KELOMPOK KOMPETENSI D REDOKS 4, TERMOKIMIA 2, LAJU REAKSI 2, ALKOHOL DAN ETHER

Penanggung Jawab

Dr. Sediono Abdullah

Penyusun

Drs. Mamat Supriatna, M.Pd	022-4231191	<i>ms_p4tkipa@yahoo.co.id</i>
Dr. Poppy Kamalia Devi, M.Pd.	022-4231191	<i>devipopi@yahoo.co.id</i>
Sumarni Setiasih, S.Si, M.Pkim	022-4231191	<i>enni_p3gipa@yahoo.co.id</i>
Dra. Rella Turella, M.Pd	022-4231191	<i>rellaturella@gmail.com</i>
Dr. Poppy Kamalia Devi, M.Pd	022-4231191	<i>devipopi@yahoo.co.id</i>

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

Dea Alvicha Putri, 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

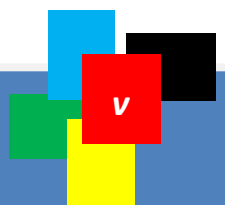
Puji dan syukur kami panjatkan ke Hadirat Allah SWT atas selesainya Modul Guru Pembelajar Mata Pelajaran IPA SMP, Fisika SMA, Kimia SMA dan Biologi SMA. Modul ini merupakan model bahan belajar (*Learning Material*) yang dapat digunakan guru untuk belajar lebih mandiri dan aktif.

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	ix
PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. TUJUAN	2
C. PETA KOMPETENSI	2
D. RUANG LINGKUP	3
E. SARAN CARA PENGGUNAAN MODUL	4
KEGIATAN PEMBELAJARAN	7
I. HUKUM FARADAY I DAN HUKUM FARADAY II	7
A. TUJUAN	8
B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI	8
C. URAIAN MATERI	8
D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN	13
E. LATIHAN/KASUS/TUGAS	14
F. RANGKUMAN	15
G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT	15
II. PERUBAHAN ENTALPI REAKSI BERDASARKAN KALORIMETER, HUKUM HESS DAN ENERGI IKATAN	17
A. TUJUAN	18
B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI	18
C. URAIAN MATERI	18
D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN	39



	E. LATIHAN/KASUS/TUGAS	44
	F. RANGKUMAN	45
	G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT	46
	III. FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI LAJU REAKSI DAN PERSAMAAN REAKSI	47
	A. TUJUAN	48
	B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI	48
	C. URAIAN MATERI	48
	D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN	58
	E. LATIHAN/KASUS/TUGAS	63
	F. RANGKUMAN	67
	G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT	67
	IV. ALKOHOL, ETER DAN HALOALKANA	69
	A. TUJUAN	70
	B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI	70
	C. URAIAN MATERI	70
	D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN	95
	E. LATIHAN/KASUS/TUGAS	99
	F. RANGKUMAN	101
	G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT	101
	KUNCI JAWABAN	103
	EVALUASI	105
	PENUTUP	111
	DAFTAR PUSTAKA	113
	GLOSARIUM	117



DAFTAR TABEL

		Hal
Tabel 1	Kompetensi Guru Mapel dan Indikator Pencapaian Kompetensi	2
Tabel 2.1	Harga Entalpi Pembentukan Standar beberapa zat, ΔH_f° pada 25°C(kJ/mol)	20
Tabel 2.2	Entalpi Pembakaran Standar Beberapa Senyawa	22
Tabel 2.3	Beberapa harga energi ikatan	29
Tabel 2.4.	Harga kalor pembakaran beberapa bahan bakar	32
Tabel 3.1	Contoh beberapa reaksi dan rumus laju reaksinya	54
Tabel 4.1	Beberapa senyawa alkanol	71
Tabel 4.2	Titik didih beberapa alkohol dan dan kelarutan	74
Tabel 4.3	Titik didih eter, alkana, dan alkohol dengan massa molekul yang hampir sama	83
Tabel 4.4	Titik Didih Haloalkana	88
Tabel 4.5	Contoh senyawa haloalkana dan kegunaannya	93

DAFTAR GAMBAR

		Hal
Gambar 1.1	Produk Elektroplating	7
Gambar 1.2	Michael Faraday	8
Gambar 1.3	Tahap-tahap dalam perhitungan banyaknya zat yang tereduksi atau teroksidasi dalam elektrolisis	10
Gambar 1.4	Elektrolisis beberapa larutan yang dihubungkan seri	12
Gambar 2.1	Perangkat kalorimeter (kalorimeter bom)	24



Gambar 2.2	Kalorimeter sederhana	25
Gambar 2.3	Diagram bertingkat reaksi pembentukan SO_3	27
Gambar 2.4	Diagram tahap-tahap reaksi perubahan amonia.	28
Gambar 3.1	Makanan dalam lemari es tetap segar	47
Gambar 3.2	Reaksi logam Mg dengan HCl dalam konsentrasi yang berbeda	49
Gambar 3.3	Reaksi larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dengan HCl menghasilkan belerang.	49
Gambar 3.4	Menentukan waktu sampai tanda silang tidak nampak pada percobaan laju reaksi	50
Gambar 3.5	Reaksi kalsium karbonat dengan HCl	52
Gambar 3.6	(a) Grafik reaksi batu pualam bongkahan dengan HCl. (b) Grafik reaksi batu pualam serbuk dengan HCl.	52
Gambar 3.7	Tumbukan antara ion hidrogen dengan logam magnesium	53
Gambar 3.8	Kerja katalis oksida logam transisi pada penguraian H_2O_2	53
Gambar 3.9	Grafik orde nol	57
Gambar 3.10	Grafik orde satu	57
Gambar 3.11	Grafik orde dua	57
Gambar 4.1	Model senyawa (a) etana, (b) etanol	71

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 Guru Pembelajar yang berjudul “Reaksi Redoks 4, Termokimia 2, Laju Reaksi 2, Alkohol, Eter dan Haloalkana” merupakan modul untuk kompetensi profesional guru pada kelompok kompetensi D. 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 D ini, pada bagian pendahuluan diinformasikan tujuan secara umum yang harus dicapai oleh guru pembelajar setelah mengikuti program Guru Pembelajar. Peta kompetensi yang harus dikuasai guru pada kelompok kompetensi D, 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 Reaksi Redoks 4, Termokimia 2, Laju Reaksi 2, Alkohol, Eter dan Haloalkana.

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	20.1.43 Menjelaskan hukum Faraday I dan II 20.1.44 Menghitung waktu atau massa zat pada suatu raksi elektrolisis menggunakan hukum Faraday
20.1. Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori kimia meliputi struktur, dinamika, energetika dan kinetika serta penerapannya secara fleksibel.	20.1.49 Menjelaskan macam-macam perubahan entalpi 20.1.50 Menentukan perubahan entalpi berdasarkan Kalorimeter. 20.1.51. Menentukan perubahan entalpi standar berdasarkan data perubahan entalpi standar lainnya. 20.1.52 Menjelaskan cara menentukan perubahan entalpi reaksi 20.1.53. Menghitung perubahan entalpi berdasarkan Hukum Hess. 20.1.54 Menentukan perubahan entalpi reaksi berdasarkan diagram energi 20.1.55 Menghitung perubahan entalpi berdasarkan data energi ikatan.
20. 7 Menjelaskan penerapan hukum-hukum kimia dalam teknologi yang terkait dengankimia terutama yang dapat ditemukan dalam kehidupan sehari-hari	20.1.56 Menjelaskan konsep kalor pembakaran dan dampak pembakaran bahan bakar 20.1.57 Merancang percobaan penentuan kalor pembakaran bahan bakar.



20.1. Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori kimia meliputi struktur, dinamika, energetika dan kinetika serta penerapannya secara fleksibel	20.1.62 Menentukan faktor –faktor yang mempengaruhi laju reaksi berdasarkan data percobaan 20.1.63 Menentukan grafik yang menunjukkan faktor pengaruh luas permukaan pada laju reaksi 20.1.64 Mendeskripsikan faktor yang mempengaruhi reaksi berdasarkan data percobaan dalam grafik 20.1.65 Merancang percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi 20.1.66 Menentukan persamaan laju reaksi berdasarkan data percobaan 20.1.67. Menentukan orde reaksi berdasarkan data percobaan laju reaksi 20.1.68 Menjelaskan aspek-aspek laju reaksi berdasarkan data stoikiometrinya
20.1. Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori kimia meliputi struktur, dinamika, energetika dan kinetika serta penerapannya secara fleksibel	20.1.127. Menjelaskan struktur, tatanama dan isomer senyawa senyawa halo alkana 20.1.128. Menganalisis sifat senyawa halo alkana 20.1.129. Menjelaskan kegunaan senyawa halo alkana 20.1.130 Menjelaskan struktur, tatanama dan isomer senyawa alkohol dan eter 20.1.131. Menganalisis sifat senyawa alkohol dan eter 20.1.132 Menjelaskan kegunaan senyawa alkohol dan eter

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 D, 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:

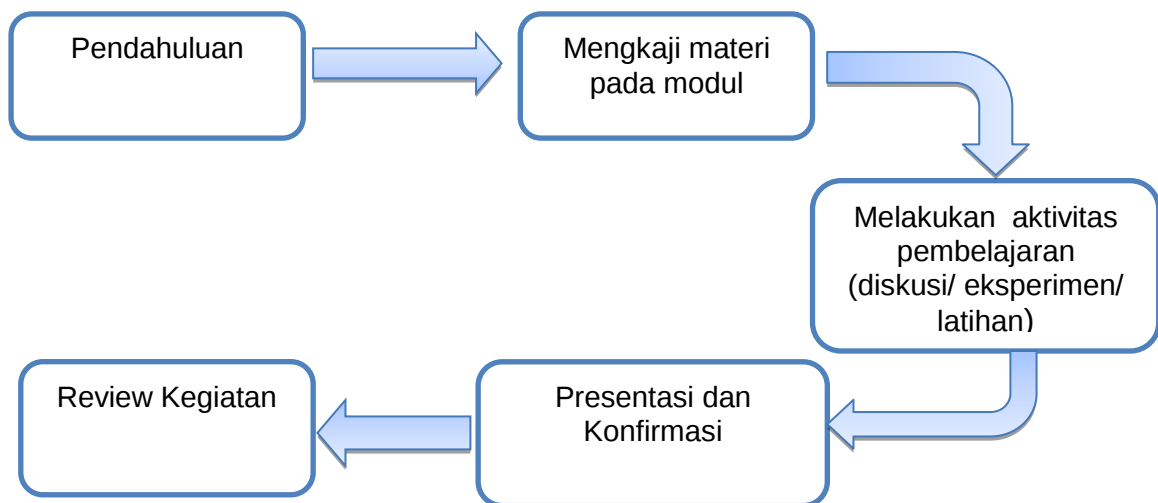
1. Reaksi Redoks 4 (Hukum Faraday),
2. Termokimia 2 (Perubahan Entalpi),



3. Laju Reaksi 2,
4. Alkohol, Eter dan Haloalkana.

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

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 melalui modul,
- ruang lingkup materi 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. Peserta dapat mempelajari materi secara individual atau kelompok.



3. Melakukan aktivitas pembelajaran

Pada kegiatan ini Guru Pembelajar melakukan kegiatan pembelajaran sesuai dengan rambu-rambu/intruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, melakukan eksperimen, latihan, dan sebagainya. Pada kegiatan ini Guru Pembelajar 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 Guru Pembelajar dan penyaji mereview materi.



KEGIATAN PEMBELAJARAN 1: HUKUM FARADAY I DAN HUKUM FARADAY II



Gambar 1.1 Produk Elektroplating

Energi listrik dari suatu reaksi redoks dapat dihitung dalam bentuk potensial sel, sedangkan energi listrik dalam proses elektrolisis diperhitungkan dengan Hukum Faraday.

Rangkaian yang menghubungkan energi kimia dengan energi listrik disebut sel elektrokimia. Sel elektrokimia ada dua macam, yaitu sel galvani/sel Volta dan sel elektrolisis.

Michael Faraday (1791 – 1867) adalah seorang pakar Kimia – Fisika Inggris, menemukan hubungan antara jumlah zat yang dihasilkan pada elektroda dengan jumlah muatan listrik yang dihasilkan ke dalam sel elektrolisis.

Materi Hukum Faraday merupakan bagian dari materi elektrokimia yang merupakan materi kimia SMA/MA, yang disajikan di Kelas XII Semester 1. Kompetensi dasar yang harus dicapai siswa adalah 3.3 Mengevaluasi gejala atau proses yang terjadi dalam contoh sel elektrokimia (sel volta dan sel elektrolisis) yang digunakan dalam kehidupan. 4.3 Menciptakan ide/gagasan/produk sel elektrokimia., 4.4. Mengajukan ide/gagasan untuk mencegah dan mengatasi terjadinya korosi, 4.5 Memecahkan masalah terkait dengan perhitungan sel elektrokimia.

Kompetensi guru pada Pengembangan Keprofesionalan Berkelanjutan tingkat D untuk materi ini adalah “20.1. Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori kimia meliputi struktur, dinamika, energetika dan kinetika serta penerapannya secara fleksibel’ dengan sub kompetensi menjelaskan Hukum Faraday I dan II, dan menghitung waktu atau massa zat pada suatu raksi elektrolisis menggunakan hukum Faraday”.



A. Tujuan

Setelah belajar dengan modul ini diharapkan Anda memahami hukum Faraday I dan II serta penerapannya dalam perhitungan hasil elektrolisis.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi yang diharapkan adalah:

1. Menjelaskan Hukum Faraday I dan II
2. Menghitung waktu atau massa zat pada suatu reaksi elektrolisis menggunakan hukum Faraday

C. Uraian Materi

1. Hukum I Faraday



Michael Faraday
(1791-1867)

Gambar 1.2 Michael Faraday

(Sumber: <http://micro.magnet.fsu.edu>)

Michael Faraday (1791 – 1867) adalah seorang pakar Kimia – Fisika Inggris dan merupakan pelopor elektrokimia. Berdasarkan percobaan yang dilakukan, Faraday menemukan hubungan kuantitatif antara massa zat yang dihasilkan dengan jumlah listrik yang digunakan selama elektrolisis berlangsung. Hasil percobaan ini dikenal dengan hukum Faraday.

Seperti yang kita ketahui, reaksi kesetimbangan menunjukkan hubungan antara jumlah pereaksi dan hasil reaksi. Untuk reaksi yang berlangsung dalam sel, perhitungan stoikiometri dalam elektrokimia melibatkan mol.

Faraday menyatakan bahwa sel elektrolisis dapat digunakan untuk menentukan banyaknya zat yang bereaksi berdasarkan jumlah muatan listrik yang digunakan dalam rentang waktu tertentu.

Dalam sel volta maupun sel elektrolisis terdapat hubungan kuantitatif antara jumlah zat yang bereaksi dan muatan listrik yang terlibat dalam reaksi redoks. Pernyataan ini merupakan prinsip dasar Hukum Faraday, yaitu:



1. Dalam sel elektrokimia, massa zat yang diendapkan pada suatu elektroda sebanding dengan besarnya muatan listrik (aliran elektron) yang terlibat di dalam sel.
2. Massa ekuivalen zat yang diendapkan pada elektroda akan setara jika muatan listrik yang dialirkan ke dalam sel sama.

Aliran listrik adalah aliran elektron. Oleh karena itu, muatan listrik yang terlibat dalam sel elektrokimia dapat ditentukan berdasarkan muatan elektron yang terlibat dalam reaksi redoks pada sel elektrokimia.

Berdasarkan hasil penyelidikan Millikan (model tetes minyak), diketahui bahwa muatan elektron (e) adalah $1,60218 \times 10^{-19}$ C. Oleh karena itu, muatan listrik yang terjadi jika satu mol elektron ditransfer adalah

$$Q = (6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}) (1,60218 \times 10^{-19} \text{ C}) = 96,485 \text{ C mol}^{-1}$$

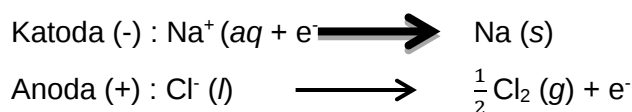
Nilai muatan listrik untuk satu mol elektron ditetapkan sebesar satu faraday, dilambangkan dengan Q , yaitu $= 96.485 \text{ C mol}^{-1}$.

Arus listrik sebesar i ampere yang mengalir selama t detik menghasilkan muatan listrik: $Q = i \times t$ coulomb. Dalam satuan Faraday, besarnya muatan listrik (Q) tersebut adalah sebagai berikut

$$Q = \frac{i \times t}{96.485} \text{ faraday}$$

Berdasarkan **Hukum I Faraday**, jika muatan listrik dapat dihitung maka massa zat yang bereaksi di elektroda dapat ditentukan.

Contohnya, dalam elektrolisis lelehan NaCl, reaksi katoda menyatakan bahwa satu atom Na dihasilkan ketika satu ion Na^+ menerima satu elektron dari elektroda. Sebaliknya, stoikiometri dari reaksi anoda menunjukkan bahwa oksidasi satu ion Cl^- menghasilkan setengah mol Cl_2 .



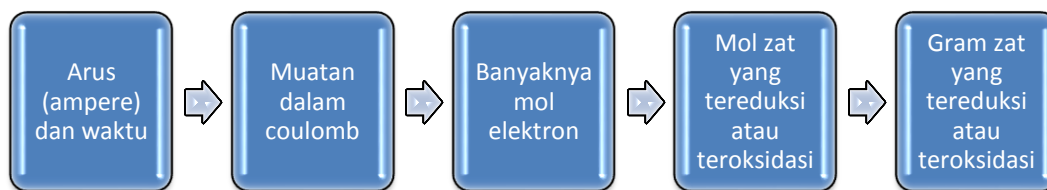


Untuk mereduksi satu mol ion Na^+ diperlukan satu mol elektron atau diperlukan muatan sebesar satu faraday, yaitu $96.485 \text{ C mol}^{-1}$. Dalam satu percobaan elektrolisis, kita biasanya mengukur arus (dalam ampere, A) yang melewati sel elektrolitik dalam jangka waktu tertentu. Besarnya muatan (coulomb, C) ini dapat ditentukan dari jumlah arus listrik yang mengalir dan lama waktu elektrolisis:

$$1 \text{ C} = 1 \text{ A} \times 1 \text{ s}$$

dengan kata lain, satu coulomb ialah kuantitas muatan listrik yang melewati sembarang titik pada rangkaian dalam satu detik jika arusnya satu ampere.

Secara umum, tahap-tahap perhitungan stoikiometri elektrolisis ditunjukkan pada gambar 1. Perhitungan dapat dimulai dari arus listrik yang mengalir selama waktu tertentu.



Gambar 1.3 Tahap-tahap dalam perhitungan banyaknya zat yang tereduksi atau teroksidasi dalam elektrolisis

Sekarang mari kita mencoba menghitung berat zat yang diendapkan dalam sel elektrolisis dengan menggunakan tahapan-tahapan di atas.

Contoh Soal Hukum I Faraday:

Jika arus sebesar 0,452 A dilewatkan dalam sel elektrolisis lelehan CaCl_2 selama 1,50 jam. Berapa banyak produk akan terbentuk pada katoda? ($A_r \text{ Ca}=40$)

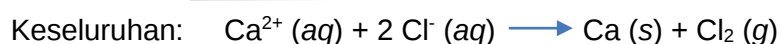
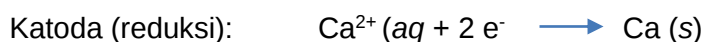
Tahap - tahap Penyelesaian Soal:

Tahap pertama:

Arus (i) = 0,452 A

Waktu (t) = 5400 s

Persamaan reaksi dalam sel:





Tahap Kedua:

Muatan listrik: $Q = i \times t$

$$= 0,452 \times 5400 = 2440,8 \text{ C}$$

Tahap Ketiga:

Jumlah mol elektron yang setara dengan mutan listrik:

$$1 \text{ mol } e^- = 1 \text{ faraday} = 96.485 \text{ C mol}^{-1}$$

$$\text{Jumlah mol elektron untuk } 2440 \text{ C: } \frac{2440 \text{ C}}{96.485 \text{ C mol}^{-1}} = 0,0252 \text{ mol elektron}$$

Tahap Keempat:

Berdasarkan persamaan reaksi sel elektrolisis lelehan CaCl_2 , 0,0252 mol elektron dapat mengendapkan ion Ca^{2+} sebanyak:

$$\frac{1 \text{ mol } \text{Ca}^{2+}}{2 \text{ mol } e^-} \times 0,0252 \text{ mol } e^- = 0,0126 \text{ mol}$$

Jadi, jumlah ion Ca^{2+} yang diendapkan sebanyak 0,0126 mol.

Tahap Kelima:

Massa Ca yang diendapkan di katoda sebesar:

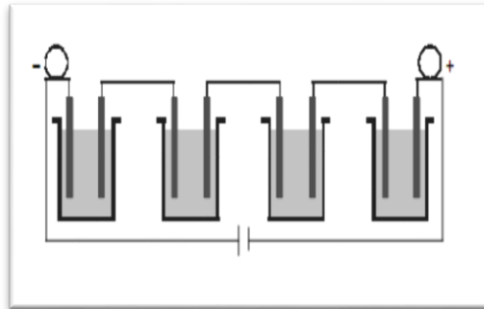
$$0,0126 \times 40,08 = 0,505 \text{ gram Ca}$$

Jadi, massa kalsium yang diendapkan di katoda pada elektrolisis lelehan CaCl_2 adalah sebesar 0,505 gram.



2. Hukum II Faraday

Jika sejumlah sel elektrolisis dirangkakan secara seri, seperti ditunjukkan pada gambar 2. Bagaimanakah hubungan muatan dan berat ekivalen zat?



Gambar 1.4 Elektrolisis beberapa larutan yang dihubungkan seri
Sumber: Yayan (2009)

Menurut **Hukum II Faraday**, apabila dua sel elektrolisis atau lebih dialiri arus listrik dalam jumlah yang sama, maka perbandingan massa zat – zat yang dihasilkan sebanding dengan massa ekivalen zat – zat tersebut.

Jika sel elektrolisis terdiri dari tiga sel yang disusun seri dialiri listrik dengan jumlah listrik yang sama, maka perbandingan massanya adalah:

$$w_1 : w_2 : w_3 = e_1 : e_2 : e_3$$

Keterangan :

$w_{1,2,3}$ = massa zat 1, 2, dan 3

$e_{1,2,3}$ = massa ekivalen zat 1, 2, dan 3

Oleh karena pada rangkaian sel secara seri, arus listrik yang mengalir ke dalam sel tetap, kita dapat menentukan berat zat dalam setiap sel elektrolisis dengan zat yang berbeda.

Contoh Soal Hukum II Faraday:

1. Dua buah sel elektrolisis dirangkakan secara seri. Sel pertama mengandung CuSO_4 1 M dan sel kedua mengandung CuSO_4 2 M. Hitunglah massa Cu yang diendapkan pada setiap sel jika arus yang dialirkan sebesar 0,5 A selama 10 menit. ($A_r \text{ Cu} = 63,5$)



2. Jika arus listrik dialirkan melalui larutan AgNO_3 (perak nitrat) dan NiCl_2 (nikel klorida) yang disusun secara seri maka akan terjadi endapan perak sebanyak 27 gram. Hitunglah massa endapan nikel yang terjadi!
(Ar Ag = 108, Ar Ni = 59)

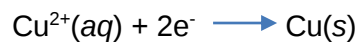
Penyelesaian soal:

1. Menurut Hukum II Faraday:

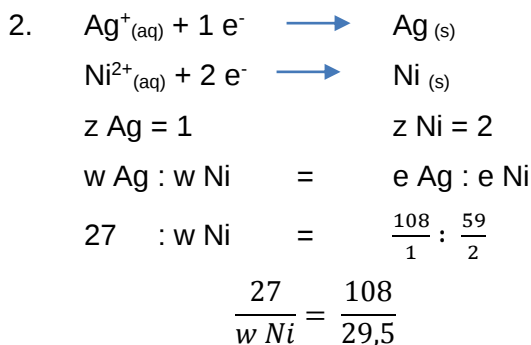
Oleh karena sel dirangkakan secara seri, arus yang mengalir tetap sehingga massa ekuivalen Cu sama dalam setiap sel.

Endapan Cu dalam kedua sel sama sebab arus yang mengalir tetap.

Reaksi yang terjadi:



$$\begin{aligned} \text{Massa Cu} &= \frac{m_{\text{ek}} i t}{96485} \\ &= \frac{63,5}{2} \times \frac{0,5 \text{ A} \times 600 \text{ s}}{96485 \text{ C mol}^{-1}} = 0,0987 \text{ g} \end{aligned}$$



$$w \text{ Ni} = \frac{27 \times 29,5}{108} \text{ gram}$$

$$w \text{ Ni} = 7,38 \text{ gram}$$

D. Aktivitas Pembelajaran

Setelah mengkaji materi tentang konsep Hukum I dan II Faraday, Anda dapat berlatih membuat soal-soal mengenai Hukum I dan II Faraday, yang disertai dengan kunci jawabannya. Buat dan diskusikanlah soal-soal tersebut bersama teman sekelompok Anda. Ini sangat berguna bagi Anda untuk mengimplementasikannya di sekolah.



E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Elektrolisis larutan AgNO_3 menggunakan elektroda platina, dengan kuat arus 5 ampere selama 20 menit. Hitung massa perak yang mengendap pada katoda!
2. Diberikan reaksi sebagai berikut.
$$\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})} + 2 \text{e}^{-} \rightarrow \text{Zn}_{(\text{s})}$$

Jika arus sebesar 10 ampere mengalir ke katoda selama 10 menit, berapa banyak Zn yang terbentuk? ($A_r \text{ Zn} = 65$)
3. Arus listrik sebesar 965 mA dialirkan melalui suatu larutan asam selama 5 menit. Banyaknya gas hidrogen yang terbentuk adalah....
A. $1,0 \times 10^{-3}$ mol
B. $1,5 \times 10^{-3}$ mol
C. $2,0 \times 10^{-3}$ mol
D. $2,5 \times 10^{-3}$ mol
E. $3,0 \times 10^{-3}$ mol
4. Arus listrik sebesar I dialirkan ke dalam suatu sel ion Ag^+ ($A_r = 108$) dan dalam waktu tertentu mengendapkan sebanyak 1,08 gram perak pada katoda. Jika jumlah listrik yang sama dialirkan melalui larutan yang mengandung ion X^{2+} ($A_r = 40$), maka jumlah logam X yang diendapkan pada katoda adalah....
A. 0,10 gram
B. 0,20 gram
C. 0,27 gram
D. 0,54 gram
E. 2,16 gram
5. Pada dua elektrolisis, dengan sejumlah arus tertentu dalam waktu 2 jam dibebaskan 0,504 gram gas hidrogen ($A_r \text{ H} = 1$). Hitung banyaknya gas oksigen ($A_r = 16$) yang dapat dibebaskan oleh arus yang sama dalam waktu yang sama!



F. Rangkuman

- Hukum I Faraday, jika muatan listrik dapat dihitung maka massa zat yang bereaksi di elektroda dapat ditentukan.
- Hukum II Faraday, apabila dua sel elektrolisis atau lebih dialiri arus listrik dalam jumlah yang sama, maka perbandingan massa zat–zat yang dihasilkan sebanding dengan massa ekivalen zat–zat tersebut.

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: PERUBAHAN ENTALPI REAKSI BERDASARKAN KALORIMETER, HUKUM HESS DAN ENERGI IKATAN

Pada umumnya reaksi-reaksi kimia berlangsung dengan disertai oleh perubahan energi. Perubahan energi itu dapat berupa kalor yang dilepaskan maupun yang diserap selama reaksi berlangsung. Setiap reaksi yang melibatkan kalor diikuti oleh perubahan entalpi ($\Delta H = q_p$). Jika perubahan entalpi bertanda positif, berarti reaksi tersebut membutuhkan atau menyerap kalor, sebaliknya jika bertanda negatif, reaksi menghasilkan atau melepaskan kalor. Perubahan entalpi yang bertanda positif menunjukkan terjadinya penambahan entalpi materi. Dan perubahan entalpi yang bertanda negatif menyatakan pengurangan entalpi materi tersebut.

Besarnya perubahan entalpi suatu reaksi bergantung pada jumlah zat yang bereaksi, wujud zat, suhu, dan tekanan, maka perubahan entalpi dihitung berdasarkan keadaan standar, yaitu keadaan pada suhu dan tekanan standar pada suhu 25°C (298° K) dan tekanan 1 atm. Perubahan entalpi reaksi terdiri dari perubahan entalpi pembentukan (ΔH_f°), perubahan entalpi penguraian (ΔH_d°), perubahan entalpi pembakaran (ΔH_c°), dan perubahan entalpi netralisasi (ΔH_n°).

Penentuan ΔH suatu reaksi, selain dapat diukur melalui percobaan juga dapat ditentukan berdasarkan data perubahan entalpi standar suatu zat. Apa yang dimaksud dengan perubahan entalpi standar dan terdiri dari apa saja perubahan entalpi suatu reaksi? Bagaimanakah cara menentukan ΔH reaksi? Semuanya itu akan dipelajari dalam modul ini.



A. Tujuan

Setelah belajar dengan modul ini, diharapkan Guru Pembelajar dapat:

1. memahami konsep perubahan entalpi, perubahan entalpi menggunakan Hukum Hess, dan energi ikatan;
2. Merancang percobaan untuk penentuan kalor pembakaran berbagai bahan bakar dalam kehidupan sehari-hari.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi yang diharapkan adalah:

1. Menjelaskan macam-macam perubahan entalpi;
2. Menentukan perubahan entalpi berdasarkan percobaan Kalorimeter;
3. Menentukan perubahan entalpi standar berdasarkan data perubahan entalpi standar lainnya;
4. Menjelaskan cara menentukan perubahan entalpi reaksi;
5. Menghitung perubahan entalpi berdasarkan Hukum Hess;
6. Menentukan perubahan entalpi reaksi berdasarkan diagram energy;
7. Menghitung perubahan entalpi berdasarkan data energi ikatan;
8. Menjelaskan konsep kalor pembakaran dan dampak pembakaran bahan bakar;
9. Merancang percobaan menentukan kalor pembakaran bahan bakar yang paling efektif;

C. Uraian Materi

Materi yang dipelajari dalam modul ini adalah perubahan entalpi reaksi (ΔH) dalam berbagai perubahan meliputi perubahan entalpi pembentukan standar (ΔH_f°), perubahan entalpi penguraian (ΔH_d°), perubahan entalpi pembakaran (ΔH_c°), dan perubahan entalpi netralisasi (ΔH_n°). Dalam menentukan ΔH suatu reaksi, selain dapat diukur melalui percobaan juga dapat ditentukan berdasarkan data perubahan entalpi standar suatu zat dan data energi ikatan. Dalam modul ini juga dipelajari kalor pembakaran melalui percobaan dan dampak pembakaran yang tidak sempurna.



1. Jenis-jenis Perubahan Entalpi Reaksi (ΔH)

Perubahan entalpi reaksi (ΔH) dalam berbagai perubahan sering dikenal dengan berbagai nama yaitu sebagai berikut:

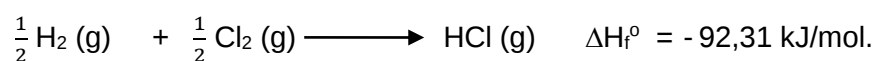
a. Perubahan Entalpi Standar (ΔH°)

Harga perubahan entalpi ditentukan oleh keadaan awal dan keadaan akhir, sehingga perlu menetapkan kondisi pada saat entalpi diukur karena harga entalpi bergantung pada keadaan. Para ahli kimia telah menetapkan perubahan entalpi pada keadaan standar, yaitu pada tekanan 1 atm. Perubahan entalpi standar dilambangkan dengan ΔH° . Satuan entalpi menurut Sistem Internasional (SI) adalah joule (disingkat J). Perubahan entalpi standar untuk satu mol zat dinamakan ΔH° molar. Satuan untuk ΔH° molar adalah J mol^{-1} . Jenis perubahan entalpi standar bergantung pada macam reaksi sehingga dikenal perubahan entalpi pembentukan standar (ΔH_f°), perubahan entalpi penguraian standar (ΔH_d°), dan perubahan entalpi pembakaran standar (ΔH_c°).

b. Perubahan Entalpi Pembentukan Standar (ΔH_f°)

Perubahan entalpi pembentukan standar suatu senyawa menyatakan jumlah kalor yang terlibat untuk proses pembentukan 1 mol senyawa dari unsur-unsurnya yang paling stabil di alam pada keadaan standar (0°C , 1 atm).

Contoh: Reaksi pembentukan standar, misalnya reaksi antara gas hidrogen (H_2) dan gas klor (Cl_2) membentuk 1 mol hidrogen klorida pada keadaan standar, persamaan reaksinya adalah:



Pada reaksi di atas dibebaskan kalor sebesar 92,31 kJ untuk setiap mol HCl yang terbentuk. Harga entalpi pembentukan standar untuk beberapa zat pada 25°C dapat dilihat pada Tabel 2.1



Tabel 2.1 harga Entalpi Pembentukan Standar beberapa zat, ΔH_f° pada 25°C (kJ/mol)

Zat	ΔH_f° (kJ/mol)	Zat	ΔH_f° (kJ/mol)
Al ₂ O ₃ (s)	-1.676	H ₂ O (g)	-242
Br ₂ (g)	+30,9	H ₂ O ₂ (l)	187,8
Br (g)	-36	I ₂ (g)	+62,4
CaCO ₃ (s)	-1.207	HI (g)	+26
CaCl ₂ (s)	-795,8	Fe ₂ O ₃ (s)	-822,2
CaO (s)	-635,5	Fe ₂ O ₄ (s)	-1.118,4
Ca (OH) ₂ (s)	-986,6	Pb(s)	0
CaSO ₄ (s)	-1.433	PbO (s)	-217,3
C(s) grafit	0	PbO ₂ (s)	-277
C(s) intan	+1,88	Pb(OH) ₂ (s)	-515,9
CO(g)	-110	PbSO ₄ (s)	-920,1
CO ₂ (g)	-394	MgCl ₂ (s)	-641,8
CO ₂ (aq)	-413,8	Mg(OH) ₂ (s)	-924,7
CS ₂ (l)	+89,5	NH ₃ (g)	-46,0
CS ₂ (g)	+117	NH ₄ Cl(s)	-314,4
CH ₄ (g)	-74,9	NO(g)	+90,4
C ₂ H ₂ (g)	+227	NO ₂ (g)	+34
C ₂ H ₄ (g)	+51,9	N ₂ O(g)	+81,5
C ₂ H ₆ (g)	-84,5	HNO ₃ (l)	-174,1
C ₃ H ₈ (g)	-104	O ₂ (g)	0
C ₄ H ₁₀ (g)	-126	O ₃ (g)	+143
C ₆ H ₆ (l)	+49,0	KCl(s)	-436,8
CH ₃ OH(l)	-238	SiH ₄ (g)	+33
C ₂ H ₅ OH(l)	-278	NaF(s)	-571
HC ₂ H ₃ O ₂ (l)	-487,0	NaCl(s)	-413
HCHO(g)	-108,6	NaBr(s)	-360
C ₆ H ₅ CO ₂ H(s)	-385,1	NaI(s)	-288
CO(NH ₂) ₂ (s)	-333,5	NaHCO ₃ (s)	-947,7
Cl ₂ (g)	0	Na ₂ CP ₃ (s)	-1131
HCl(g)	-92,5	NaO ₂ (s)	-504



Zat	ΔH_f° (kJ/mol)	Zat	ΔH_f° (kJ/mol)
HCl(aq)	-167,2	NaOH(s)	-426,8
CuCl ₂	-172	Na ₂ SO ₄ (s)	-1.384,49
CuO(s)	-155	S(s, rombik)	0
Cu ₂ S(s)	-79,5	SO ₂ (g)	-297
CuS(s)	-53,1	SO ₃ (g)	-396
CuSO ₄ (s)	-771,4	H ₂ SO ₄ (l)	-813,8
HF(g)	-271	ZnO(s)	-348
H ₂ (g)	0	ZnSO ₄ (s)	-982,8
H ₂ O(l)	-286		

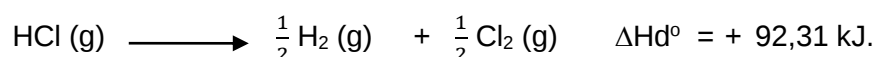
Bila kita amati data di atas, nampak ada beberapa entalpi pembentukan standar dari suatu zat/unsur yang bernilai nol. Hal ini menjadi suatu perjanjian bahwa ΔH_f° unsur = 0 pada semua temperatur, misalnya: ΔH_f° C(s, grafit) = 0, ΔH_f° Fe(s) = 0, ΔH_f° O₂(g) = 0, ΔH_f° N₂(g) = 0.

c. Perubahan entalpi Penguraian Standar (ΔH_d°)

Perubahan entalpi penguraian standar suatu senyawa menyatakan jumlah kalor yang diperlukan atau dibebaskan untuk proses penguraian 1 mol senyawa menjadi unsur-unsurnya pada keadaan standar (STP) di mana suhu 0°C (273 K) dan tekanan 1 atm.

Menurut hukum Laplace jumlah kalor yang dibebaskan pada pembentukan senyawa dari unsur-unsurnya adalah sama dengan jumlah kalor yang diperlukan pada penguraian senyawa tersebut menjadi unsur-unsurnya. Maka entalpi penguraian merupakan kebalikan dari entalpi pembentukan di mana besar kalornya sama tetapi tandanya saja yang berlawanan.

Contoh: Reaksi penguraian 1 mol hidrogen klorida menghasilkan gas hidrogen (H₂) dan gas klor (Cl₂), persamaan termokimianya adalah sebagai berikut:

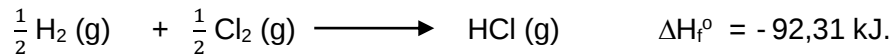


Pada reaksi di atas dibebaskan kalor sebesar 92,31 kJ.

Reaksi penguraian merupakan kebalikan dari reaksi pembentukan, contoh Reaksi pembentukan standar, misalnya reaksi antara gas hidrogen (H₂) dan gas



klor (Cl_2) membentuk 1 mol hidrogen klorida pada keadaan standar, persamaan reaksinya adalah :



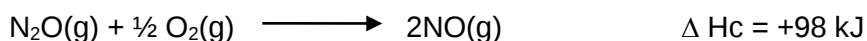
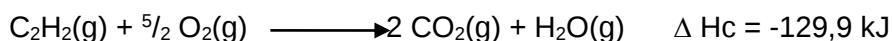
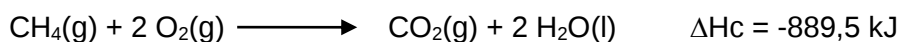
Pada reaksi diatas dibebaskan kalor sebesar 92,31 kJ.

d. Perubahan entalpi Pembakaran Standar (ΔH_c°)

Perubahan entalpi pembakaran standar suatu senyawa menyatakan jumlah kalor yang dibebaskan untuk pembakaran 1 mol zat (unsur, senyawa) pada keadaan standar (STP) (273 K, 1 atm).

Reaksi pembakaran umumnya membebaskan kalor sehingga nilai entalpinya bernilai negatif (eksoterm).

Contoh



Data entalpi pembakaran standar dari beberapa senyawa dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut.

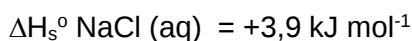
Tabel 2.2 Entalpi Pembakaran Standar Beberapa Senyawa

Zat yang Dibakar	ΔH_c° (kJ mol ⁻¹)
C(s)	-393,52
S(s)	-395,70
CH ₄ (g)	-890,37
H ₂ (g)	-285,83
C ₃ H ₈ (g)	-2,220
C ₂ H ₅ OH(l)	-1,372

e. Perubahan entalpi Pelarutan Standar (ΔH_s°)

Perubahan entalpi pelarutan standar menyatakan jumlah kalor yang diperlukan atau dibebaskan untuk melarutkan 1 mol zat (unsur, senyawa) pada keadaan standar (STP) dimana suhu 298 K dan tekanan 1 atm.

Contoh :



Persamaan termokimianya :





2. Penentuan Harga Perubahan Entalpi reaksi

Harga ΔH suatu reaksi, dapat ditentukan melalui percobaan, dengan penghitungan menggunakan hukum Hess dan penghitungan menggunakan energi ikatan.

a. Penentuan nilai ΔH reaksi melalui percobaan

1) Kalor Jenis dan kapasitas Kalor Molar

Kalor jenis (c) adalah kalor yang dibutuhkan oleh 1 gram zat untuk menaikkan suhunya sebesar 1°C . Adapun kapasitas kalor adalah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu zat sebesar 1°C . Untuk 1 gram air diperlukan kalor sebesar 4,2 J atau 1 kal. Jumlah kalor ini disebut kalor jenis air dengan lambang c , di mana $c = 4,2 \text{ J g}^{-1}\text{C}^{-1}$.

Hubungan antara kalor jenis dan kapasitas kalor adalah:

$$\begin{aligned} C &= m \cdot c \\ C &= n \cdot c_m \end{aligned}$$

Hubungan dengan kalor :

$$\begin{aligned} q &= m \cdot c \times \Delta T \\ q &= C \cdot \Delta T \\ q &= n \cdot c_m \cdot \Delta T \end{aligned}$$

Di mana : C = Kapasitas kalor ($\text{J } ^\circ\text{C}^{-1}$)

m = massa zat (g)

c = kalor jenis ($\text{J g}^{-1} ^\circ\text{C}^{-1}$)

q = kalor yang dibebaskan atau diserap (J)

ΔT = Perubahan suhu ($^\circ\text{C}$)

c_m = kapasitas kalor molar ($\text{J mol}^{-1} ^\circ\text{C}^{-1}$)

n = mol

Contoh Soal :

Di dalam kalorimeter terdapat zat yang bereaksi secara endoterm. Reaksi tersebut menyebabkan 1 kg air yang terdapat dalam kalorimeter mengalami penurunan suhu 5°C . Tentukan kalor reaksi dari reaksi tersebut!



Penyelesaian:

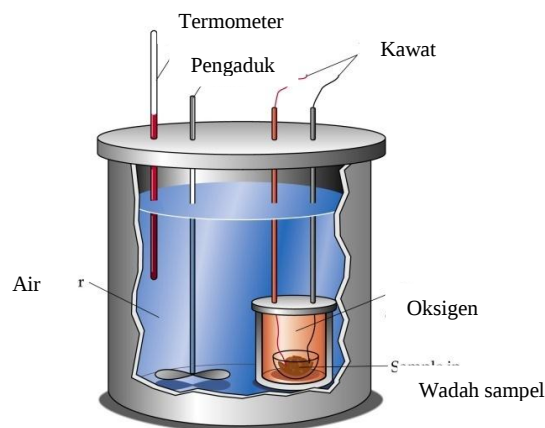
$$q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

$$= 1000 \text{ g} \times 4,2 \text{ J/g}^\circ\text{C} \times 5^\circ\text{C} = 21000 \text{ J} = 21 \text{ kJ}$$

2) Penentuan ΔH reaksi menggunakan Kalorimeter

Perubahan entalpi reaksi dapat ditentukan dengan menggunakan suatu alat yang disebut kalorimeter (alat pengukur kalor), merupakan suatu sistem tersekat yang memungkinkan tidak adanya pertukaran materi dan pertukaran energi dengan lingkungan diluar kalorimeter.

Kalorimeter ini terdiri atas bejana yang dilengkapi dengan pengaduk dan termometer. Bejana diselimuti penyekat panas untuk mengurangi radiasi panas, seperti pada termos.



Sumber: <http://hrsbstaff.ednet.ns.ca/sweetap/thermonotes1.htm>

Gambar 2.1 Perangkat kalorimeter (kalorimeter bom)

Dalam kalorimeter, zat yang akan direaksikan dimasukkan ke dalam tempat reaksi. Tempat ini dikelilingi oleh air yang telah diketahui massanya. Kalor reaksi yang dibebaskan terserap oleh air dan suhu air akan naik. Perubahan suhu air ini diukur dengan termometer. Kalorimeter ditempatkan dalam wadah terisolasi yang berisi air untuk menghindari terlepasnya kalor.

Untuk mengukur kalor reaksi dalam kalorimeter, perlu diketahui terlebih dahulu kalor yang dipertukarkan dengan kalorimeter sebab pada saat terjadi reaksi,

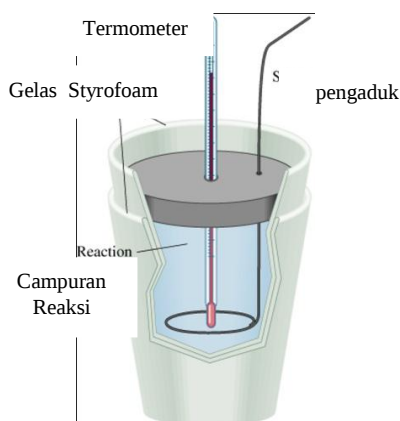


sejumlah kalor dipertukarkan antara sistem reaksi dan lingkungan (kalorimeter dan media reaksi). Besarnya kalor yang diserap atau dilepaskan oleh kalorimeter dihitung dengan persamaan:

$$Q_{\text{kalorimeter}} = C_k \cdot \Delta T,$$

dengan C_k adalah kapasitas kalor kalorimeter.

Kalorimeter sederhana dapat dibuat menggunakan wadah *styrofoam* yang dibuat dari dua buah gelas *styrofoam* dengan perangkatnya seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Kalorimeter sederhana

(Sumber : Raymond Chang, General Chemistry)

Styrofoam merupakan bahan yang dapat menyekat panas dengan baik. Kalorimeter sederhana ini termasuk kalorimeter tekanan tetap, artinya reaksi yang diukur berlangsung pada tekanan tetap. Contoh reaksi penetralan, pelarutan dan pengendapan. Pada tekanan tetap terjadi perpindahan kalor antara sistem dan lingkungan (Azas Black: kalor diserap = kalor yang dilepaskan, dengan rumus :

$$q_{\text{reaksi}} = - (q_{\text{sistem}} + q_{\text{kalorimeter}})$$

Contoh soal:

Ke dalam kalorimeter dituangkan 50 g air dingin (25°C), kemudian ditambahkan 75 g air panas (60°C) sehingga suhu campuran menjadi 35°C . Jika suhu kalorimeter naik sebesar 7° , tentukan kapasitas kalor kalorimeter? Diketahui kalor jenis air = $4,18 \text{ J g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.

Penyelesaian:



Kalor yang dilepaskan air panas sama dengan kalor yang diserap air dingin dan Calorimeter (Azas Black).

$$-q_{\text{air panas}} = q_{\text{air dingin}} + q_{\text{kalorimeter}}$$

$$-q_{\text{air panas}} = 75 \text{ g} \times 4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C} \times (35 - 60)^\circ\text{C} = -7.837,5 \text{ J}$$

$$q_{\text{air dingin}} = 50 \text{ g} \times 4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C} \times (35 - 25)^\circ\text{C} = +2.090 \text{ J}$$

$$q_{\text{kalorimeter}} = Ck \times \Delta T$$

Oleh karena energi bersifat kekal, maka

$$-q_{\text{air panas}} = q_{\text{air dingin}} + q_{\text{kalorimeter}}$$

$$-(-7.837,5 \text{ J}) = (2.090 \text{ J} + (Ck \cdot 7^\circ\text{C})) = 0$$

$$Ck = \frac{(7.837,5 - 2.090) \text{ J}}{7^\circ\text{C}} = 821 \text{ J}^\circ\text{C}^{-1}$$

Jadi, kapasitas kalor kalorimeter 821 J/°C.

b. Perhitungan ΔH reaksi menggunakan Hukum Hess

Pada perhitungan entalpi reaksi, selain melalui percobaan dapat juga ditentukan dengan data perubahan entalpi reaksi lainnya. Pada tahun 1840, G.H Hess (1802-1850) mengemukakan tentang hukum Hess:

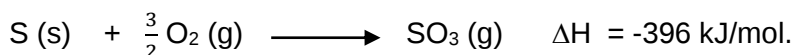
Perubahan entalpi suatu reaksi adalah tetap sama, baik berlangsung dalam satu tahap maupun dalam beberapa tahap reaksi

Entalpi adalah merupakan fungsi keadaan, perubahannya tidak bergantung kepada jalur reaksi yang terjadi, tetapi hanya bergantung pada awal dan akhir reaksi (ingat fungsi keadaan).

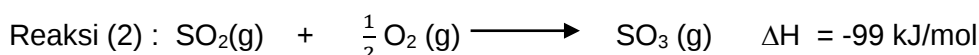
Contoh soal:

Reaksi pembentukan SO_3 (g) dapat berlangsung dengan dua cara:

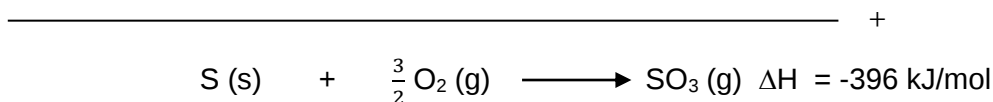
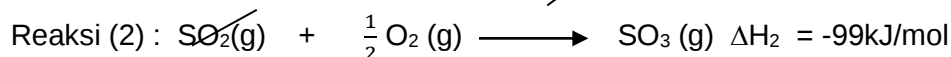
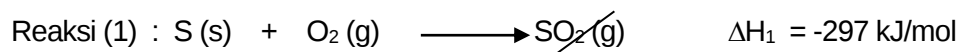
a) Pembentukan SO_3 melalui satu tahap reaksi :



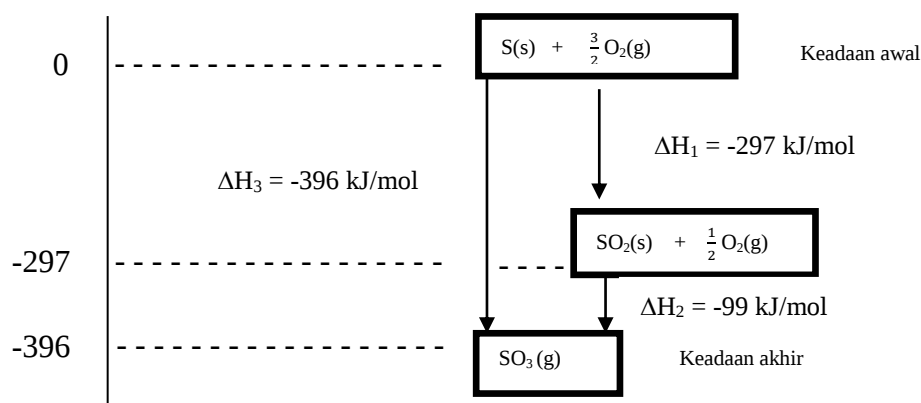
b) Pembentukan SO_3 melalui dua tahap reaksi :



Jika reaksi (1) dan (2) dijumlahkan, maka akan diperoleh entalpi reaksi yang sama dengan reaksi pada pembentukan SO_3 yang melalui satu tahap reaksi.



Jadi nilai perubahan entalpi pembentukan $\text{SO}_3\text{(g)}$ adalah tetap sama baik berlangsung dalam satu tahap maupun dalam beberapa tahap reaksi. Tahap reaksi yang berkaitan dengan entalpi reaksi dapat juga digambarkan dengan diagram bertingkat. Pada Gambar 2.3 dapat dilihat diagram bertingkat pembentukan $\text{SO}_3\text{(g)}$



Gambar 2.3 Diagram bertingkat reaksi pembentukan SO_3

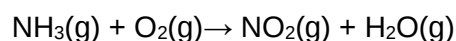
c. Perhitungan ΔH reaksi berdasarkan data ΔH pembentukan standar

Harga perubahan entalpi reaksi pada keadaan standar dapat juga dihitung dengan menggunakan data perubahan entalpi pembentukan standar. Perubahan entalpi yang diketahui harus berupadata perubahan entalpi pembentukan pada keadaan standar.

Contoh soal :

Gunakan data ΔH°_f untuk menentukan ΔH° reaksi amonia dan oksigen berlebih.

Persamaan reaksinya:



Penyelesaian : Untuk menyelesaikan soal tersebut maka ikuti langkah-langkah:

- 1) Cari data ΔH°_f masing-masing zat
- 2) Setarakan persamaan reaksi



3) Kalikan harga ΔH_f° dengan koefisien reaksinya

4) Tentukan ΔH° reaksi dengan rumus di atas

Data ΔH_f° untuk masing-masing zat adalah

$\Delta H_f^\circ (\text{NH}_3) = -46,1 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^\circ (\text{O}_2) = 0 \text{ kJ/mol}$;

$\Delta H_f^\circ (\text{NO}_2)(\text{g}) = 34 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^\circ (\text{H}_2\text{O})(\text{g}) = -242 \text{ kJ/mol}$

Persamaan reaksi setara:



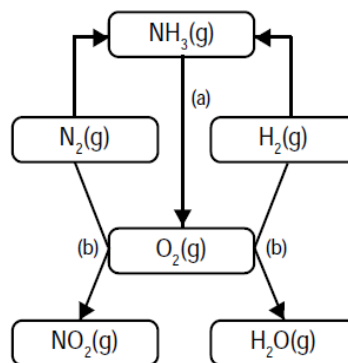
$$\Delta H^\circ_{\text{reaksi}} = \sum \Delta H^\circ(\text{produk}) - \sum \Delta H^\circ(\text{pereaksi})$$

$$= [4(34) + 6(-242)] - [4(-46)]$$

$$= -1132 \text{ kJ/mol}$$

Jadi, pembakaran 4 mol amonia dilepaskan kalor sebesar -1132 kJ/mol.

(tahap reaksi dapat dilihat pada Gambar 2.4)



Gambar 2.4 Diagram tahap-tahap reaksi perubahan amonia.

(Sumber : Whitten_Davis_Pack, *General_Chemistry*)

$\text{NO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ merupakan hasil reaksi sedangkan $\text{NH}_3(\text{g})$ merupakan pereaksi, maka diperoleh persamaan:

$$\Delta H_{\text{reaksi}} = \Delta H_f^\circ \text{ hasil reaksi} - \Delta H_f^\circ \text{ pereaksi}$$

Untuk $\Delta H_f^\circ \text{ O}_2$ tidak berpengaruh terhadap angka karena harga perubahan entalpi unsur sama dengan nol.

d. Perhitungan ΔH reaksi menggunakan data energi ikatan



Reaksi kimia terjadi karena adanya pemutusan atau pembentukan melalui ikatan antar atom penyusunnya. Energi selalu dibutuhkan untuk memecahkan ikatan kimia.

Energi ikatan (EI) adalah jumlah energi yang diperlukan untuk memutuskan 1 mol ikatan tertentu dalam senyawa kovalen dalam bentuk gas membentuk produk atom-atom pada fasa gas pada tekanan dan temperatur konstan.

Jika energi ikatannya besar, maka ikatannya stabil (kuat) dan ikatan sulit untuk diputuskan/dipecah. Jadi energi ikatan merupakan ukuran dari kekuatan ikatannya. Pada Tabel 2.3 ditunjukkan beberapa nilai dari energi ikatan rata-rata.

Tabel 2.3 Beberapa harga energi ikatan

Ikatan	Energi Ikatan kJ mol ⁻¹	Ikatan	Energi Ikatan kJ mol ⁻¹
H – H	436	C – O	350
H – C	415	C = O	741
H – N	390	C – Cl	330
H – F	569	N ≡ N	946
H – Cl	432	O = O	498
H – Br	370	F – F	160
C – C	345	Cl – Cl	243
C = C	611	I – I	150
C – Br	275	Br – Br	190
C ≡ C	837	C ≡ N	891
O – H	464		

Pada Tabel 2.3, energi ikatan H – H = 436 kJ mol⁻¹, berarti untuk memutuskan ikatan H–H menjadi atom-atom H dalam satu mol gas H₂ diperlukan 436 kJ mol⁻¹. Harga energi ikatan dapat dipakai untuk menentukan ΔH suatu reaksi.

$\Delta H_R = \Sigma \text{ energi ikatan yang diputuskan} - \Sigma \text{ energi ikatan yang dibentuk}$

Dengan rumus tersebut dapat pula ditentukan energi ikatan rata-rata suatu molekul dan energi yang diperlukan untuk memutuskan salah satu ikatan atau energi ikatan disosiasi dari suatu molekul.

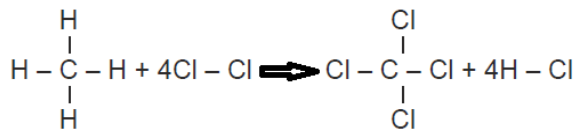
Berikut ini contoh perhitungan ΔH dengan menggunakan harga energi ikatan.

Contoh soal :

Dengan menggunakan harga energi ikatan, hitunglah ΔH reaksi:



Penyelesaian:



Energi ikatan yang diputuskan:

$$4\text{C} - \text{H} = 4 \cdot 415 = 1660 \text{ kJ}$$

$$4\text{Cl} - \text{Cl} = 4 \cdot 243 = 972 \text{ kJ}$$

$$\underline{\quad 2632 \text{ kJ} \quad} +$$

$$\Delta H_{\text{reaksi}} = 2632 \text{ kJ} - 3048 \text{ kJ}$$

$$= -416 \text{ kJ}$$

Energi ikatan yang dibentuk:

$$4\text{C} - \text{Cl} = 4 \cdot 330 = 1320 \text{ kJ}$$

$$4\text{H} - \text{Cl} = 4 \cdot 432 = 1728 \text{ kJ}$$

$$\underline{\quad 3048 \text{ kJ} \quad} +$$

3. Kalor Pembakaran dan Dampak Pembakaran Bahan Bakar

a. Nilai Kalor Bahan bakar

Reaksi kimia yang umum digunakan untuk menghasilkan energi adalah reaksi pembakaran, yaitu suatu reaksi cepat antara bahan bakar dengan oksigen yang disertai terjadinya api. Bahan bakar utama dewasa ini adalah bahan bakar fosil, yaitu gas alam, minyak bumi, dan batu bara. Bahan bakar fosil itu berasal dari pelapukan sisa organisme, baik tumbuhan atau hewan. Pembentukan bahan bakar fosil ini memerlukan waktu ribuan sampai jutaan tahun.

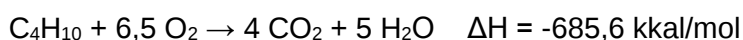
Minyak bumi adalah cairan yang mengandung ratusan macam senyawa, terutama alkana, dari metana hingga yang memiliki atom karbon mencapai lima puluhan. Dari minyak bumi diperoleh bahan bakar LPG (*Liquified Petroleum Gas*), bensin, minyak tanah, kerosin, solar dan lain-lain. Pemisahan komponen minyak bumi itu dilakukan dengan destilasi bertingkat. Adapun batubara adalah bahan bakar padat, yang terutama, terdiri atas hidrokarbon suku tinggi. Batubara dan minyak bumi juga mengandung senyawa dari oksigen, nitrogen, dan belerang. Bahan bakar fosil, terutama minyak bumi, telah digunakan dengan laju yang jauh lebih cepat dari pada proses pembentukannya. Oleh karena itu, dalam waktu yang tidak terlalu lama lagi akan segera habis. Untuk menghemat penggunaan minyak bumi dan untuk mempersiapkan bahan bakar pengganti, telah dikembangkan berbagai bahan bakar lain, misalnya gas sintesis (sin-gas) dan hidrogen. Gas sintesis diperoleh dari gasifikasi batubara. Batubara merupakan bahan bakar fosil yang paling melimpah, yaitu sekitar 90% dari cadangan bahan bakar fosil. Akan tetapi penggunaan bahan bakar batubara menimbulkan berbagai masalah, misalnya dapat menimbulkan polusi udara yang lebih hebat daripada bahan bakar apapun. Karena bentuknya yang padat terdapat keterbatasan penggunaannya. Oleh karena itu, para ahli berupaya



mengubahnya menjadi gas sehingga penggunaannya lebih luwes dan lebih bersih. Gasifikasi batubara dilakukan dengan mereaksikan batubara panas dengan uap air panas. Hasil proses itu berupa campuran gas CO, H₂ dan CH₄.

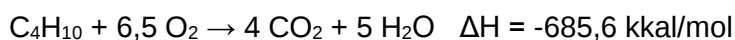
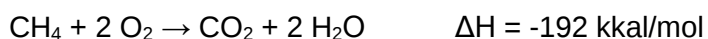
Bahan bakar merupakan sumber energi utama yang dipergunakan dalam kehidupan sehari-hari. Bagaimana bahan bakar dibakar dan menghasilkan energi merupakan hal yang sangat kita butuhkan. Beberapa senyawa yang ada dalam minyak bumi adalah:

- Gas butana yang ada dalam gas elpiji :

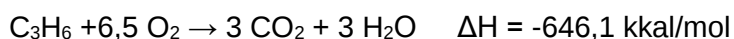
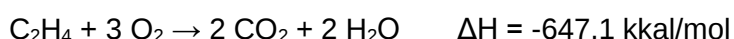


Untuk setiap mol dihasilkan 685,6 kkal, anda dapat mengecek berapa kg gas yang ada di dapur dan kamu dapat menghitung berapa panas yang dihasilkan.

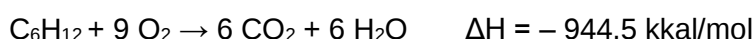
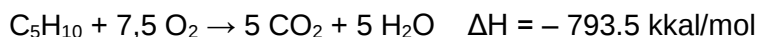
- Parafin :



- Olefin :



- Naften :



Dari data diatas tampak bahwa semakin banyak jumlah atom karbon, semakin besar panas yang dihasilkan yang diindikasikan dengan besarnya ΔH yang dihasilkan. Bensin, minyak tanah, solar, dan LPG merupakan bahan bakar yang banyak digunakan, sebab dari proses pembakarannya menghasilkan energi yang cukup besar.

Selain energi panas, pembakaran ada juga yang menghasilkan energi bunyi dan energi cahaya, seperti kembang api dan petasan.

Kalor pembakaran adalah kalor yang dibebaskan apabila 1 mol bahan bakar terbakar dengan sempurna dalam oksigen berlebih

Kalor pembakaran beberapa bahan bakar dapat dilihat pada Tabel berikut:

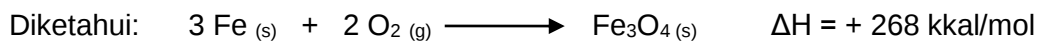
Tabel 2.4. Harga kalor pembakaran beberapa bahan bakar



Bahan Bakar	Rumus	M_r	Kalor Pembakaran (kJ mol^{-1})
Metana	CH_4	16	889
Propana	C_3H_8	44	2217
Butana	C_4H_{10}	58	2874
Isobutana	C_4H_{10}	58	2865
Metanol	CH_3OH	32	725
Etanol	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	46	1364
Bensin	C_8H_{18}	114	5464
Minyak tanah	$\text{C}_{12}\text{H}_{26}$	170	8072

Sumber: Ebbing, General Chemistry

Contoh soal:



Ditanyakan:

- Zat apakah yang dibakar?
- Berapa kalor reaksinya?
- Berapa kalor pembentukkan Fe_3O_4 padat
- Berapa kalor peruraian Fe_3O_4 padat
- Berapa kalor pembakaran Fe_3O_4 padat

Jawab :

- Zat yang dibakar ialah Fe
- kalor reaksinya = 268 kkal
- Kalor pembentukkan $\text{Fe}_3\text{O}_4 = 268 \text{ kkal/mol}$
- Kalor peruraian $\text{Fe}_3\text{O}_4 = -268 \text{ kkal/mol}$
- Kalor pembakaran Fe = $\frac{268}{3} \text{ kkal/mol}$.

Dengan pengetahuan termokimia, dapat membandingkan bahan bakar yang paling efektif dan efisien untuk digunakan sebagai alternatif sumber energi. Untuk mengetahui jenis bahan bakar yang efektif dan efisien sesuai kebutuhan, dapat dilakukan pengujian dengan cara membakar bahan bakar. Kalor yang dilepaskan untuk memanaskan air dan kalor yang diserap oleh air dapat di dihitung.

Efektivitas bahan bakar dapat dibandingkan berdasarkan jumlah kalor dengan volume yang sama. Pada volume yang sama, semakin besar jumlah kalor yang dilepaskan, semakin efektif bahan bakar tersebut untuk digunakan sesuai kebutuhan. Efisiensi bahan bakar dapat dibandingkan berdasarkan jumlah

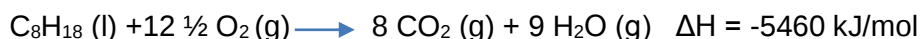


volume dan harga. Untuk volume yang sama, semakin murah harga BBM, semakin efisien BBM tersebut untuk digunakan sesuai kebutuhan. Namun, ada beberapa aspek yang perlu diperhatikan berkaitan dengan penggunaan BBM. Aspek tersebut di antaranya keamanan dan kebersihan lingkungan. Bensin tidak dapat digunakan untuk kebutuhan di rumah sebab bensin mudah menguap sehingga mudah terbakar, yang berdampak pada risiko keamanan. Minyak tanah tidak dapat digunakan untuk kendaraan bermotor sebab sukar terbakar dan bersifat korosif. Akibatnya, jika minyak tanah dipakai untuk kendaraan, mesin sukar dihidupkan dan cepat rusak. Di samping itu, akibat dari sukar terbakar dapat menimbulkan asap yang tebal dan berdampak pada pencemaran lingkungan.

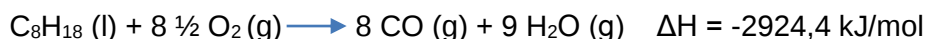
b. Dampak Pembakaran Bahan Bakar

Pembakaran sempurna senyawa hidrokarbon (bahan bakar fosil) membentuk karbon dioksida dan uap air. Sedangkan pembakaran tak sempurna membentuk karbon monoksida dan uap air. Misalnya:

- Pembakaran sempurna isooktana:



- Pembakaran tak sempurna isooktana:



1) Dampak Pembakaran tak Sempurna

Pembakaran tak sempurna menghasilkan lebih sedikit kalor sehingga pembakaran tak sempurna mengurangi efisiensi bahan bakar. Kerugian lain dari pembakaran tak sempurna adalah dihasilkannya gas karbon monoksida (CO), yang bersifat racun. Oleh karena itu, pembakaran tak sempurna akan mencemari udara.

a) Dampak terhadap Lingkungan (Udara dan Iklim)

Dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh sistem transportasi yang tidak “sustainable” dapat dibagi dalam 2 kelompok besar, yaitu dampak terhadap lingkungan udara dan dampak terhadap lingkungan air.

Kualitas udara perkotaan sangat menurun akibat tingginya aktivitas transportasi. Dampak yang timbul meliputi meningkatnya konsentrasi pencemar konservatif yang meliputi:



- Karbon monoksida (CO), Oksida sulfur (SO_x), Oksida nitrogen (NO_x), Hidrokarbon (HC)
- Timbal (Pb)
- Ozon perkotaan (O₃)
- Partikulat (debu) Perubahan kualitas udara perkotaan telah diamati secara menerus di beberapa kota baik oleh Bapedalda maupun oleh BMG.

Secara tidak langsung, kegiatan transportasi akan memberikan dampak terhadap lingkungan air terutama melalui air buangan dari jalan raya. Air yang terbuang dari jalan raya, terutama terbawa oleh air hujan, akan mengandung bocoran bahan bakar dan juga larutan dari pencemar udara yang tercampur dengan air tersebut.

Emisi NO_x (Nitrogen oksida) adalah pelepasan gas NO_x ke udara. Di udara, setengah dari konsentrasi NO_x berasal dari kegiatan manusia (misalnya pembakaran bahan bakar fosil untuk pembangkit listrik dan transportasi), dan sisanya berasal dari proses alami (misalnya kegiatan mikroorganisme yang mengurai zat organik). Di udara, sebagian NO_x tersebut berubah menjadi asam nitrat (HNO₃) yang dapat menyebabkan terjadinya hujan asam.

Emisi SO₂ (Sulfur dioksida) adalah pelepasan gas SO₂ ke udara yang berasal dari pembakaran bahan bakar fosil dan peleburan logam. Seperti kadar NO_x di udara, setengah dari konsentrasi SO₂ juga berasal dari kegiatan manusia. Gas SO₂ yang teremisi ke udara dapat membentuk asam sulfat (H₂SO₄) yang menyebabkan terjadinya hujan asam.

Emisi gas NO_x dan SO₂ ke udara dapat bereaksi dengan uap air di awan dan membentuk asam nitrat (HNO₃) dan asam sulfat (H₂SO₄) yang merupakan asam kuat. Jika dari awan tersebut turun hujan, air hujan tersebut bersifat asam (pH-nya lebih kecil dari 5,6 yang merupakan pH “hujan normal”), yang dikenal sebagai “hujan asam”. Hujan asam menyebabkan tanah dan perairan (danau dan sungai) menjadi asam. Untuk pertanian dan hutan, dengan asamnya tanah akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman produksi. Untuk perairan, hujan asam akan menyebabkan terganggunya makhluk hidup di dalamnya. Selain itu hujan asam secara langsung menyebabkan rusaknya bangunan (karat, lapuk). Smog merupakan pencemaran udara yang disebabkan oleh tingginya kadar gas



NO_x, SO₂, O₃ di udara yang dilepaskan, antara lain oleh kendaraan bermotor, dan kegiatan industri. Smog dapat menimbulkan batuk-batuk dan tentunya dapat menghalangi jangkauan mata dalam memandang.

Emisi CO₂ adalah pemancaran atau pelepasan gas karbon dioksida (CO₂) ke udara. Emisi CO₂ tersebut menyebabkan kadar gas rumah kaca di atmosfer meningkat, sehingga terjadi peningkatan efek rumah kaca dan pemanasan global. CO₂ tersebut menyerap sinar matahari (radiasi inframerah) yang dipantulkan oleh bumi sehingga suhu atmosfer menjadi naik. Hal tersebut dapat mengakibatkan perubahan iklim dan kenaikan permukaan air laut.

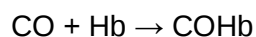
Emisi CH₄ (metana) adalah pelepasan gas CH₄ ke udara yang berasal, antara lain, dari gas bumi yang tidak dibakar, karena unsur utama dari gas bumi adalah gas metana. Metana merupakan salah satu gas rumah kaca yang menyebabkan pemanasan global.

b) Dampak terhadap kesehatan

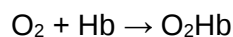
Dampak terhadap kesehatan merupakan dampak lanjutan dari dampak terhadap lingkungan udara. Tingginya kadar timbal dalam udara perkotaan telah mengakibatkan tingginya kadar timbal dalam darah.

1) Gas Karbon monoksida

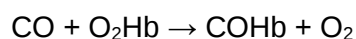
Gas karbon monoksida tidak berwarna dan berbau, sehingga kehadirannya tidak diketahui. Gas karbon monoksida bersifat racun, dapat menimbulkan rasa sakit pada mata, saluran pernapasan, dan paru-paru. Bila masuk ke dalam darah melalui pernapasan, gas karbon monoksida bereaksi dengan hemoglobin darah, membentuk karboksihemoglobin (COHb).



Hemoglobin seharusnya bereaksi dengan oksigen menjadi oksihemoglobin (O₂Hb) dan dibawa ke sel-sel jaringan tubuh yang memerlukan.



Namun, afinitas gas karbon monoksida terhadap hemoglobin sekitar 300 kali lebih besar daripada oksigen. Bahkan hemoglobin yang telah mengikat oksigen dapat diserang oleh gas karbon monoksida.





Jadi, gas karbon monoksida menghalangi fungsi vital hemoglobin untuk membawa oksigen bagi tubuh.

Cara mencegah peningkatan gas karbon monoksida di udara adalah dengan mengurangi penggunaan kendaraan bermotor dan pemasangan pengubah katalitik pada knalpot.

2) Oksida Belerang (SO_2 dan SO_3)

Belerang dioksida yang terhisap pernapasan bereaksi dengan air di dalam saluran pernapasan, membentuk asam sulfat yang dapat merusak jaringan dan menimbulkan rasa sakit. Bila SO_3 terhisap, yang terbentuk adalah asam sulfat (lebih berbahaya). Oksida belerang dapat larut dalam air hujan dan menyebabkan terjadinya hujan asam.

3) Oksida Nitrogen (NO dan NO_2)

Campuran NO dan NO_2 sebagai pencemar udara biasa ditandai dengan lambang NO_x . Ambang batas NO_x di udara adalah 0,05 ppm. NO_x di udara tidak beracun (secara langsung) pada manusia, tetapi NO_x ini bereaksi dengan bahan-bahan pencemar lain dan menimbulkan fenomena asbut (asap-kabut). Asbut menyebabkan berkurangnya daya pandang, iritasi pada mata dan saluran pernapasan, menjadikan tanaman layu, dan menurunkan kualitas materi.

4) Partikel Timah Hitam

Senyawa timbal dari udara dapat mengendap pada tanaman sehingga bahan makanan terkontaminasi. Keracunan timbal yang ringan dapat menyebabkan gejala keracunan timbal seperti sakit kepala, mudah teriritasi, mudah lelah, dan depresi. Keracunan yang lebih hebat menyebabkan kerusakan otak, ginjal, dan hati.

c) Dampak terhadap ekonomi

Dampak terhadap ekonomi akan semakin bertambah dengan terjadinya kemacetan dan tingginya waktu yang dihabiskan dalam perjalanan sehari-hari. Akibat dari tingginya kemacetan dan waktu yang dihabiskan di perjalanan, maka waktu kerja semakin menurun dan akibatnya produktivitas juga berkurang.

c. Merancang Percobaan untuk menentukan Kalor Pembakaran

Nilai kalor atau *heating value* adalah jumlah energi yang dilepaskan pada proses pembakaran per satuan volume atau per satuan massanya. Nilai kalor bahan



bakar menentukan jumlah pemakaian bahan bakar tiap satuan waktu. Makin tinggi nilai kalor bahan bakar menunjukkan bahan bakar tersebut semakin sedikit pemakaian bahan bakar. Nilai kalor bahan bakar ditentukan berdasarkan hasil pengukuran dengan kalorimeter dilakukan dengan membakar bahan bakar dan udara pada temperatur normal, sementara itu dilakukan pengukuran jumlah kalor yang terjadi sampai temperatur dari gas hasil pembakaran turun kembali ke temperatur normal.

Jika benda menerima kalor, maka kalor itu digunakannya untuk menaikkan suhu benda, atau berubah wujud. Benda yang berubah wujud dapat berubah wujud dapat berupa mencair, atau menguap. Kalor hasil pembakaran sempurna disebut sebagai kalor bakar. Perubahan kalor pada suatu reaksi dapat diukur melalui pengukuran perubahan suhu yang terjadi pada reaksi tersebut.

Persamaanya sebagai berikut :

$$q = m \times c \times \Delta T$$

$$q_{\text{kalorimeter}} = C \times \Delta T$$

di mana q = jumlah kalor (J)

m = massa zat (g)

ΔT = perubahan suhu ($^{\circ}\text{K}$)

C = kapasitas kalor ($\text{J}/^{\circ}\text{C}$)

c = kalor jenis ($\text{J}/\text{g}^{\circ}\text{C}$)

Untuk mengukur jumlah kalor (nilai kalori) yang dibebaskan pada pembakaran sempurna (dalam O_2 berlebih) suatu senyawa, bahan makanan, bahan bakar atau khusus digunakan untuk menentukan kalor dari reaksi-reaksi pembakaran dengan menggunakan Kalorimeter bom

Reaksi pembakaran yang terjadi di dalam bom, akan menghasilkan kalor dan diserap oleh air dan bom. Dalam kalorimeter bom, kalor yang terlibat pada tekanan tetap diikuti oleh perubahan energi dalam sistem ($\Delta u = q_v$). Oleh karena tidak ada kalor yang terbuang ke lingkungan, maka:

$$q_{\text{reaksi}} = - (q_{\text{air}} + q_{\text{bom}})$$

Jumlah kalor yang diserap oleh air dapat dihitung dengan rumus :

$$q_{\text{air}} = m \times c \times T \quad (2.3)$$

dengan:

m = massa air dalam kalorimeter (g)



c = kalor jenis air dalam kalorimeter (J/kg) atau (J/kg.K)

T = perubahan suhu (atau K).

Jumlah kalor yang diserap oleh bom dapat dihitung dengan rumus:

$$q_{\text{bom}} = C_{\text{bom}} \times T$$

dengan : C_{bom} = kapasitas kalor bom (J/g) atau (J/K)

T = perubahan suhu (K)

Efektivitas bahan bakar dapat dibandingkan berdasarkan jumlah kalor dengan volume yang sama. Pada volume yang sama, semakin besar jumlah kalor yang dilepaskan, semakin efektif bahan bakar tersebut untuk digunakan sesuai kebutuhan. Efisiensi bahan bakar dapat dibandingkan berdasarkan jumlah volume dan harga. Untuk volume yang sama, semakin murah harga BBM, semakin efisien BBM tersebut untuk digunakan sesuai kebutuhan. Namun, ada beberapa aspek yang perlu diperhatikan berkaitan dengan penggunaan BBM. Aspek tersebut di antaranya keamanan dan kebersihan lingkungan. Bensin tidak dapat digunakan untuk kebutuhan di rumah sebab bensin mudah menguap sehingga mudah terbakar, yang berdampak pada risiko keamanan. Minyak tanah tidak dapat digunakan untuk kendaraan bermotor sebab sukar terbakar dan bersifat korosif. Akibatnya, jika minyak tanah dipakai untuk kendaraan, mesin sukar dihidupkan dan cepat rusak. Di samping itu, akibat dari sukar terbakar dapat menimbulkan asap yang tebal dan berdampak pada pencemaran lingkungan



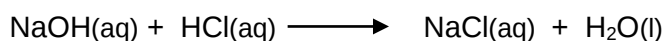
D. Aktivitas Pembelajaran

Lembar Kegiatan 1

PENENTUAN PERUBAHAN ENTALPI REAKSI DENGAN KALORIMETER SEDERHANA

I. Tujuan :

Pada eksperimen ini akan ditentukan perubahan entalpi pada reaksi antara larutan natrium hidroksida dengan larutan asam klorida yang menghasilkan satu mol air.



II. Alat dan bahan:

Alat dan bahan	Ukuran/satuan	Jumlah
Kalorimeter sederhana	200 cm ³	1
Gelas ukur	50 cm ³	2
Termometer	0 – 100 °C	1
Larutan Natrium hidroksida	0,1 M	25 mL
Larutan asam klorida	0,1 M	25 mL

III. Cara Kerja :

1. Masukkan 25 mL larutan NaOH 0,1 M ke dalam kalorimeter dan masukkan 50 mL larutan HCl 0,1 M ke dalam gelas/gelas ukur.
2. Ukur suhu masing-masing larutan itu. Termometer harus dibersihkan dan di keringkan sebelum di pindahkan dari satu larutan ke larutan yang lain. Jika suhu kedua larutan berbeda, tentukan suhu rata-rata (ini sebagai suhu awal).
3. Masukkan larutan HCl ke dalam kalorimeter yang telah berisi NaOH. Tutup kalorimeter dan aduk larutan dengan pengaduk, sambil mengamati perubahan suhu pada termometer. Catat suhu tertinggi/terendah yang terbaca pada termometer.



Larutan	Suhu larutan	Suhu rata-rata
1. Larutan NaOH		
2. Larutan HCl		
3. Larutan NaOH + HCl		

IV. Pertanyaan :

1. Reaksi yang terjadi tergolong reaksi eksoterm atau endoterm?
2. Hitunglah kalor reaksi permol NaOH. Asumsikan kalor jenis larutan = kalor jenis air = $4,18 \text{ J/g}^{\circ}\text{C}$, dan massa jenis larutan 1 g/cm^3 . Kapasitas kalorimeter = 0,
3. Berapa perubahan entalpi reaksi?
4. Tuliskan persamaan termokimianya.



Lembar Kegiatan 2.

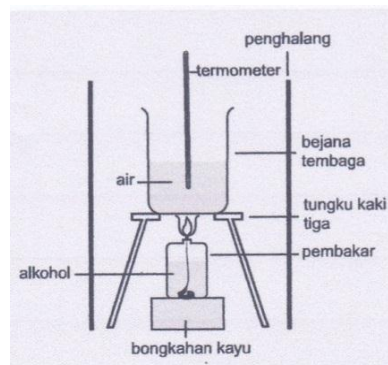
PENENTUAN KALOR PEMBAKARAN ETANOL

I. Tujuan

Menentukan kalor pembakaran etanol

II. Cara kerja

1. Masukkan 100 mL air ke dalam bejana dari tembaga, ukur suhu awal air.
2. Masukkan 100 mL etanol ke dalam pembakar, timbang etanol dengan alat pembakar.
3. Susun alat seperti gambar di samping.
4. Nyalakan pembakar sampai suhu air naik dari 30°C menjadi 60°C.



III. Data Pengamatan:

Suhu awal air = 30°C

Suhu akhir air = 60°C

Perubahan suhu air = 30°C

Massa air = 100 gram

Massa etanol dengan pembakar mula-mula = m₁ gram

Massa etanol dengan pembakar akhir = m₂ gram

Massa etanol yang digunakan = (m₁ – m₂) gram

IV. Cara Perhitungan

Kalor yang diserap = m. c. Δt



$$= 100 \text{ g} \cdot 4,2 \cdot \text{Jg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \cdot 30 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$= 12.600 \text{ J} = 12,6 \text{ kJ}$$

Menghitung kalor pembakaran etanol :

$$\left[\frac{m_1 - m_2}{46} \right] \text{ mol etanol, membebaskan } 12,60 \text{ kJ}$$

$$1 \text{ mol etanol} = \left[\frac{12,6 \text{ kJ} \times 46}{m_1 - m_2} \right] \text{ kJ mol}^{-1}$$

Kegiatan ke 3

Penentuan Kalor Reaksi Berbagai bahan Bakar

I. Tujuan

Menentukan kalor yang efektif dan efisien dilepaskan oleh bahan bakar minyak (BBM)

II. Alat dan Bahan

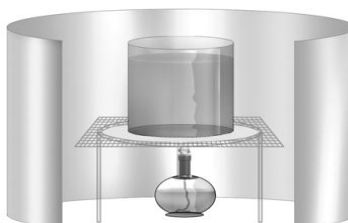
Alat	Bahan
1. Kaleng bekas	1. Air (H ₂ O)
2. Lembaran seng/aluminium	2. Alkohol
3. Pembakar	3. Minyak tanah
4. kaki tiga dan kasa	4. Bensin
	5. Solar
	6. Spiritus

III. Langkah Kerja

1. Sediakan kaleng bekas obat nyamuk dan potong bagian atasnya.
2. Sediakan lembaran seng atau aluminium dan dilipat seperti pipa atau kotak untuk menutupi pembakaran (berguna untuk mengurangi panas yang hilang akibat radiasi).
3. Susun alat-alat seperti gambar di bawah.
4. Masukkan 100 g air ke dalam kaleng bekas.
5. Masukkan 20 g bahan bakar yang akan diukur kalornya ke dalam pembakar.



6. Nyalakan pembakar dan tutup dengan kotak seng, agar panas yang terjadi tidak hilang.



BBM	$\Delta H(\text{J g}^{-1})$	Volume BBM terbakar (mL)	Harga per Liter/ (Rupiah)
Alkohol			
Minyak Tanah			
Bensin			
Solar			
Spiritus			
LPG			

IV. Pertanyaan

1. Hitung kalor yang diserap kaleng dan kalor yang diserap oleh air, kemudian hitung kalor yang dilepaskan oleh BBM!
2. Manakah yang lebih efektif dan efisien untuk keperluan di rumah?
3. Manakah yang lebih efektif dan efisien untuk keperluan kendaraan bermotor?

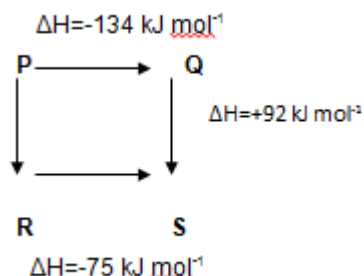
E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Diketahui persamaan termokimia reaksi pembentukan Fe_2O_3 dan CO_2 .
$$2\text{Fe (s)} + 3/2\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)} \quad \Delta H = -822\text{ kJ/mol}$$
$$\text{C(s)} + 1/2\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CO(g)} \quad \Delta H = -110\text{ kJ/mol}$$
Berapakah perubahan entalpi untuk reaksi berikut ini?
$$\text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)} + 3\text{C(g)} \rightarrow 2\text{Fe(s)} + 3\text{CO(g)} \quad \Delta H = \dots\text{ kJ/mol}$$

A. + 712 kJ/mol
B. + 492 kJ/mol
C. - 492 kJ/mol
D. - 712 kJ/mol
2. Diketahui persamaan termokimia sebagai berikut:
$$\text{Mg} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MgO} + \text{H}_2 \quad \Delta H = a\text{ kJ}$$
$$\text{H}_2 + 1/2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} \quad \Delta H = b\text{ kJ}$$
$$2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO} \quad \Delta H = c\text{ kJ}$$
Menurut hukum Hess,
A. $2a = c - 2b$
B. $a = 2b + 2c$
C. $2c = a + 2b$
D. $2b = 2c + a$
3. Jika data entalpi pembentukan standar:
 $\text{C}_3\text{H}_8\text{(g)} = -104\text{ kJ/mol}$; $\text{CO}_2\text{(g)} = -394\text{ kJ/mol}$;
 $\text{H}_2\text{O(l)} = -286\text{ kJ/mol}$
Harga ΔH untuk pembakaran propana:
$$\text{C}_3\text{H}_8\text{(g)} + 5\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 3\text{CO}_2\text{(g)} + 4\text{H}_2\text{O(l)}$$
adalah
A. -1.034 kJ
B. -1.121 kJ
C. -1.134 kJ
D. -2.222 kJ
4. Jika ΔH° pembakaran $\text{C}_4\text{H}_8\text{(g)} = x\text{ kJ/mol}$, ΔH° reaksi: $2\text{C}_2\text{H}_4\text{(g)} \rightarrow \text{C}_4\text{H}_8\text{(g)}$ memiliki $\Delta H = y\text{ kJ/mol}$, maka ΔH° pembakaran $\text{C}_2\text{H}_4\text{(g)}$ adalah
A. $(x+y)/2$
B. $(y-x)/2$
C. $x + (y/2)$
D. $(x/2) + y$



5. Perhatikan diagram perubahan energi dan pernyataan-pernyataan berikut ini:



Pernyataan:

1. Perubahan entalpi dari reaksi $P \rightarrow R$ adalah -33 kJ mol^{-1}
2. Perubahan entalpi dari reaksi $R \rightarrow Q$ adalah endotermik
3. Perubahan entalpi dari reaksi $S \rightarrow P$ adalah 42 kJ mol^{-1}

Dari data diagram dan pernyataan di atas maka yang benar adalah pernyataan-pernyataan

- | | |
|------------|------|
| A. 1 dan 2 | C. 3 |
| B. 2 dan 3 | D. 1 |

F. Rangkuman

Entalpi pembentukan standar adalah perubahan entalpi pembentukan 1 mol senyawa dari unsur-unsurnya pada 273K dan 1 atm. Pengukuran ΔH reaksi dapat dilakukan melalui percobaan menggunakan kalorimeter, dengan cara mengukur suhu sebelum dan sesudah reaksi. Senyawa yang tidak dapat ditentukan ΔH° -nya melalui percobaan dapat dihitung menggunakan hukum Hess dan data ΔH° pembentukan.

Hukum Hess menyatakan bahwa perubahan entalpi hanya ditentukan oleh keadaan awal dan akhir, dan tidak bergantung pada proses reaksi. Perhitungan perubahan entalpi reaksi dapat ditentukan berdasarkan data perubahan entalpi pembentukan standar.

Perubahan entalpi dapat ditentukan dari perubahan entalpi standar yang terdapat dalam handbook, menggunakan rumus: $\Delta H_{\text{Reaksi}} = \sum \Delta H_f \text{ Produk} - \sum \Delta H_f \text{ Pereaksi}$. Perubahan entalpi reaksi dapat juga ditentukan dari data energi ikatan rata-rata, melalui persamaan: $\Delta H = \sum D(\text{pemutusan ikatan}) - \sum D(\text{pembentukan ikatan})$.



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%, 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 3:

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI LAJU REAKSI DAN PERSAMAAN REAKSI

Melarutkan gula akan lebih cepat menggunakan air panas dibandingkan dengan air dingin. Melarutkan obat lebih mudah dalam keadaan serbuk dibandingkan dalam bentuk tablet.



Gambar 3.1. Makanan dalam lemari es tetap segar

Mengapa makanan disimpan di lemari es? Suhu atau temperatur ruangan merupakan salah satu faktor yang menyebabkan pembusukan pada makanan. Hal-hal yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari ini merupakan contoh dari proses dalam konsep laju reaksi.

Pada modul sebelumnya telah diuraikan mengenai konsep laju reaksi dan teori tumbukan yang menyebabkan terjadinya reaksi, pada modul ini akan diuraikan mengenai faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi laju reaksi

Faktor yang mempengaruhi laju reaksi terdiri dari luas permukaan sentuhan, suhu, konsentrasi dan katalis. Pada modul ini Anda dapat mempelajarinya, selain itu akan diuraikan pula tentang persamaan laju reaksi bagaimana cara menentukan persamaan laju reaksi dan orde reaksi berikut percobaannya. Materi laju reaksi merupakan materi kimia SMA, pada Kurikulum 2013 disajikan di kelas XI semester 1 dengan Kompetensi Dasar (KD) sebagai berikut.

KD dari Kompetensi Inti 3 (KI 3) Aspek Pengetahuan: 3.6 Memahami teori tumbukan (tabrakan) untuk menjelaskan reaksi kimia dan 3.7 Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi dan menentukan orde reaksi berdasarkan data hasil percobaan. KD dari KI 4 aspek Keterampilan: 4.6



Menyajikan hasil pemahaman terhadap teori tumbukan (tabrakan) untuk menjelaskan reaksi kimia dan 4.7 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi dan orde reaksi. Kompetensi guru pada PKB tingkat 3 untuk materi ini adalah “20.1 Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori kimia meliputi struktur, dinamika, energetika dan kinetika serta penerapannya secara fleksibel”

A. Tujuan

Setelah belajar dengan modul ini diharapkan Anda dapat:

1. Memahami faktor –faktor yang mempengaruhi laju reaksi dan grafik-grafik yang menunjukkan data percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi
2. Merancang percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi dengan mengendalikan variable-variabel yang sesuai
3. Memahami penentuan persamaan laju reaksi, orde reaksi dan konstanta laju reaksi

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi yang diharapkan dicapai melalui pada modul ini adalah:

1. Menentukan faktor –faktor yang mempengaruhi laju reaksi berdasarkan data percobaan
2. Menentukan grafik yang menunjukkan faktor luas permukaan sentuhan, konsentrasi, suhu atau katalis pada laju reaksi
3. Mendeskripsikan faktor yang mempengaruhi reaksi berdasarkan data percobaan dalam grafik
4. Merancang percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi
5. Menentukan persamaan laju reaksi berdasarkan data percobaan
6. Menentukan orde reaksi berdasarkan data percobaan laju reaksi
7. Menentukan konstanta laju reaksi berdasarkan data persamaan laju reaksi

C. Uraian Materi

Pada uraian berikut Anda dapat mempelajari kembali faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi, dan percobaannya yang dapat disajikan dalam pembelajaran di kelas yang Anda ampu. Selain itu dipelajari bagaimana cara menentukan persamaan laju reaksi dan konstanta laju melalui percobaan.

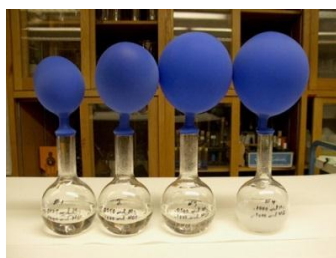


1. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Laju reaksi

Seperti yang telah dibahas pada modul sebelumnya, faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi adalah konsentrasi, suhu, luas permukaan sentuhan dan katalis. Ada berbagai percobaan untuk memahami faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi. Percobaan untuk megkaji setiap faktor ini melibatkan berbagai variabel, seperti variabel manipulasi, variabel respon, dan variabel kontrol.

a. Pengaruh Konsentrasi

Banyak percobaan yang dilakukan untuk menguji pengaruh konsentrasi pada laju reaksi, misalnya dengan membandingkan waktu yang digunakan untuk reaksi antara logam dengan larutan asam yang konsentrasinya berbeda, tentunya harus memperhatikan variabel-variabel eksperimen. Sebagai contoh, reaksi antara logam Mg dengan larutan HCl dengan konsentrasi HCl berbeda-beda 0,5 M, 1 M dan 2 M. Reaksi ini adan menghasilkan gas hidrogen dan kalor.



Gambar 3.2: Reaksi logam Mg dengan HCl dalam konsentrasi yang berbeda

(Sumber: Google Image)

Contoh percobaan lain yang mudah dilakukan adalah dengan mereaksikan larutan HCl dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dengan konsentrasi yang berbeda. Misalnya, larutan HCl 2M dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 M kemudian dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang diencerkan.



Gambar 3.3: Reaksi larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dengan HCl menghasilkan belerang.

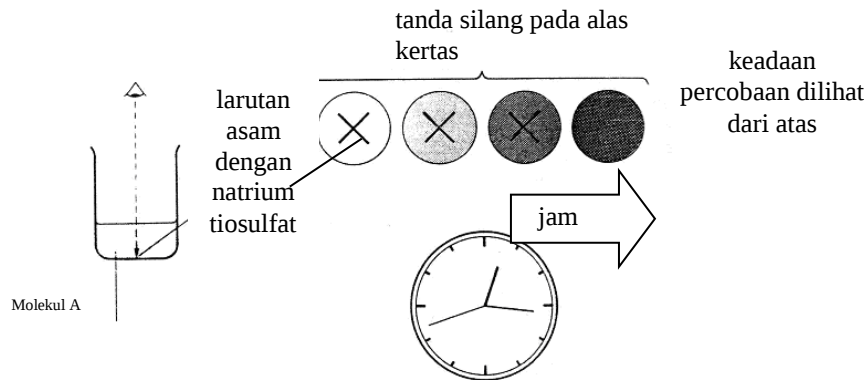
(Sumber: Google Image)

Dengan mengamati waktu yang digunakan sampai logam Mg bereaksi seluruhnya maka kita dapat menentukan bagaimana pengaruh konsentrasi latutan terhadap laju reaksi.

Larutan HCl dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ jika direaksikan akan menghasilkan belerang yang membentuk koloid, sehingga campuran yang mula-mula tidak berwarna lama-lama akan berubah berwarna kuning muda.

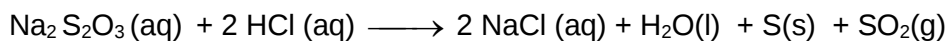


Untuk mempermudah pengamatan, gelas kimia tempat melakukan percobaan disimpan di atas kertas yang diberi tanda silang. Waktu mulai kedua zat tersebut direaksikan sampai tanda silang tidak tampak pada setiap percobaan dicatat. Waktu yang diperlukan reaksi dibandingkan untuk menyimpulkan pengaruh konsentrasi larutan pada laju reaksi. Gambar percobaan adalah sebagai berikut.



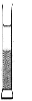
Gambar 3.4 Menentukan waktu sampai tanda silang tidak nampak pada percobaan laju reaksi

Reaksi ini sering digunakan untuk menyelidiki pengaruh konsentrasi terhadap laju reaksi. Persamaan reaksinya :



Pada percobaan ini yang menjadi variabel manipulasi adalah konsentrasi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, variabel responnya waktu dan variabel kontrolnya di antaranya volume pereaksi, gelas kimia yang digunakan untuk mereaksikan.

Hasil pengamatan terhadap reaksi HCl dan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Konsentrasi HCl konstan										
HCl		20 mL		20 mL		20 mL		20 mL		20 mL
Konsentrasi Na ₂ S ₂ O ₃ berkurang										
Na ₂ SO ₃		air		air		air		air		air
	25 mL		25 mL		25 mL		25 mL		25 mL	
Laju reaksi berkurang										



Waktu yang
dibutuhkan
sampai
tanda
silang
menghilang

30 s

37,5 s

50 s

75 s

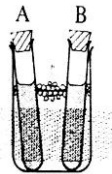
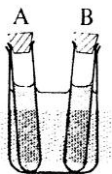
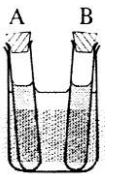
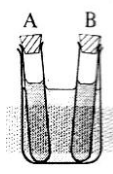
150 s

Semakin encer larutan natrium tiosulfat, semakin lama endapan belerang yang terbentuk. Berdasarkan data tersebut diperoleh kesimpulan semakin besar konsentrasi larutan, laju reaksi semakin cepat.

b. Pengaruh Suhu

Beberapa reaksi berlangsung sangat cepat - sebagai contoh, reaksi pembakaran pada metabolisme makanan, reaksi yang melibatkan ion yang terlarut menjadi zat padat yang tidak larut, atau reaksi antara ion hidrogen dari asam dengan ion hidroksi dari basa di dalam larutan. Akan tetapi ada pula reaksi yang berlangsung lambat seperti perkaratan. Hampir sebagian besar reaksi yang terjadi baik di laboratorium maupun industri akan berlangsung lebih cepat apabila kita memanaskannya. Larutan HCl dan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dapat digunakan untuk mengamati pengaruh suhu pada laju reaksi. Percobaan dilakukan dengan memanaskan kedua larutan pada suhu yang berbeda kemudian direaksikan pada wadah yang bagian bawahnya diberi tanda silang dan dicatat waktu sampai tanda silang menghilang.

Data percobaan reaksi antara larutan HCl dan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ pada suhu yang berbeda-beda adalah sebagai berikut.

Pereaksi dichelupkan di dalam gelas kimia lalu dicampurkan dalam gelas kimia lainnya				
Temperatur	10°C	20°C	40°C	80°C
Waktu sampai tanda hitam menghilang	100 s	40 s	15 s	3 s

A. = larutan HCl, B= larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$



Berdasarkan data tersebut, dapat dilihat reaksi yang berlangsung pada suhu campuran 10°C waktu yang diperlukan 100 detik, kemudian reaksi pada suhu 20°C reaksi semakin cepat, yaitu 40 detik saja. Dari data ini dapat ditafsirkan bahwa jika suhu dinaikkan, laju reaksi makin cepat. Umumnya, laju reaksi akan menjadi dua kali lebih cepat dari semula untuk setiap kenaikan temperatur 10°C. Perkiraan ini bukan keadaan yang mutlak dan tidak bisa diterapkan pada seluruh reaksi.

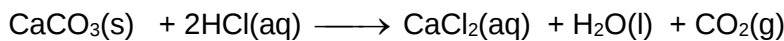
c. Pengaruh Luas Permukaan Sentuhan



Di laboratorium reaksi kalsium karbonat dengan HCl sering digunakan untuk percobaan pengaruh luas permukaan terhadap laju reaksi. Ternyata dalam bentuk bubuk atau butiran-butiran kecil kalsium karbonat bereaksi lebih cepat dengan larutan asam klorida dibandingkan dengan bentuk batu pualam untuk massa yang sama.

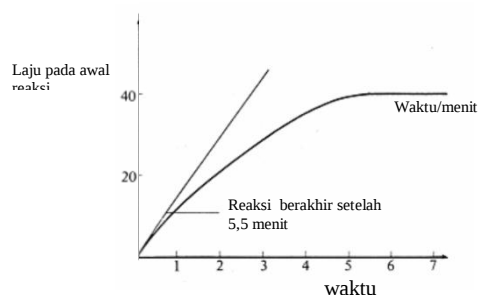
Gambar 3.5 reaksi kalsium karbonat dengan HCl

(Sumber: Davis, Peck et al 2010)

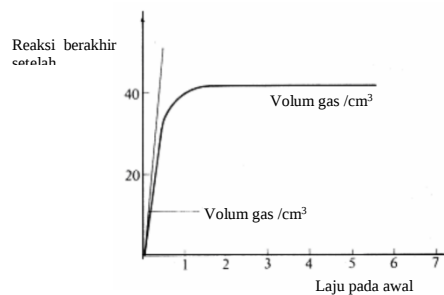


Data percobaan pengaruh luas permukaan sentuhan terhadap laju reaksi dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 3.6.

Bongkahan batu pualam



Serbuk pualam



Gambar 3.6 (a) Grafik reaksi batu pualam bongkahan dengan HCl. (b) Grafik reaksi batu pualam serbuk dengan HCl

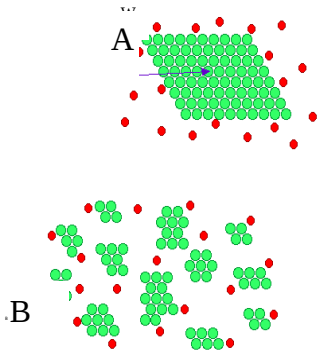
(sumber: Michael and Guy, 1997)

Pada grafik di atas, gas yang terbentuk sebanyak 40 mL. Pada reaksi antara larutan asam dengan batu pualam, serbuk seluruh gas terbentuk dalam waktu



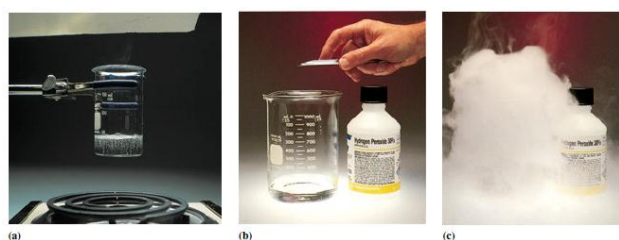
1,5 menit, sedangkan pada reaksi asam klorida dengan bongkahan batu pualam gas terbentuk setelah 5,5 menit, berarti semakin luas permukaan pualam, reaksi semakin cepat. Bagaimana luas permukaan sentuhan dapat mempengaruhi laju reaksi?

Perhatikan diagram reaksi antara logam magnesium dengan larutan asam seperti asam klorida dengan reaksi: $\text{Mg}_{(s)} + 2 \text{H}^{+}_{(aq)} \longrightarrow \text{Mg}^{2+}_{(aq)} + \text{H}_{2(g)}$

 Gambar 3.7 Tumbukan antara ion hidrogen dengan logam magnesium	A. Ion hidrogen dapat menumbuk lapisan logam magnesium di bagian luar tetapi tidak dapat menumbuk lapisan logam magnesium di bagian dalam B. Jika logam magnesium dipecahkan menjadi beberapa bagian, maka ion hidrogen yang menumbuk lapisan atom magnesium akan lebih banyak
---	--

d. Pengaruh Katalis

Di laboratorium pengaruh katalis terhadap laju reaksi dapat ditunjukkan dibuktikan dengan berbagai percobaan. Di antaranya pengaruh katalis pada penguraian H_2O_2 seperti pada gambar berikut.



Gambar 3.8 Kerja katalis oksida logam transisi pada penguraian H_2O_2
(Sumber: Davis, Peck, et al., 2010)

Larutan H_2O_2 30% pada suhu kamar dengan perlahan terurai menjadi H_2O dan O_2 . Jika pada larutan H_2O_2 ditambahkan sedikit oksida logam transisi (senyawa ini merupakan katalis reaksi penguraian H_2O_2), reaksi berlangsung cepat dan panas dari reaksi eksoterm mendidihkan air sampai menghasilkan uap. Setelah bereaksi senyawa oksida logam transisi akan nampak kembali. Ini menunjukkan bahwa katalis tidak ikut bereaksi tetapi hanya mempercepat laju reaksi.



Berdasarkan percobaan ini, maka dapat disimpulkan bahwa katalis adalah zat yang dapat mempercepat suatu reaksi tanpa ikut bereaksi secara permanen.

2. Persamaan Laju dan Orde Reaksi

Pada umumnya hubungan antara laju reaksi dengan konsentrasi zat-zat pereaksi hanya diturunkan dari data eksperimen. Persamaan laju reaksi dirumuskan sebagai perkalian konsentrasi zat-zat pereaksi dipangkatkan suatu bilangan dan dikalikan suatu konstanta laju reaksi. Bilangan pangkat yang menyatakan hubungan konsentrasi zat pereaksi dengan laju reaksi disebut orde reaksi. Untuk reaksi $aA + bB \longrightarrow cC + dD$, persamaan laju reaksi ditulis:

$$r = k[A]^m [B]^n$$

dengan keterangan:

r = laju reaksi

k = konstanta laju reaksi

$[A]$ = konsentrasi zat A dalam mol per liter (dalam cairan) atau tekanan (dalam gas)

$[B]$ = konsentrasi zat B dalam mol per liter (dalam cairan) atau tekanan (dalam gas)

m = orde reaksi terhadap zat A

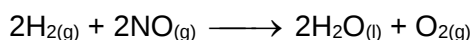
n = orde reaksi terhadap zat B

Beberapa contoh reaksi dan hukum laju reaksi yang diperoleh dari hasil eksperimen dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Contoh beberapa reaksi dan rumus laju reaksinya

Reaksi	Hukum Laju Reaksi (dari eksperimen)
$2H_2(g) + 2NO(g) \longrightarrow 2H_2O(g) + N_2(g)$	$r = k[H_2].[NO]^2$
$H_2(g) + I_2(g) \longrightarrow 2HI(g)$	$r = k[H_2].[I_2]$
$3NO(g) \longrightarrow N_2O(g) + NO_2(g)$	$r = k[NO]^2$
$2H_2O_2(aq) \longrightarrow 2H_2O(l) + O_2(g)$	$r = .[H_2O_2]^2$
$2NO_2(g) + F_2(g) \longrightarrow 2NO_2F(g)$	$r = k[NO_2][F_2]$

Orde reaksi dapat ditentukan dari persamaan laju reaksi. Misalnya, pada reaksi



dengan persamaan laju reaksi $r = k[H_2][NO]^2$. Orde reaksi terhadap H_2 = orde 1, orde reaksi terhadap NO = orde 2, dan orde reaksi total adalah tiga. Konstanta laju reaksi bergantung pada jenis reaksi dan temperatur, artinya bila temperatur berubah, maka nilai k juga berubah.

a. Penentuan Persamaan Laju Reaksi dari Data Hasil Eksperimen



Persamaan laju reaksi dapat ditentukan setelah orde reaksi diketahui. Contoh penentuan orde reaksi dan persamaan laju adalah sebagai berikut.

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



Percobaan	[NO] M	[H ₂] M	Laju pada awal reaksi (Ms ⁻¹)
1	5,0 x 10 ⁻³	2,0 x 10 ⁻³	1,3 x 10 ⁻⁵
2	10,0 x 10 ⁻³	2,0 x 10 ⁻³	5,0 x 10 ⁻⁵
3	10,0 x 10 ⁻³	4,0 x 10 ⁻³	10,0 x 10 ⁻⁵

- 1) Tentukan rumus persamaan laju reaksi!
- 2) Tentukan konstanta laju!
- 3) Tentukan laju reaksi pada [NO] = 12,0 x 10⁻³ M dan [H₂] = 6,0 x 10⁻³ M

Pemecahan Soal :

Misalnya persamaan laju reaksi tersebut adalah $r = k [\text{NO}]^m [\text{H}_2]^n$

- 1) Untuk menentukan orde reaksi NO misalnya pilih reaksi no 1 dan 2

$$\frac{\text{laju}_1}{\text{laju}_2} = \frac{5,0 \times 10^{-5} \text{ M/s}}{1,3 \times 10^{-5} \text{ M/s}} \approx 4 = \frac{k (10,0 \times 10^{-3} \text{ M})^m (2,0 \times 10^{-3} \text{ M})^n}{k (5,0 \times 10^{-3} \text{ M})^m (2,0 \times 10^{-3} \text{ M})^n}$$

$$4 = 2^m, \quad m = 2$$

Maka orde reaksi untuk NO = 2

Untuk menentukan orde reaksi H₂ pilih reaksi no 3 dan 2

$$\frac{\text{laju}_3}{\text{laju}_2} = \frac{10,0 \times 10^{-5} \text{ M/s}}{5,0 \times 10^{-5} \text{ M/s}} \approx 2 = \frac{k (10,0 \times 10^{-3} \text{ M})^m (4,0 \times 10^{-3} \text{ M})^n}{k (10,0 \times 10^{-3} \text{ M})^m (2,0 \times 10^{-3} \text{ M})^n}$$

$$2 = 2^n, \quad n = 1$$

Maka orde reaksi untuk H₂ = 1

Persamaan laju reaksi : $r = k. [\text{NO}]^2. [\text{H}_2]$

Orde reaksi total adalah 2+1= 3

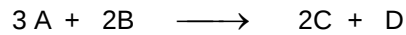
- 2) Konstanta laju reaksi dapat dihitung dengan menggunakan data dari salah satu percobaan. Rumus konstanta laju dapat ditulis $k = \frac{\text{laju}}{[\text{NO}]^2 [\text{H}_2]} = 2,5 \times 10^2 / \text{M}^2 \cdot \text{s}$

- 3) Dengan menggunakan harga konstanta, maka laju reaksi pada konsentrasi NO dan H₂ tersebut adalah:

$$\text{laju reaksi} = (2,5 \times 10^2 / \text{M}^2 \cdot \text{s}) \cdot (12,0 \times 10^{-3} \text{ M})^2 (6,0 \times 10^{-3} \text{ M}) = 2,16 \times 10^{-4} \text{ M/s}$$



Data laju reaksi antara senyawa A dan B yang menghasilkan C dan D tertera pada tabel berikut.



Percobaan	[A] M	[B] M	Laju pada awal reaksi (Mm ⁻¹)
1	1,00 x 10 ⁻²	1,00 x 10 ⁻²	6,00 x 10 ⁻³
2	2,00 x 10 ⁻²	3,00 x 10 ⁻²	1,44 x 10 ⁻¹
3	1,00 x 10 ⁻²	2,00 x 10 ⁻²	1,20 x 10 ⁻²

Tentukan hukum laju reaksi?

Pemecahan Soal :

Misalnya persamaan laju reaksi tersebut adalah $r = k [A]^m [B]^n$

Menentukan orde reaksi terhadap B

$$\frac{\text{laju}_3}{\text{laju}_2} = \frac{k[A]_3^m [B]_3^n}{k[A]_1^m [B]_1^n} =$$

$$\frac{1,20 \times 10^{-2} \text{ M} \cdot \text{min}^{-1}}{6,00 \times 10^{-3} \text{ M} \cdot \text{min}^{-1}} = \left[\frac{1,00 \times 10^{-2} \text{ M}}{1,00 \times 10^{-2} \text{ M}} \right]^m \left[\frac{2,00 \times 10^{-2} \text{ M}}{1,00 \times 10^{-2} \text{ M}} \right]^n$$

$$2,0 = 2,0^n, \quad n = 1$$

Maka orde reaksi untuk B = 1

Untuk menentukan orde reaksi A pilih reaksi 1 dan 2

$$\frac{\text{laju}_2}{\text{laju}_1} = \frac{k[A]_2^m [B]_2^n}{k[A]_1^m [B]_1^n} = \frac{1,44 \times 10^{-1} \text{ M} \cdot \text{min}^{-1}}{6,00 \times 10^{-3} \text{ M} \cdot \text{min}^{-1}} = \left[\frac{2,00 \times 10^{-2} \text{ M}}{1,00 \times 10^{-2} \text{ M}} \right]^m \left[\frac{3,00 \times 10^{-2} \text{ M}}{1,00 \times 10^{-2} \text{ M}} \right]^1$$

$$24,0 = (2,00)^m (3,00) \quad \text{atau} \quad 8,00 = (2,00)^m \quad m = 3$$

Persamaan laju reaksi : $r = k [A]^3 [B]$

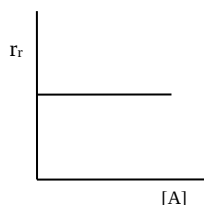
b. Penentuan Orde Reaksi Secara Grafik

Orde reaksi dapat juga ditentukan dari data percobaan yang digambarkan dengan grafik.

1) Grafik Orde Nol



Pada orde nol, laju reaksi tidak dipengaruhi oleh besarnya konsentrasi pereaksi. Persamaan laju reaksinya ditulis: $r_r = k \cdot [A]^0$. Grafik reaksi orde nol adalah sebagai berikut

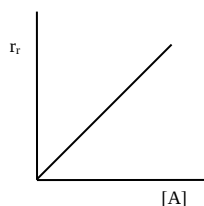


Bilangan dipangkatkan nol sama dengan satu sehingga persamaan laju reaksi menjadi: $r_r = k$. Jadi, reaksi dengan laju tetap mempunyai orde reaksi nol.

Gambar 3.9 Grafik orde nol

2) Grafik Orde Satu

Pada reaksi orde satu, laju reaksi dipengaruhi oleh besarnya konsentrasi pereaksi. Persamaan laju reaksi ditulis : $r = k/[A]^1$. Grafik reaksi orde satu adalah sebagai berikut.

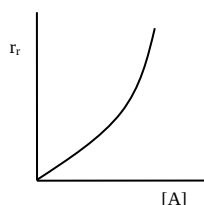


Persamaan reaksi orde satu merupakan persamaan linier berarti laju reaksi berbanding lurus terhadap konsentrasi pereaksinya. Contoh, jika konsentrasi pereaksinya dinaikkan misalnya 4 kali, maka laju reaksi akan menjadi 4^1 atau 4 kali lebih besar.

Gambar 3.10 Grafik orde satu

3) Grafik Orde Dua

Pada reaksi orde dua, persamaan laju reaksi ditulis: $r = k \cdot [A]^2$. Grafik reaksi orde dua adalah sebagai berikut.



Pada suatu reaksi orde dua, laju reaksi berubah secara kuadrat terhadap perubahan konsentrasinya. Apabila konsentrasi zat A dinaikkan misalnya 2 kali, maka laju reaksi akan menjadi 2^2 atau 4 kali lebih besar.

Gambar 3.11 Grafik orde Dua

D. Aktivitas Pembelajaran



Setelah mengkaji materi tentang faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi dan persamaan laju reaksi, Anda dapat mempelajari kegiatan eksperimen dan non 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. Berdasarkan uji coba eksperimen ini. Silahkan Anda merancang kembali sesuai dengan kondisi sekolah anda.

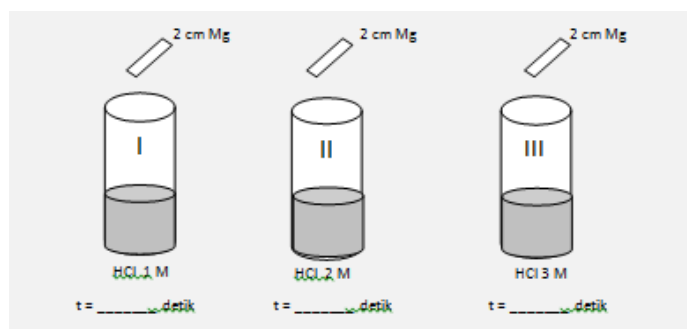
Lembar Kerja 1.

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI LAJU REAKSI

Untuk menyelidiki faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi Anda dapat merancang eksperimen atau melakukan percobaan sesuai dengan petunjuk percobaan berikut.

1. Pengaruh Konsentrasi pada Laju Reaksi

Untuk mempelajari pengaruh konsentrasi, lakukan percobaan berikut. Reaksikan logam Mg dengan larutan HCl sesuai dengan gambar, catat waktunya sampai logam Mg habis bereaksi pada setiap tabung!



Pengamatan:

Percobaan	Gejala yang terjadi	Waktu Reaksi
1		
2		
3		

Berdasarkan percobaan di atas jawablah pertanyaan berikut!

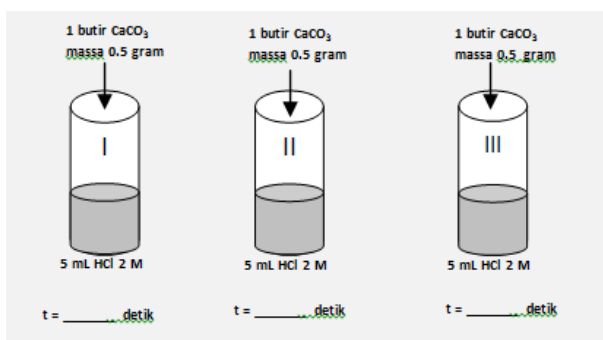
Soal	Penyelesaian
------	--------------



1. Tulis persamaan reaksi yang terjadi!	
2. Jelaskan pengaruh konsentrasi terhadap laju reaksi!	
3. Tentukan variabel manipulasi respon dan kontrol pada percobaan di atas!	

2. Pengaruh Luas Permukaan Sentuhan pada Laju Reaksi

Untuk mempelajari pengaruh luas permukaan sentuhan, rancanglah percobaan reaksi antara larutan HCl dengan batu pualam, CaCO_3 dalam berbagai bentuk sesuai dengan gambar. Catat waktunya saat penambahan CaCO_3 sampai habis bereaksi!



Pengamatan :

Percobaan	Gejala yang terjadi	Waktu Reaksi
1		
2		
3		

Pertanyaan :

Berdasarkan percobaan di atas, jawablah pertanyaan berikut!

Soal	Jawaban
1. Bandingkan besar luas permukaan CaCO_3 pada percobaan di atas!	
2. Jelaskan pengaruh luas permukaan terhadap laju reaksi!	



3. Tentukan variabel manipulasi respon dan kontrol pada percobaan di atas!	Variabel Manipulasi:..... Variabel Respon:..... Variabel Kontrol:.....
--	--

3. Pengaruh Suhu pada Laju Reaksi

Pada percobaan ini Anda dapat menyelidiki pengaruh suhu terhadap laju reaksi antara larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dengan larutan HCl .

Alat dan Bahan :

Alat: gelas kimia 100 mL, gelas ukur, termometer

Bahan: Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,2 M dan larutan HCl 2 M

Langkah kerja :

- Buatlah tanda silang dari pulpen pada kertas
- Sediakan 20 cm³ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,2 M dalam gelas kimia, panaskan sampai temperatur 30°C. Letakkan pada kertas bertanda silang.
- Tambahkan 20 cm³ HCl 2 M pada larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Catat waktunya saat penambahan sampai tanda silang pada kertas tidak kelihatan.
- Ulangi percobaan pada temperatur 40 °C dan 50 °C.

Pengamatan :

Percobaan	Temperatur $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	Waktu yang digunakan (detik)
1.		
2.		
3.		

Pertanyaan

Berdasarkan percobaan di atas, jawablah pertanyaan berikut!

Soal	Jawaban
1. Jelaskan pengaruh luas permukaan terhadap laju reaksi!	
2. Tentukan variabel manipulasi respon dan kontrol pada percobaan di atas!	Variabel Manipulasi:..... Variabel Respon:..... Variabel Kontrol:.....
3. Apakah akan terjadi gejala yang sama jika yang dipanaskan adalah larutan asam klorida?	

4. Pengaruh Katalis pada Laju Reaksi



Pada percobaan ini Anda dapat menyelidiki pengaruh katalis pada laju reaksi penguraian H_2O_2 menjadi H_2O dan O_2 .

Alat dan Bahan :

Alat: gelas kimia 100 mL, gelas ukur , pipet tetes

Bahan: Larutan H_2O_2 30 %, larutan NaCl 0,1 M dan FeCl_3 0,1 M

Langkah Kerja :

- Siapkan masing-masing 10 mL H_2O_2 5 % didalam 3 buah gelas kimia ukuran 100 mL
- Tambahkan 1 mL larutan NaCl 0,1 M pada gelas kimia pertama, 1 mL larutan FeCl_3 0,1 M pada gelas kimia kedua. Gelas kimia ketiga sebagai pembanding
- Amati gejala yang terjadi pada gelas kimia pertama, kedua dan ketiga
- Catat hasil pengamatan

Pengamatan :

a. Keadaan awal larutan

H_2O_2	NaCl	FeCl_3

b. Gejala pada saat penambahan penambahan NaCl dan FeCl_3

Percobaan	Gejala yang terjadi
Gelas Kimia Pertama + Larutan NaCl	
Gelas Kimia Kedua + Larutan FeCl_3	

Pertanyaan :

Berdasarkan percobaan di atas, jawablah pertanyaan berikut!

Soal	Jawaban
1. Bandingkan jumlah gas yang terbentuk pada percobaan (1), (2), dan (3)!	
2. Percobaan yang reaksinya berlangsung paling cepat ?	
3. Zat apakah yang mempengaruhinya ?	
4. Apakah zat tersebut berubah pada saat bereaksi ? Jelaskan!	
5. Zat tersebut diberi nama katalis. Apakah yang dimaksud dengan katalis itu ?	

Lembar Kerja 2.



Orde Reaksi dan Persamaan Laju Reaksi

Tujuan percobaan ini adalah untuk menentukan orde reaksi dan persamaan laju reaksi antara asam klorida dengan natrium tiosulfat.

Langkah-langkah :

1. Siapkan larutan 20 mL larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,2 M di dalam gelas kimia dan letakkan di atas kertas yang telah diberi tanda silang tipis
2. Siapkan pula 20 mL larutan HCl 2 M, kemudian tuangkan HCl kedalam larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, catat waktu sampai tanda silang dibawah gelas kimia tidak nampak lagi (dilihat dari atas)
3. Lakukan percobaan dengan mengencerkan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ sesuai dengan tabel pengamatan berikut

Volum (mL)				[$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$] setelah dicampur	Waktu (detik)	Laju $\frac{1}{t}$
HCl 2 M	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,2 M	Air	Campuran			
20	20	-		$\frac{20 \times 0,2}{40}$		
20	15	5				
20	10	10				
20	5	15				

4. Kerjakan percobaan seperti diatas, tetapi konsentrasi yang diubah adalah HCl sesuai dengan tabel pengamatan berikut kemudian buatlah grafik laju reaksi terhadap [$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$] dan [HCl]

Volum (mL)				[HCl] setelah dicampur	Waktu (detik)	Laju $\frac{1}{t}$
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,2 M	HCl 2 M	Air	Campuran			
20	20	-		$\frac{20 \times 2}{40}$		
20	15	5				
20	10	10				
20	5	15				

Pertanyaan:



- 1) Tuliskan persamaan reaksi pada percobaan tersebut!
- 2) Berapa orde reaksi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dan orde reaksi HCl ?
- 3) Bagaimana persamaan laju reaksi tersebut?
- 4) Tentukan variabel-variabel manipulasi, kontrol dan respon yang digunakan pada percobaan tersebut!

E. Latihan/Kasus/Tugas

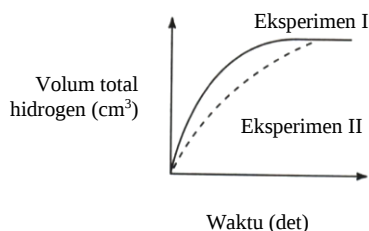
1. Data hasil percobaan untuk reaksi antara zat A dan B adalah sebagai berikut.

No	Zat yang Bereaksi		Suhu.°C	Waktu(dtk)
	A	B		
1	2 gram serbuk	2,0 M	27	10
2	2 gram larutan	2,0 M	27	8
3	2 gram bongkah	2,0 M	27	26
4	2 gram larutan	4,0 M	27	4
5	2 gram larutan	2,0 M	27	4

Berdasarkan data percobaan 1 dan 3 di atas, faktor yang mempengaruhi laju reaksi adalah

- | | |
|----------------|-------------------------|
| A. konsentrasi | C. luas permukaan |
| B. katalis | D. perubahan temperatur |

2. Grafik berikut menunjukkan volum total hidrogen pada kondisi STP yang diplot terhadap waktu reaksi antara asam klorida encer dengan magnesium.



Berikut beberapa pernyataan yang berhubungan dengan grafik di atas.

- 1) Suatu katalis digunakan dalam percobaan I tetapi tidak dalam percobaan II.
- 2) Suhu larutan asam pada percobaan I lebih tinggi daripada percobaan II.

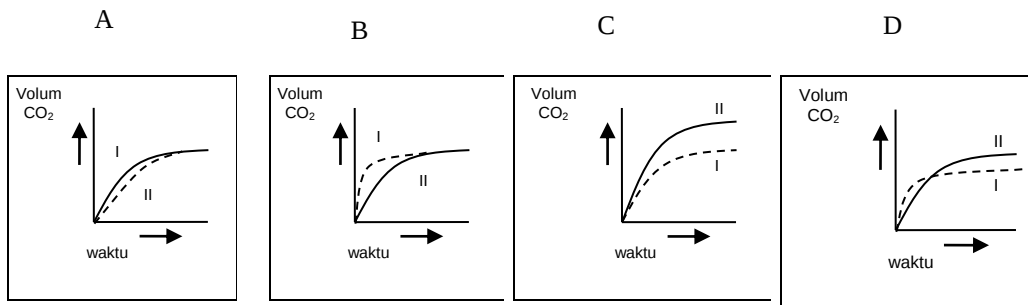


- 3) Dalam percobaan I, magnesium yang digunakan berupa butiran yang ukurannya lebih kecil daripada magnesium yang digunakan pada percobaan II.

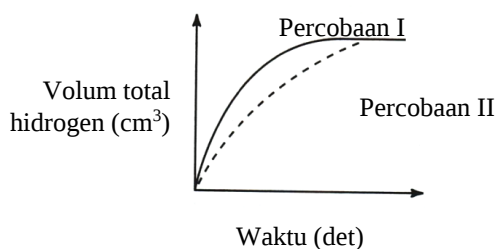
Di antara pernyataan berikut yang **benar** adalah

- A. Pernyataan 1, 2, dan 3 benar C. Hanya pernyataan 1 yang benar
B. Pernyataan 2 dan 3 benar D. Pernyataan 1 dan 2 benar

3. Pada percobaan, reaksi CaCO_3 dengan HCl encer berlebih dilakukan dua kali dengan kondisi yang sama, Pada percobaan pertama (I) CaCO_3 serbuk dan percobaan kedua (II) CaCO_3 berupa keping. Grafik yang sesuai dengan hasil percobaan I dan II dengan grafik....



4. Reaksi akan berlangsung 3 kali lebih cepat dari semula setiap kenaikan 20°C . Jika pada temperatur 30°C suatu reaksi berlangsung 3 menit, maka pada temperatur 70°C reaksi akan berlangsung selama
- A. 60 detik C. 20 detik
B. 30 detik D. 10 detik
5. Grafik berikut menunjukkan grafik volum total hidrogen yang diplot terhadap waktu dari reaksi antara asam klorida encer dengan magnesium.



Pernyataan yang benar berhubungan dengan grafik di atas adalah....



- A. pada percobaan I magnesium yang digunakan berupa serbuk dan pada percobaan II magnesium berupa keping
- B. pada percobaan I tidak menggunakan katalis dan pada percobaan II menggunakan katalis
- C. pada percobaan I suhu larutan HCl 30 °C dan pada percobaan II suhu larutan HCl 50°C
- D. pada percobaan I digunakan larutan HCl 0,5 M dan pada percobaan II digunakan larutan HCl 1.0 M

6. Dalam wadah tertutup senyawa A terurai secara spontan dengan persamaan reaksi. $A \rightarrow B + C$

Di bawah ini diperoleh data laju reaksi sebagai fungsi konsentrasi awal A.

	[A] (mol L ⁻¹)	Laju mol L ⁻¹ s ⁻¹
1.	$4,0 \times 10^{-2}$	$1,02 \times 10^{-9}$
2.	$6,0 \times 10^{-2}$	$1,02 \times 10^{-9}$
3.	$8,0 \times 10^{-2}$	$1,02 \times 10^{-9}$

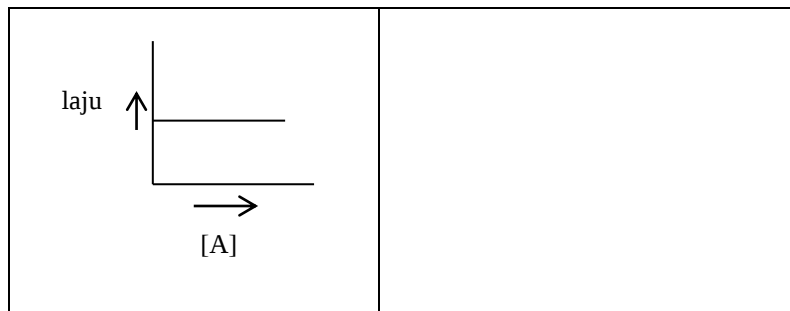
Pernyataan yang benar untuk reaksi di atas adalah....

- A. orde reaksi = 1
 - B. satuan k = s⁻¹
 - C. orde reaksi = 0
 - D. $t_{1/2} = 0,693/k$
7. Pada reaksi $\text{NH}_3(g) + \text{HCl}(g) \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(g)$ pada suhu 75°C diperoleh data sebagai berikut:

Percobaan	[NH ₃] mol/ L	[HCl] mol/L	Laju mol L ⁻¹ detik ⁻¹
1	0.05	0.02	3×10^{-2}
2	0.1	0.02	1.2×10^{-1}
3	0.1	0.06	3.6×10^{-1}

Berapa konstanta laju reaksi untuk reaksi tersebut?

- A. $30 \text{ mol}^{-1}\text{L detik}^{-1}$
 - B. $60 \text{ mol}^{-2}\text{L}^2 \text{ detik}^{-1}$
 - C. $300 \text{ mol}^{-1}\text{L detik}^{-1}$
 - D. $600 \text{ mol}^{-2}\text{L}^2 \text{ detik}^{-1}$
8. Diketahui reaksi $2A + B_2 \longrightarrow 2AB$
- Grafik antara perubahan konsentrasi dan laju reaksi yang diperoleh dari percobaan seorang siswa adalah:



Orde reaksi total untuk reaksi tersebut adalah....

- A. 0
B. 1
C. 2
D. 3

9. Dari beberapa percobaan laju reaksi reaksi

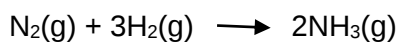
$A + B \longrightarrow C$ menghasilkan data sebagai berikut.

Percobaan	[A] mol/ L	[B] mol/L	Laju awal pembentukan C
1	0,20	0,10	$5,0 \times 10^{-6}$
2	0,30	0,10	$7,5 \times 10^{-6}$
3	0,40	0,20	$4,0 \times 10^{-5}$

Persamaan laju reaksi berdasarkan data tersebut adalah....

- A. $V = k [A] [B]$
B. $V = k [A] [B]^2$
C. $V = k [A]^2 [B]$
D. $V = k [A]^2 [B]^2$

10. Ke dalam ruangan bervolume 10 L direaksikan 0,1 mol gas N_2 dan 0,1 mol gas H_2 dengan persamaan reaksi:



Setelah reaksi berlangsung selama 5 detik, ternyata masih tersisa 0,08 mol gas N_2 . Laju reaksi sesaat berdasarkan gas NH_3 yang terbentuk....

- A. 8×10^{-4} M/s
B. 4×10^{-4} M/s
C. $1,2 \times 10^{-4}$ M/s
D. $2,4 \times 10^{-4}$ M/s



F. Rangkuman

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi laju reaksi adalah temperatur, luas permukaan sentuhan, konsentrasi, dan katalis. Makin tinggi temperatur laju reaksi makin cepat, makin besar luas permukaan sentuhan laju reaksi makin cepat, makin besar konsentrasi, makin cepat laju reaksinya dan laju reaksi makin cepat jika ditambahkan katalis.

Laju reaksi dirumuskan sebagai perkalian konsentrasi zat-zat dalam reaksi dipangkatkan suatu bilangan dan dikalikan suatu konstanta laju reaksi.

Persamaan laju reaksi untuk reaksi $aA + bB \rightarrow cC + dD$, ditulis:

$$r = k [A]^m [B]^n$$

Orde reaksi merupakan bilangan pangkat yang menyatakan hubungan konsentrasi zat pereaksi dengan laju reaksi.

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 4: ALKOHOL, ETER, DAN HALOALKANA

Alkohol dan eter begitu erat hubungannya dengan kehidupan manusia sehari-hari, sehingga orang awam pun mengenal istilah-istilah ini. Dietil eter (eter) digunakan sebagai pematam rasa (anestetik), etanol, atau yang lebih dikenal dengan alkohol digunakan dalam minuman keras, metanol (metil alkohol), atau alkohol kayu, komponen utama pembuatan spirtus, digunakan sebagai bahan bakar dan pelarut. Dalam laboratorium dan industri, semua senyawa ini digunakan sebagai pelarut dan pereaksi.

Tahukah Anda senyawa yang dapat menyebabkan lapisan ozon berlubang? Senyawa tersebut merupakan salah satu senyawa haloalkana dengan nama Freon atau klorofluoro karbon. Haloalkana adalah senyawa alkana yang mengandung halogen. Senyawa haloalkana banyak digunakan di bidang kedokteran, pertanian dan beberapa industri kimia.

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 KD dari KI 4 aspek Keterampilan yaitu 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).

Pada modul D ini akan dibahas mengenai senyawa alkohol, eter dan haloalkana.



A. Tujuan

Setelah belajar dengan modul ini diharapkan Anda dapat:

1. Menjelaskan struktur alkohol, eter dan haloalkana;
2. Menjelaskan tata nama alkohol, eter dan haloalkana;
3. Memahami sifat alkohol, eter dan haloalkana;
4. Memahami kegunaan alkohol, eter dan haloalkana dalam kehidupan sehari-hari.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi yang diharapkan adalah:

1. Menjelaskan struktur alkohol, eter dan haloalkana;
2. Mengidentifikasi struktur alkohol, eter dan haloalkana;
3. Menentukan tatanama alkohol, eter dan haloalkana;
4. Membedakan sifat alkohol, eter dan haloalkana;
5. Menganalisis sifat senyawa alkohol, eter dan haloalkana;
6. Kegunaan alkohol, eter dan haloalkana dalam kehidupan sehari-hari.

C. Uraian Materi

Pada uraian materi ini akan dibahas mengenai struktur, tatanama, sifat serta kegunaan dari alkohol, eter dan haloalkana.

1. Alkohol

Anda tentu sudah mengenal contoh alkohol yang ada di sekitarmu, minuman keras, tape, spiritus, merupakan contoh bahan yang mengandung alkohol. Apa nama alkohol yang terkandung dalam minuman keras, tape dan spiritus? Alkohol merupakan senyawa karbon yang paling dikenal. Salah satu senyawanya merupakan hasil fermentasi karbohidrat dan sudah digunakan sejak jaman dahulu sebagai minuman dengan nama etanol.

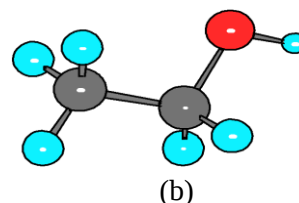
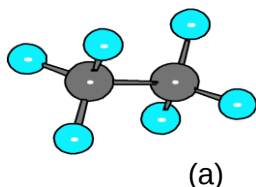
Alkohol disebut juga dengan alkanol, beberapa senyawa dalam deret homolog alkanol dapat dilihat pada Tabel 4.1.



Tabel 4.1 Beberapa senyawa alkanol

No.	Rumus Molekul	Alkil	Nama	Rumus Struktur
1.	CH ₃ OH	CH ₃ -	Metanol	CH ₃ - OH
2.	C ₂ H ₅ OH	C ₂ H ₅ -	Etanol	CH ₃ - CH ₂ - OH
3.	C ₃ H ₇ OH	C ₃ H ₇ -	Propanol	CH ₃ - CH ₂ - CH ₂ - OH
4.	C ₄ H ₉ OH	C ₄ H ₉ -	Butanol	CH ₃ - CH ₂ - CH ₂ - CH ₂ - OH

Bila kita perhatikan pada tabel di atas, pada deret homolog alkanol terdapat gugus fungsi hidroksil (-OH) yang terikat pada sebuah atom karbon. Alkanol disebut juga turunan alkana dimana sebuah atom H- nya diganti dengan gugus - OH. Rumus umum alkanol atau alkohol adalah R - OH atau C_nH_{2n+2}O.



Gambar 4.1 Model senyawa (a) etana, (b) etanol

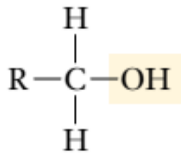
a. Pembagian Alkohol

Alkohol dapat dibedakan berdasarkan letak gugus fungsinya dan banyaknya gugus -OH yang ada dalam suatu senyawa.

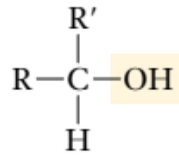
1) Pembagian Alkohol Berdasarkan Letak Gugus Fungsi

Berdasarkan letak gugus fungsinya, alkohol dibedakan menjadi alkohol primer, alkohol sekunder dan alkohol tersier. Mengapa tidak terdapat alkohol kuartener?

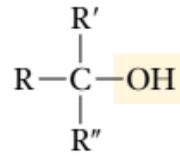
- Alkohol primer yaitu alkohol yang gugus —OH-nya terikat pada atom C primer.
- Alkohol sekunder yaitu alkohol yang gugus —OH-nya terikat pada atom C sekunder.
- Alkohol tersier yaitu alkohol yang gugus —OH-nya terikat pada atom C tersier.



Alkohol Primer



Alkohol Sekunder



Alkohol Tersier

Di mana R adalah gugus alkil, untuk R, R' dan R'' bisa sama atau berbeda.

2) Pembagian Alkohol Berdasarkan Letak Gugus Fungsi

Berdasarkan jumlah gugus fungsinya alkohol dibedakan menjadi alkohol monovalen, divalen, dan polivalen.

- Alkohol monovalen adalah alkohol yang hanya mempunyai 1 gugus $-\text{OH}$ dalam senyawanya. Contoh : $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$.
- Alkohol divalen adalah alkohol yang mempunyai 2 gugus $-\text{OH}$ dalam senyawanya. Contoh : $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3$



- Alkohol polivalen adalah alkohol yang mempunyai 3 atau lebih gugus $-\text{OH}$ dalam senyawanya. Contoh : $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3$



b. Tata Nama Alkohol

Ada dua cara pemberian nama pada senyawa alkohol yaitu:

1) Sistem IUPAC

yaitu dengan menggantikan akhiran **a** dari alkana dengan akhiran **ol** (alkana menjadi alkanol).

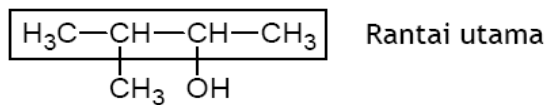
Contoh: CH_3-OH metanol, $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$ etanol;

Langkah pada pemberian nama senyawa alkohol sistem IUPAC adalah :

- Tentukan rantai karbon terpanjang yang mengandung gugus $-\text{OH}$.

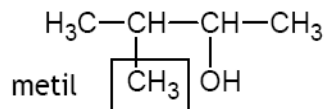
Rantai terpanjang tersebut merupakan rantai utama diberi nama sesuai dengan nama alkananya, tetapi huruf terakhir "a" diganti dengan ol. Rantai terpanjang

Contoh:

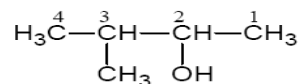


- b) Tentukan substituen yang terikat rantai utama.

Contoh :



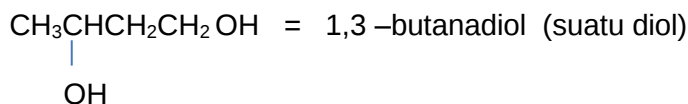
- c) Penomoran substituen dimulai dari ujung yang terdapat gugus hidroksi (-OH) dengan nomor atom C paling rendah. Contoh :



Nama : 3-metil-2-butanol

- d) Bila terdapat lebih dari satu gugus -OH, digunakan penandaan di, tri, dan sebagainya, tepat sebelum akhiran -ol. Catatan akhiran a pada nama alkana induknya tetap, kemudian baru diberi konsonan "d" dari akhiran diol.

Contoh:



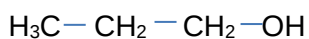
2) Trivial (Nama Umum)

Penamaan secara trivial yaitu dimulai dengan menyebut nama alkil yang terikat pada gugus hidroksil (-OH), kemudian diikuti oleh kata alkohol.

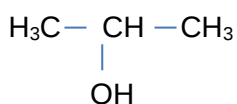
Contoh :



Etil alkohol



Propil alkohol

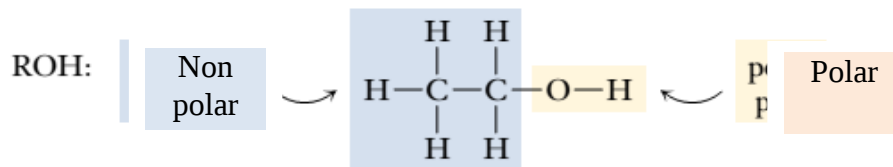


Isopropil alkohol



c. Sifat –sifat Alkanol

Pada umumnya alkanol memiliki titik didih cukup tinggi dan mudah larut dalam air. Gugus hidroksil –OH bersifat polar, sedangkan gugus alkil (R) bersifat nonpolar. Sifat-sifat alkohol ini tergantung kepada dua faktor yaitu : (1) jumlah gugus hidroksil permolekul, dan (2) ukuran bagian nonpolar pada molekul. Alkohol dapat membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air, sehingga homolog yang lebih rendah larut dalam air.



Titik didih dan kelarutan beberapa alkohol dapat dilihat pada tabel 4.2

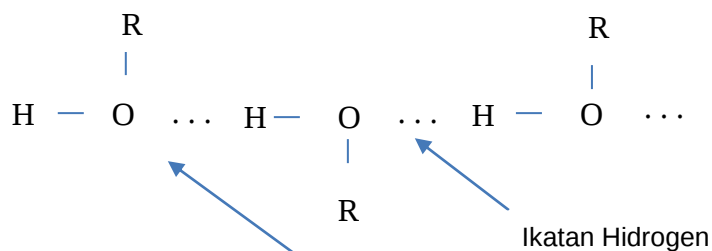
Tabel 4.2. Titik didih beberapa Alkohol dan dan kelarutan

Nama	Rumus	Titik Didih (°C)	Kelarutan dalam air (g/100 g pada suhu 20°C)
Metanol	CH ₃ OH	65	Larut baik
Etanol	CH ₃ CH ₂ OH	78,5	Larut baik
1-propanol	CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH	97	Larut baik
1-butanol	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH	117,7	7,9
1-pentanol	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH	137,9	2,7
1-heksanol	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH	155,8	0,59

(Sumber : Whitten Devis, Chemistry, 2010)

Berdasarkan tabel diatas dapat diamati bahwa makin panjang rantai karbon yang dimiliki oleh senyawa alkanol maka makin tinggi titik didihnya dan kelarutannya dalam air semakin menurun.

Titik didih alkanol relatif tinggi karena dapat membentuk ikatan hidrogen antar molekul-molekulnya.

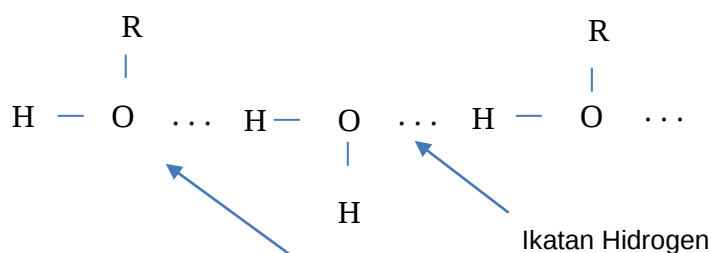




Titik didih alkohol yang relatif tinggi merupakan akibat langsung dari daya tarik intermolekular yang kuat. Ingat bahwa titik didih adalah ukuran kasar dari jumlah energi yang diperlukan untuk memisahkan suatu molekul cair dari molekul terdekatnya. Jika molekul terdekatnya melekat pada molekul tersebut sebagai ikatan hidrogen, dibutuhkan energi yang cukup besar untuk memisahkan ikatan tersebut.

Kelarutan alkanol dalam air bergantung pada massa molekul relatifnya. Makin rendah massa molekul relatifnya makin mudah larut dalam air. Hal ini disebabkan juga terjadinya ikatan hidrogen antar alkanol dan air.

Alkohol dengan massa molekul rendah dapat larut dalam air dengan baik. Kelarutan dalam air ini lebih disebabkan oleh ikatan hidrogen antara alkohol dan air. Semakin panjang rantai karbon semakin kecil kelarutannya dalam air.



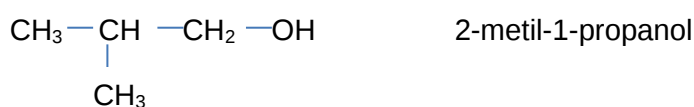
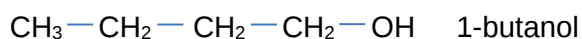
d. Isomer

Isomer pada alkohol dapat berupa isomer kerangka, isomer posisi, isomer gugus fungsi dan isomer optik.

1) Isomer kerangka

Terjadi pada senyawa-senyawa yang memiliki rumus molekul dan gugus fungsi sama, tetapi rantai induknya berbeda.

Contoh : Isomer C_4H_9OH

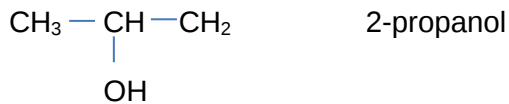
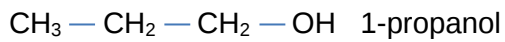


2) Isomer Posisi

Terjadi pada senyawa-senyawa yang memiliki rumus molekul, gugus fungsi,



dan kerangka yang sama, tetapi letak/posisi gugus fungsinya (-OH) berbeda.



3) Isomer Gugus Fungsi

Alkohol dan eter dapat berisomer gugus fungsi satu sama lain. Artinya, alkohol dan eter dengan jumlah atom karbon yang sama, memiliki rumus molekul sama ($\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$), tetapi memiliki struktur dan gugus fungsi berbeda.

Contoh :



Etanol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$)



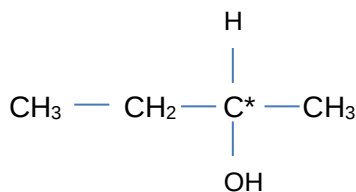
Dimetil eter ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$)

4) Isomer Optik

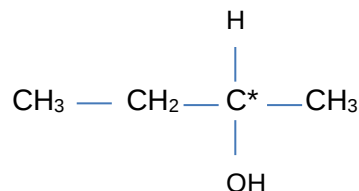
Terjadi pada senyawa yang bersifat optis aktif, yaitu senyawa yang dapat mengakibatkan terjadinya perputaran bidang polarisasi pada polarimeter.

Terjadi pada senyawa yang memiliki atom C asimetri atau atom C kiral.

Contoh :



d-2-butanol



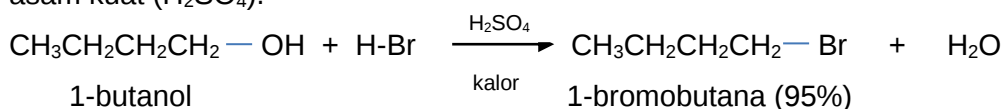
l-2-butanol

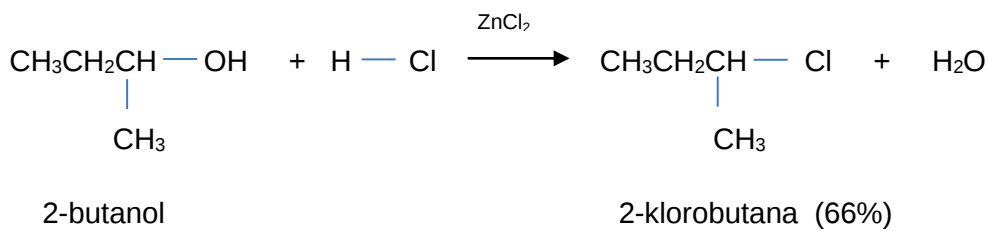
e. Reaksi Pada Alkanol

Alkanol dapat bereaksi dengan berbagai zat, yang dipengaruhi oleh adanya gugus -OH (hidroksil). Reaksi yang terjadi pada senyawa alkanol adalah :

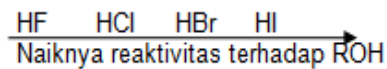
1) Reaksi substitusi Alkohol

Alkohol dapat mengalami reaksi substitusi dengan asam halogen dalam larutan asam kuat (H_2SO_4).





Tidak seperti alkil halida, alkohol tidak mengalami substitusi dalam suasana netral atau basa, karena gugus pergi harus bersifat basa cukup lemah. Di mana Cl^- , Br^- dan I^- merupakan gugus pergi yang baik dan mudah digantikan dari dalam alkil halida. Sedangkan OH^- merupakan suatu basa kuat dan karenanya bersifat gugus pergi yang sangat buruk. Dalam reaksi substitusi alkohol, reaktivitas hidrogen halida adalah sebagai berikut:



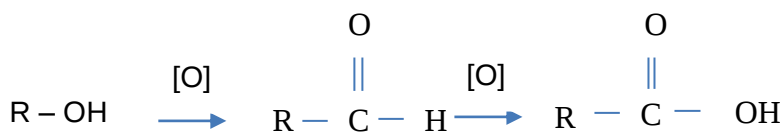
Urutan reaktivitas alkohol terhadap hidrogen halida adalah sebagai berikut:

Alkohol primer akan lebih mudah mengalami substitusi dibandingkan dengan alkohol sekunder ataupun tersier.

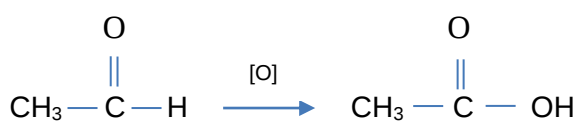
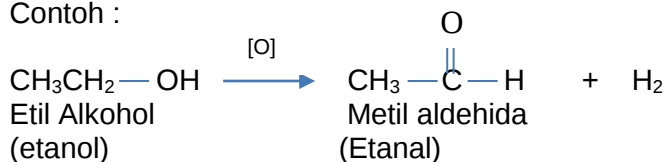
2) Reaksi oksidasi

Reaksi oksidasi pada alkanol dapat digunakan untuk mengidentifikasi alkanol atau alkohol primer, sekunder, dan tersier karena hasil reaksinya berbeda bergantung dari alkohol yang dioksidasi.

- Alkohol primer dapat dioksidasi menjadi aldehid. Aldehid dapat dioksidasi menjadi asam karboksilat.



Contoh :



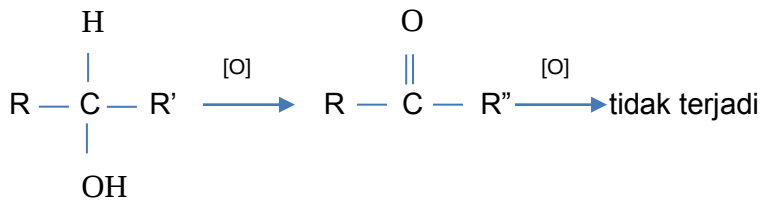


Metil aldehid

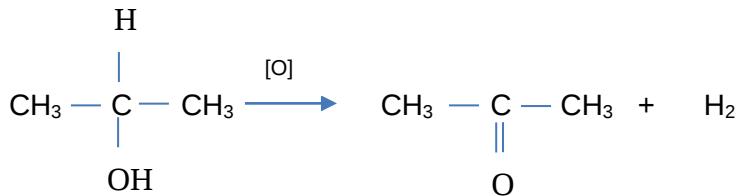
Asam etanoat (metil karboksilat)

Catatan: [O] menyatakan suatu zat pengoksidasi

- Alkohol sekunder dapat dioksidasi menjadi keton, tetapi tidak dapat dioksidasi lebih lanjut. Reaksinya :



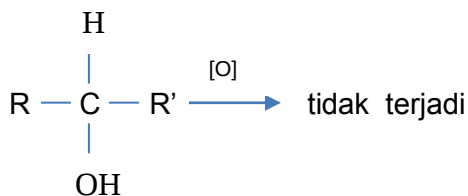
Contoh :



2-propanol

Propanon

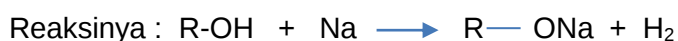
- Alkohol tersier tidak dapat dioksidasi



Beberapa zat yang dapat digunakan untuk mengoksidasi alkanol ialah kalium dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), kalium permanganat dalam suasana basa ($\text{KMnO}_4 + \text{OH}^-$), serta HNO_3 pekat dan panas.

3) Reaksi Alkohol dengan Logam Na

Etanol dapat bereaksi dengan logam Na, tetapi reaksinya tidak seaktif air dengan logam Na. Hal ini dapat dilihat dari timbulnya gas hidrogen.



Contoh :



Etanol

Natrium etanolat



Reaksi etanol dengan Na ini digunakan untuk identifikasi gugus –OH pada alkanol.

4) Reaksi dengan asam halida

Alkohol bereaksi dengan asam halida menghasilkan alkil halida dan air.

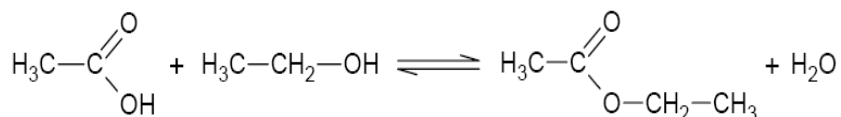
Contoh :



5) Esterifikasi

Alkohol bereaksi dengan asam karboksilat menghasilkan ester dan produk samping berupa air. Reaksi yang terjadi merupakan reaksi kesetimbangan

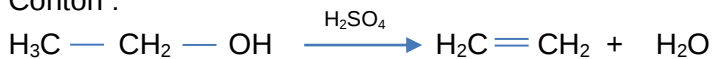
Contoh :



6) Dehidrasi alkohol

Dehidrasi alkohol dengan suatu asam sulfat akan menghasilkan alkena dan air.

Contoh :

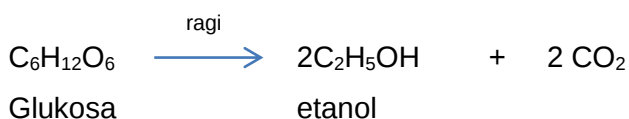


f. Pembuatan beberapa senyawa alkohol

Alkohol dapat dihasilkan dengan beberapa cara antara lain :

1) Fermentasi

Etanol yang digunakan dalam minuman keras diperoleh melalui proses fermentasi karbohidrat dengan bantuan ragi.

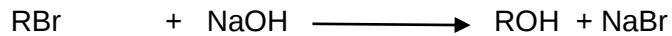




2) Secara laboratorium

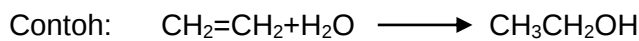
a) Reaksi substitusi

Alkohol dapat diperoleh melalui reaksi substitusi alkil halida dengan suatu basa yang dipanaskan. Basa yang digunakan umumnya adalah NaOH atau KOH, reaksinya secara umum digambarkan sebagai berikut



b) Hidrasi alkena

Apabila suatu alkena diolah dengan air dan suatu asam kuat yang berperan sebagai katalis, unsure-unsur air (H^+ dan OH) akan mengadisi ikatan rangkap dari alkena, reaksi ini disebut juga reaksi hidrasi.



Alkohol yang diperlukan untuk industri pada umumnya di laboratorium dibuat melalui reaksi hidrasi dari alkena.

g. Penggunaan alkohol

Alkanol atau alkohol banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, antara lain sebagai berikut :

1) Etilalkohol (etanol), $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

Etilalkohol merupakan alkohol yang terpenting karena diperlukan sebagai pelarut dan bahan dasar untuk pembuatan senyawa organik lainnya. Disamping itu alkohol digunakan dalam minuman keras.

2) Metanol, CH_3OH

Metanol digunakan untuk pembuatan formaldehida, bahan pelarut dan sebagai bahan antibeku.

3) Isopropilalkohol, $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$

Isopropilalkohol merupakan cairan tidak berwarna, hampir tidak berbau, disebut juga alkohol gosok, digunakan untuk pembunuh hama (bakterisida)

4) Etilen glikol $(\text{CH}_2)_2(\text{OH})_2$

Merupakan alkohol yang banyak digunakan sebagai pelarut yang bersifat sebagai antibeku.

5) Gliserol $\text{CH}_2\text{OHCHOHCH}_2\text{OH}$



Cairan kental manis yang digunakan sebagai pelumas pada obat wasir (suppositoria), pelembab dalam kosmetik, industri makanan dan obat-obatan.

a) Eter (dietileter)

Eter pada umumnya di laboratorium digunakan sebagai pelarut. Dalam bidang kesehatan dipakai sebagai zat anestetik (pemati rasa) dalam kegiatan operasi, karena menyebabkan pasien mengalami gangguan pernafasan serta muntah-muntah kalau sudah sadar maka penggunaannya mulai dikurangi dan digunakan eter lain dengan efek samping yang lebih baik, yaitu metil propil eter.

h. Polialkohol

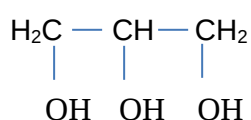
Senyawa alkohol yang mengandung dua atau lebih gugus hidroksil digolongkan sebagai poliol dan diberi nama dengan –diol, -triol, dan seterusnya. Glikol adalah nama trivial untuk 1,2–diol. Etilen glikol merupakan hasil industri yang digunakan sebagai zat anti beku, dan dibuat secara komersial dari etena. Rumus kimianya:



IUPAC :1,2-etanadiol; Trivial: etilen glikol

Trihidroksi alkohol yang penting adalah gliserol, yaitu suatu turunan propana.

Rumus kimianya :



1,2,3 – trihidroksipropana atau gliserol

Gliserol dapat dibuat sebagai hasil sampingan pada pembuatan sabun dari minyak nabati (reaksi saponifikasi).

2. Eter

Eter merupakan turunan dari alkana dengan rumus struktur $\text{R} - \text{O} - \text{R}'$. Gugus fungsi eter yaitu $-\text{O}-$ yang terikat pada dua gugus alkil. Gugus alkil yang terikat pada gugus fungsi eter dapat sama atau berbeda.

a. Tata nama

Tata nama eter dibedakan menjadi dua, yaitu sistem IUPAC dan nama trivial.

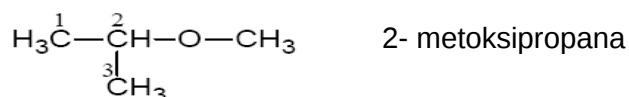
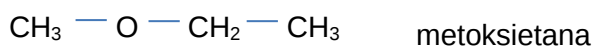


1) Tata nama IUPAC

Menurut sistem IUPAC eter disebut juga alkoksi alkana, merupakan turunan alkana, satu atom H dari alkan diganti dengan gugus alkoksi. Oleh karena itu, alkoksi alkana diberi nama seperti alkana, didahului dengan nama alkoksinya.

- Nama alkananya berdasarkan pada rantai C terpanjang (R yang lebih panjang);
- Di depan alkana ditulis nama alkoksi (dari R yang lebih pendek);
- Di depan nama alkoksi ditulis bilangan untuk menyatakan letak gugus alkoksinya;
- Jika rantai R terpanjang bercabang, namanya seperti pada alkana yang bercabang.

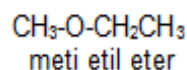
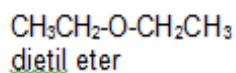
Contoh :



2) Tata nama Trivial

Tatanama trivial dilakukan dengan menyebutkan nama alkil-alkil yang mengapit gugus -O- sesuai urutan abjad dan diakhiri dengan akata eter. Jika kedua alkil sama digunakan awalan di.

Contoh :



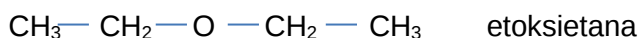
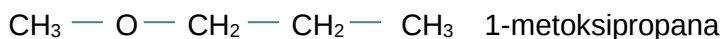
b. Isomer

Isomer pada eter dibedakan menjadi dua, yaitu isomer posisi dan isomer gugus fungsi.

1) Isomer Posisi

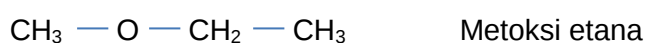
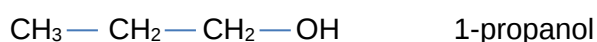
Isomer posisi terjadi pada senyawa-senyawa yang memiliki rumus molekul, gugus fungsi, dan kerangka sama, tetapi letak/posisi gugus fungsinya (-O-) berbeda.

Contoh:



2) Isomer Gugus Fungsi

Eter berisomer dengan alkohol. Contohnya untuk senyawa dengan rumus molekul $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ isomer gugus fungsinya adalah :



c. Sifat-sifat Eter

Eter mempunyai sifat mudah menguap, mudah terbakar, dan memiliki bau yang khas. Senyawa eter beracun, tetapi ada yang dapat digunakan sebagai pembius.

Eter tidak membentuk ikatan hidrogen di antara molekul-molekulnya sehingga titik didihnya lebih rendah jika dibandingkan dengan titik didih alkohol yang massa molekulnya relatif sama. Titik didih eter sebanding dengan titik didih alkana. Titik didih eter, alkana dan alkohol dijelaskan pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Titik didih eter, alkana, dan alkohol dengan massa molekul yang hampir sama

Eter	Titik didih (°C)	Alkana	Titik didih (°C)	Alkohol	Titik didih (°C)
Dietil eter	34,6	n-pentana	35,1	1-butanol	118
Butil-metil eter	70,3	n-heksana	68,7	1-pentanol	138
Dibutil eter	142	n-nonana	150,7	1-oktanol	195

Sumber : Book of Data

Eter tidak reaktif, tetapi dapat dipecah oleh HBr atau HI menghasilkan alkil halida dan air dengan reaksi :



Dietil eter

etil bromide

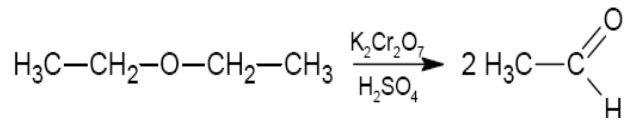
d. Reaksi pada Eter

Reaksi yang dapat terjadi pada eter adalah sebagai berikut:



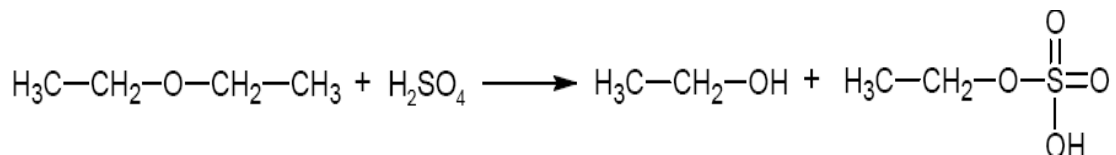
1) Oksidasi

Oksidasi suatu eter dengan campuran kalium bikromat dan asam sulfat akan menghasilkan aldehida. Contoh :



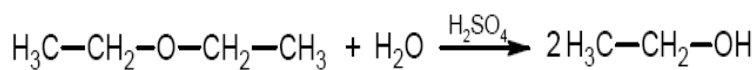
2) Reaksi dengan asam sulfat

Eter dapat bereaksi dengan asam sulfat menghasilkan suatu alkohol dan asam alkana sulfonat. Contoh :



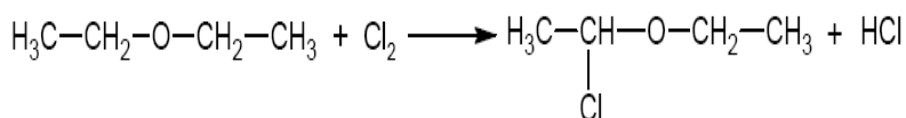
3) Hidrolisis

Hidrolisis dengan asam sulfat suatu eter akan menghasilkan alkohol. Contoh :



4) Halogenasi

Eter dapat mengalami reaksi substitusi oleh halogen. Substitusi terjadi pada atom H α . Contoh :



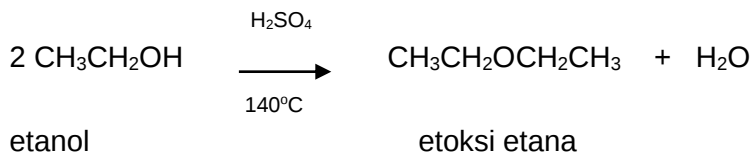
Eter bersifat inert seperti halnya alkana, eter tidak bereaksi dengan oksidator, reduktor maupun basa. Karena sifat inilah eter banyak digunakan sebagai pelarut organik.

e. Pembuatan Eter

Eter tidak dapat diperoleh melalui reaksi fermentasi. Eter dapat dibuat dengan cara sebagai berikut :

1) Eliminasi Alkohol

Dengan cara mencampur alkohol dengan asam sulfat dipanaskan pada suhu 140°C.

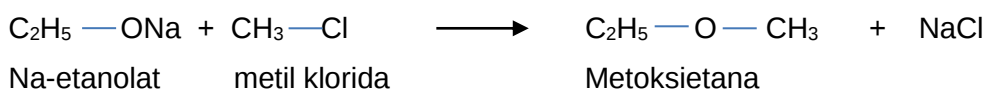


Dietil eter di laboratorium digunakan sebagai pelarut yang sangat populer.

2) Sintesis Williamson

Alkil halida direaksikan dengan natrium alkoholat akan menghasilkan suatu eter.

Contoh :



f. Kegunaan eter

Beberapa kegunaan eter adalah sebagai berikut:

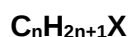
Eter pada umumnya di laboratorium digunakan sebagai pelarut yang baik untuk senyawa kovalen dan sedikit larut dalam air. Dalam bidang kesehatan dipakai sebagai pembius (zat anestetik), sekarang sudah mulai jarang digunakan karena dapat menyebabkan iritasi pada saluran pernafasan.

3. Haloalkana

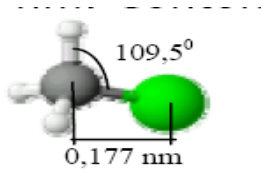
Freon atau klorofluoro karbon sering digunakan sebagai pendingin ruangan (AC), kini telah banyak diganti dengan pendingin hidrokarbon yang lebih ramah lingkungan. Freon merupakan senyawa haloalkana yang menyebabkan lapisan ozon berlubang.

a. Struktur Haloalkana

Haloalkana adalah derivat halogen dari alkana. Rumus umum untuk mono haloalkana adalah:

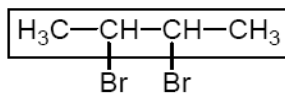


X adalah atom halogen (F, Cl, Br, I). Dengan kata lain, haloalkana adalah senyawa karbon turunan alkana yang atom H-nya diganti oleh atom halogen. Sudut yang dibentuk oleh gugus fungsi R-X sebesar 109,50. Panjang ikatan C-X $\pm$ 0,177 nm. Contoh:

**b. Tatanama Haloalkana****1) IUPAC**

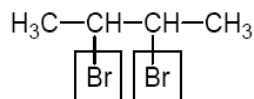
Nama halogenoalkana terdiri awalan fluoro, chloro, bromo atau yodo yang diikuti dengan nama alkana. Bila perlu awalan fluoro/ chloro/ bromo/ yodo tersebut diberi nomer untuk menyatakan posisi atom atau atom – atom halogen pada rantai karbon. Langkah-langkah pemberian nama halo alkana sebagai berikut.

a) Tentukan rantai utama (rantai dengan jumlah atom C paling panjang). Contoh :



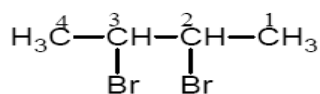
Rantai utama : 4 atom C / butana

b) Tentukan substituen yang terikat rantai utama. Contoh :



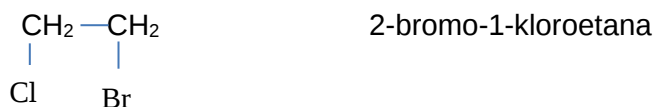
Substituen : 2 atom bromo (dibromo)

c) Penomoran substituen dimulai dari ujung yang memberikan nomor cabang paling rendah. Contoh :



Nama : 2,3-dibromobutana

d) Penulisan nama senyawa disusun berdasarkan urutan abjad pertama nama substituen. Contoh :



2-bromo-1-kloroetana

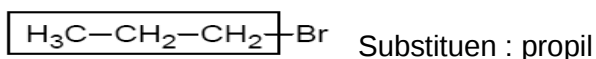
Apabila terdapat lebih dari satu jenis halogen yang terikat pada atom C, penomoran atom halogen didasarkan pada tingkat kereaktifannya. Atom halogen yang lebih reaktif terletak pada atom C dengan nomor lebih kecil.



Urutan kereaktifan atom halogen : $F > Cl > Br > I$.

2) Trivial (Nama Umum)

a) Tentukan substituen yang mengikat halogen. Contoh :



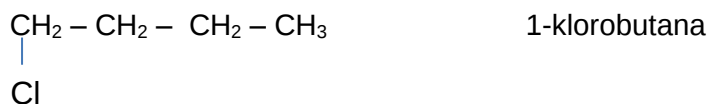
b) Tambahkan akhiran nama halidanya. Contoh: propil bromida

c. Isomer

Senyawa haloalkana memiliki isomer rantai dan isomer posisi.

1) Isomer Kerangka

Contoh :



2) Isomer Posisi

Contoh :



d. Sifat Halo Alkana

Haloalkana sukar larut dalam air, walaupun ikatan $C - X$ pada haloalkana bersifat polar. Mudah larut dalam alkohol dan eter. Titik didih bergantung pada jumlah dan jenis halogen pada molekulnya, makin besar M_r senyawa, titik didih makin besar. Perhatikan Tabel 4.4 berikut:



Tabel 4.4 Titik Didih Haloalkana

Alkana \ Halogen	F (K)	Cl (K)	Br (K)	I (K)
Metana	195	249	273	315
Etana	135	285	312	345
Propana	276	320	332	363
Butana	306	351	374	403

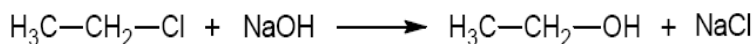
e. Reaksi-reaksi pada Haloalkana

Sifat kimia halogen berkaitan dengan reaksi-reaksi yang dapat dialami oleh atom unsur halogen. Atom halogen mudah disubstitusi dengan atom atau gugus lain sebagai berikut:

1) Reaksi dengan natrium hidroksida

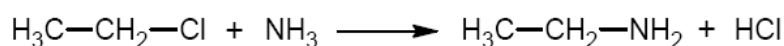
Alkil halida dapat bereaksi dengan natrium hidroksida menghasilkan alkohol.

Contoh :



2) Reaksi dengan amonia pekat

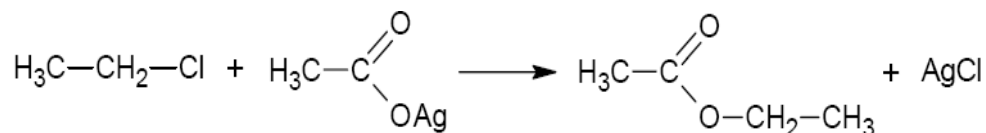
Alkil halida bereaksi dengan amonia membentuk amina. Contoh :



3) Reaksi dengan perak(I) asetat

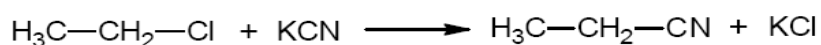
Alkil halida bereaksi dengan perak (I) asetat membentuk ester.

Contoh :



4) Reaksi dengan kalium sianida

Alkil halida dapat bereaksi dengan kalium sianida dalam etanol dan membentuk senyawa nitril. Contoh :

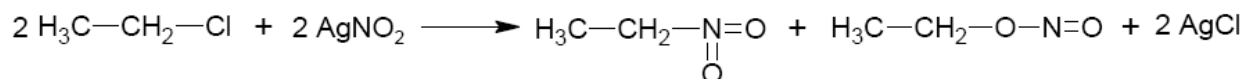




5) Reaksi dengan perak (I) nitrit

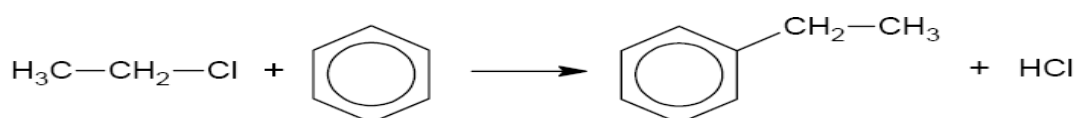
Alkil halida bereaksi dengan perak(I) nitrit membentuk nitri alkana

dan alkil nitrit. Contoh :



6) Reaksi dengan senyawa aromatik

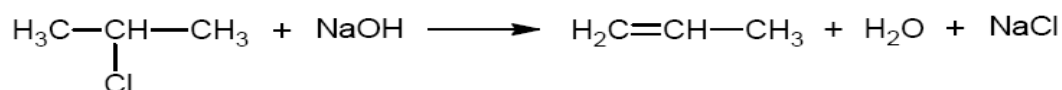
Alkil halida bereaksi dengan benzena membentuk alkil benzene dengan katalis asam Lewis. Contoh:



7) Dehidrohalogenasi

Dengan suatu basa, alkil halida sekunder membentuk alkena.

Contoh :



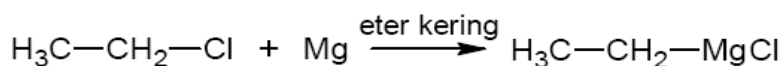
8) Reaksi dengan logam natrium

Dengan logam natrium, alkil halida menghasilkan alkana. Contoh:



9) Reaksi dengan logam magnesium

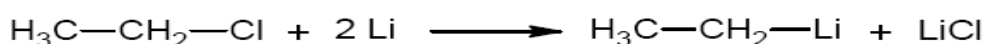
Alkil halida bereaksi dengan logam magnesium dalam eter kering menghasilkan suatu pereaksi Grignard. Contoh:



10) Reaksi dengan logam litium

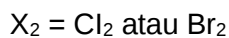
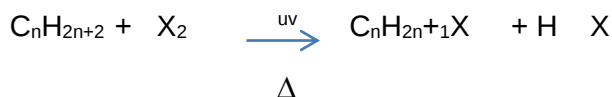
Dengan litium, alkil halida membentuk senyawa organologam.

Contoh :



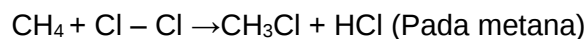
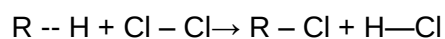
**f. Pembuatan Senyawa Haloalkana**

Senyawa haloalkana dapat dibuat melalui reaksi substitusi alkana dengan halogen atau alkohol dengan asam halida pekat. Selain itu, dapat juga melalui reaksi adisi alkena dengan halogen atau asam halida. Contoh reaksi pembuatan haloalkana adalah sebagai berikut:

1) Reaksi substitusi alkana alkane (Reaksi Halogenasi)

Jika campuran alkana dan gas klor disimpan pada suhu rendah dalam kamar gelap, reaksi tidak terjadi. Di bawah sinar atau suhu tinggi, terjadi reaksi eksoterm. Satu atau lebih atom hidrogen diganti oleh atom klor.

Reaksi ini secara umum ditulis



Reaksi ini dinamakan reaksi klorinasi (clorination). Reaksi ini adalah reaksi substitusi, karena atom klor menggantikan atom hidrogen yang ada. Karena substituenya halogen, maka dinamakan halogenasi. Reaksi halogenasi (klorinasi) tersebut berlangsung dengan sebuah mekanisme.

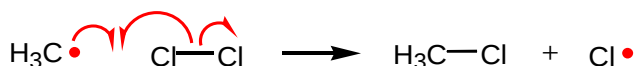
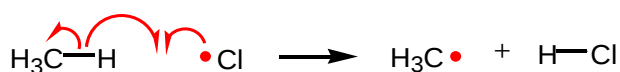
Dalam hal halogenisasi, bermacam-macam percobaan menunjukkan bahwa reaksi yang terjadi tidak dalam satu tahap, melainkan beberapa tahap. Halogenisasi terjadi melalui reaksi rantai radikal bebas.

- a) Tahap awal-rantai (initiasi) adalah pemecahan molekul halogen menjadi dua atom halogen.



Ikatan halogen-halogen lebih lemah dibandingkan ikatan C-H atau C-C, dengan demikian, bukan alkana, melainkan halogenlah yang menyerap panas (dari sinar atau panas) yang menyebabkan reaksi berjalan.

- b) Tahap propagasi (pemiakan rantai)



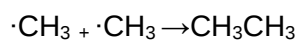
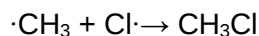


Klor adalah atom yang reaktif. Klor dapat bergabung kembali membentuk molekul klor atau apabila mereka bertumbukkan dengan molekul alkana, dapat mengambil atom hidrogennya dan membentuk hydrogen klorida dan radikal alkil, $R\cdot$. Radikal adalah bagian molekul dengan jumlah electron tak berpasangan yang jumlahnya ganjil. Dari model pengisi ruang pada gambar di atas dapat dilihat bahwa alkana mempunyai sejumlah hydrogen sebagai penutup permukaan kerangka karbon. Sehingga apabila atom halogen bertumbukan dengan molekul alkana, ia akan membentur ujung ikatan C-H.

Seperti halnya atom klor, radikal alkil yang terbentuk pada tahap pertama bersifat reaktif. Apabila gugus radikal ini bertumbukan dengan molekul klor, terjadi molekul alkil klorida dan atom klor. Atom klor yang terbentuk pada tahap ini dapat mengulangi reaksinya kembali seperti persamaan (2) Jika persamaan (2) ditambahkan pada persamaan (3) akan diperoleh persamaan keseluruhan untuk klorinasi. Pada setiap tahap pembiakan rantai, radikal (atom) terbentuk dan dapat meneruskan reaksi berantai ini. Hampir semua pereaksi terpakai habis, dan hampir semua hasil terbentuk melalui tahap ini.

c) Tahap terminasi

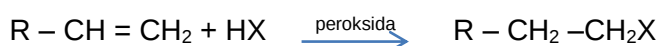
Daur propagasi terputus oleh reaksi-reaksi pengakhiran (*termination*). Reaksi apa saja yang dapat memusnahkan radikal bebas atau mengubah radikal bebas menjadi radikal bebas yang stabil dan tak reaktif, dapat mengakhiri daur propagasi radikal bebas. Klorinasi metana diakhiri terutama oleh bergabungnya radikal-radikal bebas. Inilah pemusnahan radikal-radikal bebas.



2) Adisi HI/HBr/HCl pada alkana



Lihatlah pada sifat-sifat alkana !



3) Penggantian gugus OH suatu alkanol dengan atom halogen

Alkanol dapat dianggap berasal dari alkana jika sebuah atom H diganti gugus hidroksil, $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$.

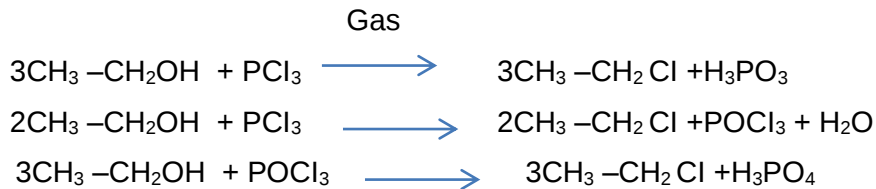


Sebagai pereaksi dapat digunakan:

- a) Gas HX kering dengan katalisator



- b) PX_3 atau PX_5



- 4) Reaksi antar alkohol dengan Belerang dichlorida-oksida = SOCl_2 = tionilklorida

Reaksi-reaksi tersebut berlangsung cepat dan mudah. Pada reaksi dengan PBr_3 atau PI_3 dapat digunakan fosfor dengan brom atau iod, sehingga kedua zat itu harus direaksikan lebih dulu.

Contoh: $\text{R-OH} + \text{P}_4 + \text{Br}_2$



Penggantian gugus OH dari alkanol yang termudah ialah pada alkanol primer.

5) Pembentukan dihalogenoalkana

Dapat terjadi dengan jalan:

- a) Adisi X_2 pada alkena



- b) Adisi HX pada alkena



g. Kegunaan Senyawa Haloalkana

Senyawa haloalkana banyak digunakan di bidang kedokteran, pertanian, dan beberapa industri kimia. Beberapa contoh haloalkana dan kegunaannya dapat dilihat pada Tabel 4.5.



Tabel 4.5. Contoh senyawa haloalkana dan kegunaannya

NO	RUMUS KIMIA	NAMA SENYAWA	KEGUNAAN
1	CH_3Cl	Klorometana/kloro metil klorida	Bahan pendingin, Industri silikon, dan zat pewarna, sebagai fumigon
2	CH_3Br	Bromometana/metil bromida cair	Pemadam kebakaran pesawat terbang, bahan pengasapan pada penyimpanan biji-bijian dan buah-buahan
3	$\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$	Klorometana/etil klorida cair	Pembuatan plastik etil selulosa, anestesi lokal operasi ringan membuta TEL (tetra etil lead)
4	CH_2Cl_2	Diklorometana Cair	Pembuatan cat dan anestesi ringan
5	CHCl_3	Triklorometana/klorofom cair	Bahan pelarut ekstraksi penisilin, anestesi (sudah ditinggalkan karena beracun), bahan utama freon
6	CHI_3 Berwarna kuning, berbau khas	Triklorometana/iodoform padat	Bahan obat luka luar dan luka yang sudah abses (bisul) Note: Dalam jangka panjang akan menyebabkan kerusakan ginjal dan hati
7	CCl_4 Zat cair tak berwarna	Tetraklorometana/karbon tetraklorida cair	Bahan pelarut lemak dan oli, bahan dasar freon, pencucian kering, memadamkan api
8	CFC	Freon Cair/Klorofluoro karbon	CHCl_2F dan CCl_2F_2 cair untuk <i>refrigerants</i> pada AC dan kulkas serta pendorong pada aerosol, $\text{CCl}_2\text{F}-\text{CClF}_2$ cair untuk pelarut zat pembersih kaca, gelas, lapisan logam
9	$\text{CF}_3-\text{CHClBr}$	2-bromo-2-kloro-1,1,1-trifluoroetana cair	Obat bius
10	$(\text{CF}_2=\text{CF}_2)_n$	Teflon	Pelapis antilengket panci, wajan, setrika
11	$\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$	1,2-dibromoetana cair	Zat aktif pada bensin (pengganti TEL)
12	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{C}-\text{Cl} \\ \quad \\ \text{Cl} \quad \text{Cl} \end{array}$	Dikloro difenil trikloroetana (DDT)	Untuk insektisida
13	BFC	Bromokloro-difluorometana	Memadamkan api Note : Dilarang karena merusak lapisan ozon
14	$\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$	Vinilklorida	monomer pembuatan PVC (plastik)



NO	RUMUS KIMIA	NAMA SENYAWA	KEGUNAAN
15		Kloroprena	Bahan dasar pada industri plastik dan karet
16	$C_2H_3Cl_3$		Pelarut polar
17	$C_3H_5Br_2Cl$	1,1-dibromo-1-kloro propana	Intsektisida pertanian
18	DDT	Dikloro difenil trikloro etana	Insektisida
19	HFC	Hidrofluorokarbon,	digunakan pada pendingin, mengembangkan plastik yang memuai dan sebagai bahan bakar dalam aerosol.
20		Hidrokarbon	Senyawa-senyawa ini juga tidak memiliki pengaruh terhadap lapisan ozon Senyawa-senyawa ini sangat mudah terbakar dan terlibat dalam masalah-masalah lingkungan seperti pembentukan kabut fotokimia.
21	$CF_2=CF_2$	Tetrafluoroetena	digunakan untuk membuat poli (tetrafluoroetena) – PTFE.
22	$CH_2=CHCl$,	Kloroetena,	digunakan untuk membuat poli(kloroetea) – biasa disebut PVC.
23	$CHCl_3$	Kloroform	obat bius (anestetika) dan sebagai pelarut untuk lemak, lilin, dan minyak. Namun demikian, efek samping dari kloroform dapat merusak hati sehingga jarang dipakai sebagai obat bius, kecuali untuk penelitian di laboratorium
24	CHI_3	Iodoform	berwujud padat pada suhu kamar, berwarna kuning, dan mempunyai bau yang khas sebagai antiseptic
25	CCl_4	Tetraklorokarbon	zat cair yang tidak berwarna dengan massa jenis lebih besar dari air. tidak terbakar sehingga sering digunakan sebagai pemadam kebakaran. Selain itu, juga digunakan sebagai pelarut untuk lemak dan minyak
26	CF_2Cl_2	Fluorokarbon	senyawa karbon yang mudah menguap, tidak beracun, tidak mudah terbakar, dan tidak berbau, digunakan secara luas sebagai pendingin dan sebagai gas propelan dalam aerosol



D. Aktivitas Pembelajaran

Lembar Kerja 1. Sifat Fisik dan Kimia Alkohol

I. Pendahuluan

Dalam kehidupan sehari-hari senyawa karbon yang terkenal adalah alkohol. Alkohol merupakan senyawa dimana molekulnya memiliki gugus hidroksil (-OH) yang berada pada atom karbon jenuh.

II. Tujuan

Mengamati sifat fisik dan kimia dari alkohol

III. Cara Kerja

a. Densitas

Alat yang di gunakan : Piknometer

Cara Kerja :

- Masukkan piknometer dalam desikator (untuk mengeringkan piknometer)
- Timbang piknometer kosong, catat sebagai M1
- Masukkan bahan cair yang akan diukur densitasnya.
- Timbang piknometer + bahan, catet sebagai M2
- Hitunglah densitas/massa jenis alkohol dengan rumus :

$$\rho = \frac{M_2 - M_1}{V_{\text{Piknometer}}}$$

- Keterangan :

ρ = densitas bahan

M2 = berat piknometer + bahan yang akan diukur densitasnya (gram)

M1 = berat piknometer kosong

$V_{\text{piknometer}}$ = Volume piknometer (mL)

b. Kelarutan senyawa dalam pelarut aquades

Alat yang digunakan : Tabung reaksi dan pipet tetes

Cara Kerja : (Metode Vogel's)¹⁸⁾

- Masukkan 0,2 mL senyawa yang akan diuji ke dalam tabung reaksi.
- Tambahkan akuades ke dalam tabung reaksi sebanyak 1,0 mL
- Goyangkan, kemudian amati campuran tersebut.
- Tambahkan akuades lagi sebanyak 1,0 mL, goyangkan dan amati.
- Apabila setelah 3,0 mL akuades, sampai tidak larut berarti sampel tersebut tidak larut dalam akuades



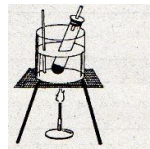
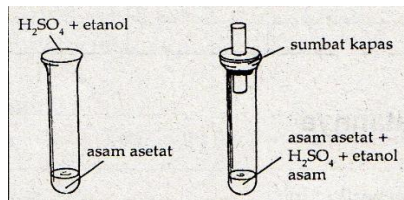
c. Reaksi Esterifikasi

Reaksi esterifikasi adalah reaksi kimia pembentukan ester. Pada reaksi ini asam karboksilat bereaksi dengan alkohol menghasilkan ester. Ester yang terbentuk ditandai dengan bau khas tergantung dari alkohol yang direaksikannya.

❖ Alat yang digunakan :

- Tabung reaksi
- Pipet tetes
- *Waterbath* (penangas air)

❖ Cara Kerja



- Masukkan 1 mL sampel ke dalam tabung reaksi
- Tambahkan ke dalamnya 5 tetes asam asetat,
- Tambahkan 2 mL asam sulfat pekat ke dalam campuran,
- Tutup ujung tabung dengan kapas, kemudian panaskan dalam *waterbath* (penangas air) selama ± 1 menit
- Amati perubahan yang terjadi (apakah bau yang timbul harum?)
- Ulangi pekerjaan diatas dengan menggunakan metanol, asam salisilat dan 20 tetes asam sulfat pekat.

d. Oksidasi Alkohol

Oksidasi alkohol primer menjadi asam karboksilat

($\text{RCH}_2\text{OH} \rightarrow \text{RCO}_2\text{H}$).

Alkohol primer dapat dioksidasi menjadi asam karboksilat dengan potasium permanganat. Reaksi ini biasanya dilakukan pada larutan dasar di mana MnO_2 mengendap saat oksidasi berlangsung.

Alat yang dipergunakan:

- Tabung reaksi
- Pipet tetes
- *Waterbath* (penangas air)

Cara Kerja:



- Masukkan kalium dikromat sebanyak 2 mL ke dalam tabung reaksi
- Tambahkan 4 tetes asam sulfat pekat
- Tambahkan 4 tetes sampel alkohol
- Panaskan perlahan-lahan, kemudian amati perubahan warna yang terjadi (hijau?)



Lembar Kerja 2

Membedakan Alkohol dan Eter

1. Pendahuluan

Alkohol dan eter merupakan senyawa yang berisomer fungsi. Alkohol dan eter mempunyai jumlah atom-atom C, H, O yang sama sehingga ketika dibakar akan menghasilkan jumlah mol CO_2 dan H_2O yang sama.

2. Tujuan

Mengidentifikasi perbedaan alkohol dan eter.

3. Alat dan Bahan

- Etanol
- Dietil eter
- Logam Na
- Pipet tetes
- Tabung reaksi
- Penjepit tabung reaksi
- Pinset
- Gelas ukur 10 mL

4. Cara Kerja

- a. Siapkan 2 buah tabung reaksi, Tabung 1 masukkan 3 mL etanol, dan tabung 2 masukkan 3 mL dietil eter.
- b. Ambil logam Na menggunakan pinset, kemudian masukkan logam Na, kira-kira sebesar butiran kacang hijau ke dalam 2 tabung yang berisi etanol dan dietil eter secara hati-hati.
- c. Amati perubahan yang terjadi, kemudian catat dalam tabel!

Perlakuan	Hasil Pengamatan
Etanol + Na	
Dietil eter + Na	

5. Pertanyaan dan diskusi

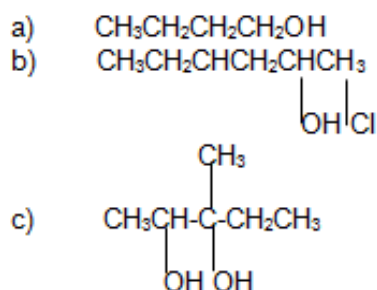
- a. Bagaimana perubahan yang terjadi pada reaksi antara alkohol dengan logam Na dan dietil eter dengan logam Na?
- b. Faktor apakah yang membedakan kedua reaksi tersebut?



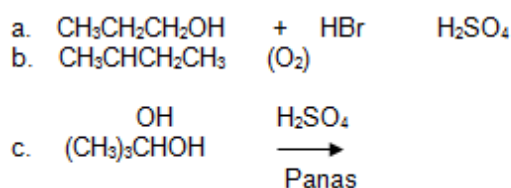
E. Latihan/Tugas/Kasus

Untuk memperdalam pemahaman anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

1. Jelaskan mengapa n-butanol mempunyai titik didih yang lebih tinggi dari dietil eter yang mempunyai bobot yang sama!
2. Etanol, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, larut dalam air dengan segala perbandingan, sedangkan dekanol, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_9\text{OH}$ hampir tidak larut dalam air. Berikan alasan mengapa demikian!
3. Tuliskan nama IUPAC untuk senyawa di bawah ini



4. Berikan gambar struktur dari senyawa di bawah ini:
 - a. sek-butil alkohol
 - b. etil metil eter
 - c. ter-3-heksanol
5. Selesaikan reaksi di bawah ini:



6. Berikan masing-masing satu kegunaan dari senyawa berikut:
 - a. etanol
 - b. isopropilalkohol
 - c. etilen glikol



7. Carilah produk beralkohol yang ada di masyarakat. Perhatikan labelnya dan tuliskan jenis alkohol yang ada di dalamnya. Cari Juga produk yang mengandung eter. Perhatikan labelnya dan tuliskan jenis alkohol yang ada di dalamnya.
8. Tuliskan rumus struktur dan nama semua isomer dari :
 - a. Monoklorobutana
 - b. Diklorobutana
9. Bagaimana rumus struktur dan apakah guna persenyawaan tersebut di bawah ini :
 - a. Monokloroetana
 - b. Tetraklorometana
 - c. Triklorometana
 - d. Triiodometana
 - d. Freon 12
 - e. Kloroprena
10. Selesaikan reaksi-reaksi berikut ini:
 - a. Monokloroetana dalam eter + Na
 - b. 2-monoiodopropana + KOH dalam air
 - c. 2-monoklorobutana + NH_3
 - d. 1-monokloropropana + KCN
 - e. 1-monokloropropana + perakoksida basah
 - f. 1-monokloropropana + peraksetat
 - g. 1-monokloropropana + Na-etanolat



F. Rangkuman

Alkohol dengan massa molekul rendah dapat larut dalam air dengan baik. Kelarutan dalam air ini lebih disebabkan oleh ikatan hidrogen antara alkohol dan air. Semakin panjang rantai karbon semakin kecil kelarutannya dalam air.

Eter tidak dapat membentuk ikatan hidrogen antara molekul- molekulnya, karena tidak ada hidrogen yang terikat pada oksigen. Tetapi jika dicampur dengan air eter dapat membentuk ikatan hidrogen dengan air. Karena ikatan hidrogen dengan H_2O inilah maka kelarutan dietil eter hampir sama dengan 1-butanol.

Senyawa haloalkana adalah senyawa yang terdiri atas hidrogen, karbon dan halogen. Banyaknya senyawa alkana disebabkan karena keistimewaan yang dimiliki oleh atom karbon pada senyawa haloalkana, berdasarkan jumlah atom karbon yang diikat, atom karbon dibedakan atas karbon primer, sekunder, tersier, dan kuartener. Ikatan yang terjadi pada senyawa alkana adalah ikatan kovalen. Pada senyawa Haloalkana, dikenal istilah isomer, yaitu senyawa yang mempunyai rumus kimia sama tetapi rumus strukturnya berbeda.

G. Umpan Balik

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%, silahkan Anda terus mempelajari Kegiatan pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 80%, sebaiknya Anda ulangi kembali kegiatan pembelajaran ini.



KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS

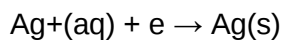
Kunci Jawaban Hukum Faraday I dan II

1. Diketahui:

$$i = 5 \text{ ampere}$$

$$t = 20 \text{ menit} = 1200 \text{ detik}$$

Reaksi yang terjadi:



Massa perak :

$$\begin{aligned} \text{Massa Ag} &= \frac{m_{ek} \cdot i \cdot t}{96485} \\ &= \frac{107,9}{1} \times \frac{5 \text{ A} \times 1200 \text{ s}}{96485 \text{ C mol}^{-1}} = 6,71 \text{ g} \end{aligned}$$

Jadi, perak yang mengendap pada katoda adalah 6,71 gram.

2. Diketahui :

$$I = 10 \text{ A}$$

$$t = 10 \text{ menit} = 600 \text{ sekon}$$

$$\text{Ar Zn} = 65$$

Massa Zn :

$$\begin{aligned} \text{Massa Zn} &= \frac{m_{ek} \cdot i \cdot t}{96485} \\ &= \frac{65}{2} \times \frac{10 \text{ A} \times 600 \text{ s}}{96485 \text{ C mol}^{-1}} = 2,02 \text{ g} \end{aligned}$$

Jadi, seng yang mengendap sebanyak 2,02 gram.

3. Jawaban yang benar adalah jawaban D. $1,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$
4. Jawaban yang benar adalah jawaban B. 0,20 gram



5. Jika diketahui $w_{H_2} = 0,504$ gram, $e_{H_2} = 1 : 1 = 1$, $e_{O_2} = 16:2 = 8$, maka massa oksigen yang terbentuk adalah:

$$\frac{w_{H_2}}{w_{O_2}} = \frac{e_{H_2}}{e_{O_2}}$$

$$\frac{0,504}{w_{O_2}} = \frac{1}{8}$$

$$w_{O_2} = 4,032 \text{ gram}$$

Kunci Jawaban termokimia

1. B : . + 492 kJ mol⁻¹
2. A : $2a = c - 2b$
3. A. -1.034 kJ
4. B. $(y - x)/2$
5. C: 3

Kunci Jawaban laju reaksi

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kunci	C	A	B	C	A	C		B	B	

Kunci Jawaban Alkohol, Eter, dan Haloalkana

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

EVALUASI

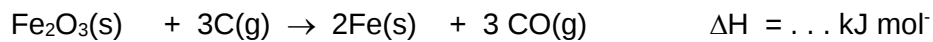
Hukum Faraday I dan hukum Faraday II

1. Accu mobil yang telah di “charge” erisi penuh dapat mensuplai muatan listrik sebesar $1,8 \times 10^5$ C. Reaksi yang terjadi pada accu adalah
$$\text{Pb(s)} + \text{PbO}_2\text{(s)} + 4\text{H}^+\text{(aq)} + 2\text{SO}_4^{2-}\text{(aq)} \rightarrow 2\text{PbSO}_4\text{(s)} + 2\text{H}_2\text{O(l)}$$
Berapa massa timbal ($A_r = 207$) yang digunakan pada saat pengisian listrik pada accu mobil ($F = 96500 \text{ Cmol}^{-1}$)?
A. $\frac{1,8 \times 10^5 \times 207}{96500} \text{ g}$
B. $\frac{1,8 \times 10^5 \times 207}{2 \times 96500} \text{ g}$
C. $\frac{2 \times 1,8 \times 10^5 \times 207}{96500} \text{ g}$
D. $\frac{2 \times 1,8 \times 10^5 \times 207}{2 \times 96500} \text{ g}$
2. Sebanyak 1 liter larutan CrCl_3 1M dielektrolisis dengan arus 6 Ampere. Jika diketahui $A_r \text{ Cr} = 52$; $1 \text{ F} = 96500 \text{ Cmol}^{-1}$. Berapa detik waktu yang diperlukan untuk mengendapkan logam krom sebanyak 3,88 gram ?
A. $\frac{52 \times 6 \times 3.88}{3 \times 96500} \text{ detik}$
B. $\frac{52 \times 6 \times 3 \times 3.88}{96500} \text{ detik}$
C. $\frac{3.88 \times 3 \times 96500}{52 \times 6} \text{ detik}$
D. $\frac{52 \times 6}{3.88 \times 3 \times 96500} \text{ detik}$

Perubahan Entalpi reaksi

3. Diketahui persamaan termokimia reaksi pembentukan Fe_2O_3 dan CO_2 .
$$2 \text{Fe(s)} + 3/2 \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)} \quad \Delta H = -822 \text{ kJ mol}^{-1}$$
$$\text{C(s)} + 1/2 \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CO(g)} \quad \Delta H = -110 \text{ kJ mol}^{-1}$$

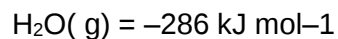
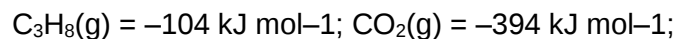
Berapakah perubahan entalpi untuk reaksi berikut ini?



- A. + 712 kJ mol⁻¹
B. + 492 kJ mol⁻¹
C. - 492 kJ mol⁻¹
D. - 712 kJ mol⁻¹

4. Jika ΔH° pembakaran $C_4H_8(g) = x \text{ kJ mol}^{-1}$, ΔH° reaksi: $2C_2H_4(g) \rightarrow C_4H_8(g) = y \text{ kJ mol}^{-1}$ maka ΔH° untuk pembakaran $C_2H_4(g)$ adalah
- A. $(x+y)/2$
B. $(y - x)/2$
C. $x + (y/2)$
D. $(x/2) + y$

5. Jika data entalpi pembentukan standar:



Harga ΔH untuk pembakaran propana:



adalah

- A. -1.034 kJ
B. -1.121 kJ .
C. -1.134 kJ
D. -2.222 kJ

6. Data percobaan laju reaksi $2 \text{CO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \longrightarrow \text{CO}_{2(g)}$ adalah sebagai berikut :

No	Konsentrasi awal (M)		Laju reaksi M detik ⁻¹
	CO	O ₂	
1	2×10^{-3}	2×10^{-3}	4×10^{-3}
2	4×10^{-3}	2×10^{-3}	8×10^{-3}
3	4×10^{-3}	8×10^{-3}	32×10^{-3}

Rumus laju reaksi tersebut adalah

- A. $V = k (\text{CO}) (\text{O}_2)$
B. $V = k (\text{CO})^2 (\text{O}_2)$
C. $V = k (\text{CO}) (\text{O}_2)^2$



$$D. V = k (\text{CO}) (\text{O}_2)^3$$

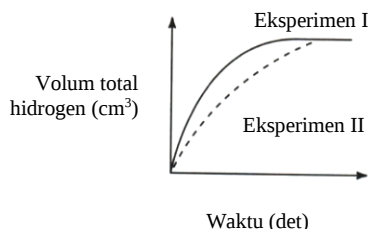
Faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi

7. Data hasil percobaan untuk reaksi antara zat A dan B adalah sebagai berikut.

No	Zat yang Bereaksi		Suhu. °C	Waktu(dtk)
	A	B		
1	2 gram serbuk	2,0 M	27	10
2	2 gram larutan	2,0 M	27	8
3	2 gram bongkah	2,0 M	27	26
4	2 gram larutan	4,0 M	27	4
5	2 gram larutan	2,0 M	27	4

Berdasarkan data percobaan 1 dan 3 di atas, faktor yang mempengaruhi laju reaksi adalah

- konsentrasi
 - katalis
 - luas permukaan
 - perubahan temperature
8. Grafik berikut menunjukkan volum total hidrogen pada kondisi STP yang diplot terhadap waktu reaksi antara asam klorida encer dengan magnesium.



Berikut beberapa pernyataan yang berhubungan dengan grafik di atas.

- Suatu katalis digunakan dalam percobaan I tetapi tidak dalam percobaan II.
- Suhu larutan asam pada percobaan I lebih tinggi daripada percobaan II.
- Dalam percobaan I, magnesium yang digunakan berupa butiran yang ukurannya lebih kecil daripada magnesium yang digunakan pada percobaan II.

Diantara pernyataan berikut yang **benar** adalah

- Pernyataan 1, 2, dan 3 benar
- Pernyataan 2 dan 3 benar
- Hanya pernyataan 1 yang benar
- Pernyataan 1 dan 2 benar



9. Dalam wadah tertutup senyawa A terurai secara spontan dengan persamaan reaksi.



Di bawah ini diperoleh data laju reaksi sebagai fungsi konsentrasi awal A.

	[A] (mol L ⁻¹)	Laju mol L ⁻¹ s ⁻¹
1.	$4,0 \times 10^{-2}$	$1,02 \times 10^{-9}$
2.	$6,0 \times 10^{-2}$	$1,02 \times 10^{-9}$
3.	$8,0 \times 10^{-2}$	$1,02 \times 10^{-9}$

Pernyataan yang benar untuk reaksi di atas adalah....

- A. orde reaksi = 1
 - B. satuan k = s⁻¹
 - C. orde reaksi = 0
 - D. $t_{1/2} = 0,693/k$
10. Pada reaksi $\text{NH}_3(g) + \text{HCl}(g) \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(g)$ pada suhu 75°C diperoleh data sebagai berikut:

Percobaan	[NH ₃] mol/ L	[HCl] mol/L	Laju mol L ⁻¹ detik ⁻¹
1	0.05	0.02	3×10^{-2}
2	0.1	0.02	1.2×10^{-1}
3	0.1	0.06	3.6×10^{-1}

Berapa konstanta laju reaksi untuk reaksi tersebut?

- E. 30 mol⁻¹L detik⁻¹
- F. 60 mol⁻²L² detik⁻¹
- G. 300 mol⁻¹L detik⁻¹
- H. 600 mol⁻²L² detik⁻¹



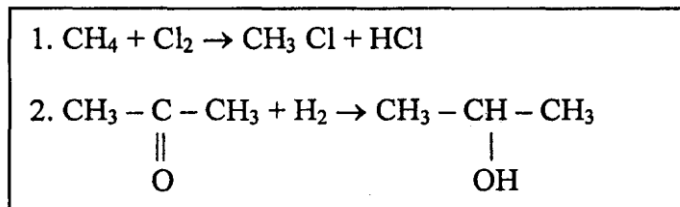
11. Data percobaan laju reaksi $2 \text{CO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \longrightarrow \text{CO}_{2(g)}$ adalah sebagai berikut :

No	Konsentrasi awal (M)		Laju reaksi M detik ⁻¹
	CO	O ₂	
1	2×10^{-3}	2×10^{-3}	4×10^{-3}
2	4×10^{-3}	2×10^{-3}	8×10^{-3}
3	4×10^{-3}	8×10^{-3}	32×10^{-3}

Rumus laju reaksi tersebut adalah

- A. $V = k (\text{CO}) (\text{O}_2)$
 - B. $V = k (\text{CO})^2 (\text{O}_2)$
 - C. $V = k (\text{CO}) (\text{O}_2)^2$
 - D. $V = k (\text{CO}) (\text{O}_2)^3$
12. Senyawa yang digunakan sebagai bahan anestesi adalah
- A. etanol
 - B. metanol
 - C. dietil eter
 - D. etil metal eter

Persamaan reaksi berikut digunakan untuk menjawab soal nomor 8 dan 9.



13. Jenis reaksi yang terjadi pada nomor 1 dan 2 berturut-turut adalah....
- A. adisi dan substitusi
 - B. substitusi dan alkilasi
 - C. substitusi dan adisi
 - D. eliminasi dan adisi
14. Isomer fungsi dan senyawa 2- metil - 2- propanol adalah....
- A. etoksi propana
 - B. etoksi etana
 - C. metoksi butana
 - D. 1-butanol



15. Suatu senyawa karbon dengan rumus molekul C_3H_8O tidak bereaksi dengan logam Na, tetapi bereaksi dengan HI menghasilkan senyawa alkil iodida dan alkohol. Senyawa tersebut mempunyai gugus fungsi....
- A. - O -
 - B. - OH
 - C. - CHO
 - D. -CO
 - E. - COO

PENUTUP

Modul Profesional Guru Pembelajar Mata Pelajaran Kimia Kelompok Kompetensi D yang berjudul Redoks 4, termokimia 2, Laju reaksi 1, Alkohol, eter dan haloalkana disiapkan untuk guru baik secara mandiri maupun tatap muka di lembaga pelatihan atau di MGMP. Materi modul disusun sesuai dengan kompetensi profesional yang harus dicapai guru pada Kelompok Kompetensi D. Guru dapat belajar dan melakukan kegiatan sesuai dengan rambu-rambu/instruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, praktik dan latihan. Modul ini juga mengarahkan dan membimbing peserta dan para widyaiswara/fasilitator untuk menciptakan proses kolaborasi belajar dan berlatih dalam pelaksanaan kegiatan.

Untuk pencapaian kompetensi pada Kelompok Kompetensi D 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

- Abdul Haris Watoni.2002. *Menyongsong OSN Kimia SMA*. Yogyakarta. Intersolusi Pressindo.
- Ahmad Mutamakkin 2008*Pengembangan Media Pembelajaran Kimia Organik SMA Berbasis Multimedia Komputer*. Malang: Universitas Negeri Malang
- Bailey,PhilipS.,Bailey,Christina.1995,*OrganicChemistryABriefSurveyOfConcepts AndApplications*,Edisikelima,PrenticeHall,NewJersey.
- Brady, James E. et all, (2009), *Chemistry*, 5th edition, New York, USA, John Wiley and Sons, Inc.
- Brown, Theodore L.,LeMay, Eugene., Bursten, Bruce E., Murphy, Catherine, J. 2009. *Chemistry, The Central Science*. Eleventh Edition, USA :Pearson Education, Inc, Inc.
- Chang Raymon. (2006). *General Chemistry*, Fourth Edition, New York: The McGraw Hill Companies.
- Chang Raymond.2008. *General Chemistry : The Essensial Concepts*. Fourth Edition, New York : Mc Graw- Hill.
- Chua S. (2000). *Chemistry MCQ with HELPS*, GCE 'A'LEVEL. Singapore. Redspot.
- Curran, L. 2001. *Science Help Online Chemistry*. Fordham Preparatory School.
- Davis, Peck, et all. 2010. *The Foundation of Chemistry*. USA: Brooks/Cole Cengage Learning.
- Devi, Poppy, K., 2007, *Kimia 3, Kelas XII SMA dan MA*, Edisi pertama, Remaja Rosdakarya, Bandung.
- Devi, Poppy, K., Kalsum,Siti., dkk. 2009. *Kimia 2, Kelas XI SMA dan MA*. Edisi BSE. Jakarta. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Domingo. Cristina MA. 2005. *Chemistry (Science & Technology III Skills Builder & Exercices*. Philippines : Great Minds Book Sales, Inc.



- Fessenden & Fessenden.1987. *Kimia Organik*. Jakarta: Erlangga.
- G.Ratz.1981.General Chemistry:Theori and Description.USA.Jovannovic.Inc
- 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.
- Harwood, Richard., Chemistry –New Edition., 7th edition, 2007, Cambridge University Press, New York.
- Hiskia Achmad, Tupamahu. 1996. Stoikiometri dan Energetika Kimia. Penuntun Belajar Kimia Dasar. Bandung . Citra Aditya Bakti
- Holtzclaw, Robinson, and Odom. 2011. *General Chemistry With QualitativeAnalysis*. Lexington: D.C Heath and Company
- Lee Eet Fong (1996). Science Chemistry, Exel in O-Level. Singapore. EPB Publisher.
- Lewis,Michel and Guy. (1997). Thinking Chemistry. London: Great Britain. Oxford University Press.
- Michael and Guy. 1997. *Thinking Chemistry*. GCSE Edition Great Britain, Oxford, Scotprint Ltd.
- Oxtoby, D. 2003. *Prinsip-prinsip Kimia Modern*, Erlangga, Jakarta
- Permanikasari, Lustika dan Andriani, Wanti. 2005 *Pemurnian Larutan Garam (Brine) dan Impuritas Ca^{2+} dan Mg^{2+} dengan Penambahan Na_2CO_3 dan NaOH*
- Petrucchi , Ralph H., et all, (2007), *General Chemistry, Principles & Modern Applications*, 9th edition, New Jersey, USA, Pearson Prentice Hall.
- Poppy, K. Devi.(2006). Kimia SMA II. Bandung. RemajaRosdakarya.
- Poppy K. Devi, et all (2009), *Kimia 2*, Jakarta: Pusat Perbukuan, Depdiknas
- Purwadi, S, dan Tobing, R.L., eds. *Moedjiadi et al. (1981). Pengelolaan Laboratorium IPA*. Jakarta : Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Rosbiono, M (2004). *Modul Pengadministrasian Alat dan Bahan Kimia*, Jakarta: Dikmenjur.
- Salamah.S., 2006, *Diktat Kimia Organik II*, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.



Silberberg, Martin, S., 2007, *Principles of General Chemistry*, Second Edition, McGraw Hill International Edition, New York.

Sopian, 2009. *Konsep Kelarutan*

Syukri. 1999. *Kimia Dasar* Jilid 2. ITB : Bandung.

Turella, Rella., Rahayu, Yuyu Sri. (2007). *Modul Kesetimbangan Kimia*. Bandung: PPPPTK IPA.

Whitten, Kenneth W., Davis, Raymond E., Peck, M. Larry., Stanley, George G. 2010. *Chemistry*. Ninth Edition. International Edition. USA. Brooks/Cole Cengage Learning.

Wilcox, Charles F., Wilcox, Mary F., 1995. *Experimental Organic Chemistry A Small-Scale Approach*, Edisi kedua, Prentice Hall, New Jersey.

<http://club-kimia-nk.blogspot.com/2008/12/logam-utama-golongan-iiia.html>

<http://chemisry.about.com>

<http://kimia.upi.edu.com/2009/konsep-kelarutan.htm>

<http://masterkimiaindonesia.com/materi-sma/alkali-tanah/>

<http://www.wikipedia.org> (diakses tanggal 24 Desember 2008)

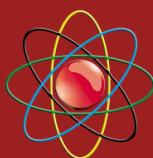


GLOSARIUM

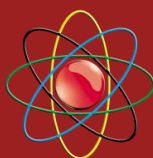
Alkanal	:	Senyawa organik yang mengandung gugus formil (-CHO) dengan rumus R-CHO.
Alkanon	:	Senyawa organik yang mengandung gugus karbonil (-CO-) dengan rumus umum RCOR'.
Eksoterm	:	suatu proses yang melepaskan kalor ke lingkungannya.
Endoterm	:	suatu proses yang memerlukan kalor dari lingkungannya.
Energi aktivasi	:	energi yang diperlukan untuk membentuk kompleks teraktivasi.
Energi ikatan	:	energi yang diperlukan untuk memisahkan dua atom yang berikatan kimia menjadi partikel yang netral atau radikal bebas.
Entalpi pembakaran	:	kalor yang diperlukan atau dilepaskan dalam pembakaran 1 mol zat dari unsur-unsurnya pada suhu 25°C dan tekanan 1 atm.
Entalpi pembentukan standar	:	kalor yang diperlukan atau dilepaskan dalam pembentukan 1 mol zat dari unsur-unsurnya pada suhu 25°C dan tekanan 1 atm
Entalpi penguraian standar	:	kalor yang diperlukan atau dilepaskan dalam penguraian 1 mol senyawa menjadi unsurunsurnya pada suhu 25°C dan tekanan 1 atm.
Grafik titrasi	:	grafik antara pH atau pOH larutan selama titrasi dengan volum zat penetrase (titran).
Hess, hukum	:	kalor yang menyertai suatu reaksi tidak bergantung pada



		jalan yang ditempuh, tetapi hanya pada keadaan awal dan akhir. Bila beberapa reaksi dapat dijumlahkan menjadi satu reaksi tunggal, maka kalor reaksinya juga dapat dijumlahkan.
Kalor	:	energi gerakan partikel materi yang dapat pindah dari suatu sistem materi ke yang lain. Kalorimeter 54 alat yang dipakai untuk mengukur kalor reaksi.
Katalis	:	suatu zat yang mengubah laju reaksi tetapi tidak bereaksi secara permanen.
Kemolaran	:	jumlah mol zat terlarut dalam tiap liter larutan.
Konstanta laju reaksi	:	perbandingan laju reaksi dengan konsentrasi dalam persamaan laju reaksi.
Laju reaksi	:	pengurangan pereaksi atau penambahan hasil reaksi per satuan waktu ($\text{mol L}^{-1}\text{s}^{-1}$).
Orde reaksi	:	jumlah pangkat konsentrasi pereaksi dalam persamaan laju reaksi.
Persamaan laju reaksi	:	suatu persamaan yang menunjukkan hubungan laju reaksi dengan konsentrasi pereaksi.
Sistem	:	bagian tertentu dari alam yang menjadi pusat perhatian.
Termokimia	:	pengukuran dan penentuan perubahan kalor yang menyertai reaksi kimia.



**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