



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020



Modul Pembelajaran SMA

KIMIA



KELAS
XI



SENYAWA HIDROKARBON
KIMIA KELAS XI

PENYUSUN
Drs. H. I Gede Mendera, M.T.
SMA Plus Negeri 17 Palembang

DAFTAR ISI

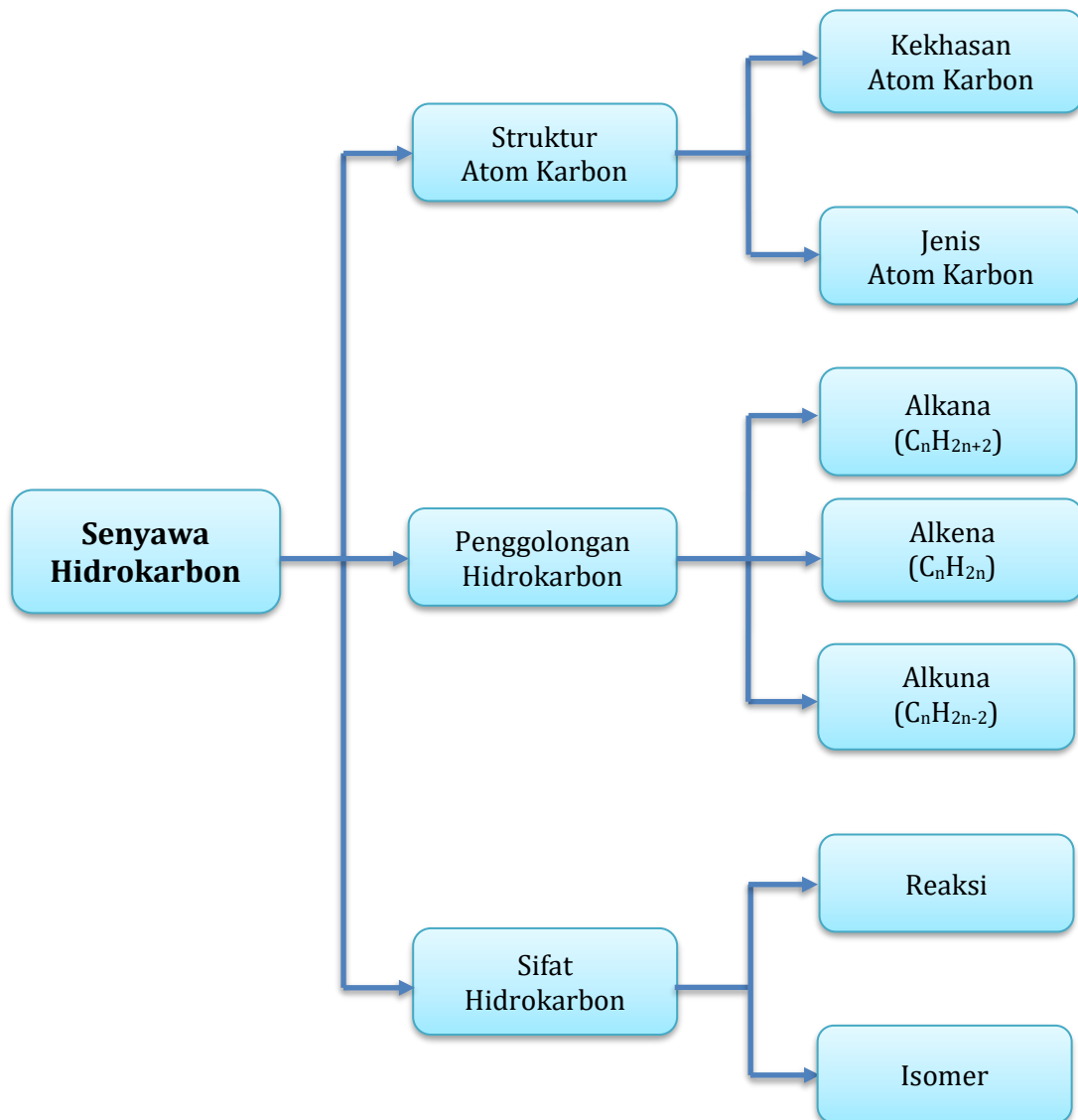
PENYUSUN	2
DAFTAR ISI	3
GLOSARIUM	5
PETA KONSEP	6
PENDAHULUAN	7
A. Identitas Modul	7
B. Kompetensi Dasar	7
C. Deskripsi Singkat Materi	7
D. Petunjuk Penggunaan Modul	7
E. Materi Pembelajaran	7
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	8
KEKHASAN ATOM KARBON DAN STRUKTUR ATOM KARBON	8
A. Tujuan Pembelajaran	8
B. Uraian Materi	8
C. Rangkuman	10
D. Penugasan Mandiri	11
E. Latihan Soal	11
F. Penilaian Diri	14
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	15
PENGGOLONGAN SENYAWA HIDROKARBON	15
A. Tujuan Pembelajaran	15
B. Uraian Materi	15
C. Rangkuman	21
D. Penugasan Mandiri	21
E. Latihan Soal	22
F. Penilaian Diri	27
KEGIATAN PEMBELAJARAN 3	28
SIFAT SENYAWA HIDROKARBON DAN ISOMER	28
A. Tujuan Pembelajaran	28
B. Uraian Materi	28
C. Rangkuman	31
D. Penugasan Mandiri	31
E. Latihan Soal	31
F. Penilaian Diri	34

EVALUASI	35
DAFTAR PUSTAKA.....	40

GLOSARIUM

- Elektron Valensi : elektron pada kelopak terluar yang terhubung dengan suatu atom, dan dapat berpartisipasi dalam pembentukan ikatan kimia
- Alkana : senyawa hidrokarbon jenuh dengan rantai atom karbon yang memiliki ikatan kovalen tunggal.
- Alkena : senyawa hidrokarbon tak jenuh dengan rantai atom karbon yang memiliki ikatan kovalen rangkap dua.
- Alkuna : senyawa hidrokarbon tak jenuh dengan rantai atom karbon yang memiliki ikatan kovalen rangkap tiga.
- Ikatan jenuh : ikatan antara dua atom karbon dengan ikatan kovalen tunggal.
- Ikatan tak jenuh : ikatan antara dua atom karbon dengan ikatan kovalen rangkap.
- Rantai terbuka : rantai atom karbon dengan ujung-ujung atom karbon yang tidak saling berhubungan.
- Rantai tertutup : hidrokarbon yang memiliki rantai atom karbon yang melingkar.
- Reaksi adisi : reaksi pemutusan ikatan rangkap.
- Reaksi substitusi : bentuk reaksi kimia, di mana suatu atom dalam senyawa kimia digantikan dengan atom lainnya.
- Reaksi eliminasi : reaksi yang biasanya ditandai dengan berubahnya ikatan tunggal menjadi ikatan rangkap dengan melepaskan molekul kecil.
- Reaksi oksidasi : reaksi pengikatan oksigen oleh suatu senyawa.
- Isomer : senyawa yang memiliki rumus molekul yang sama tetapi rumus bangun berbeda
- Cis - trans : isomer yang dimiliki oleh senyawa alkena yang tidak simetris, bila gugus yang sama sepihak disebut cis, bila berseberangan disebut trans

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Kimia
Kelas	: XI
Alokasi Waktu	: 8 x 45 menit (3 kegiatan pembelajaran)
Judul Modul	: Senyawa Hidrokarbon

B. Kompetensi Dasar

- 3.1 Menganalisis struktur dan sifat senyawa hidrokarbon berdasarkan kekhasan atom karbon dan golongan senyawanya.
- 4.1 Membuat model visual berbagai struktur molekul hidrokarbon yang memiliki rumus molekul yang sama

C. Deskripsi Singkat Materi

Senyawa hidrokarbon merupakan bagian dari senyawa karbon, yaitu senyawa karbon yang hanya mengandung atom karbon dan hidrogen. Pada modul ini akan dibahas kekhasan atom karbon, senyawa hidrokarbon jenuh (alkana), senyawa hidrokarbon tak jenuh (alkena dan alkuna), reaksi-reaksi senyawa karbon, dan isomer. Kekhasan atom karbon yaitu memiliki empat elektron valensi sehingga dapat membentuk empat ikatan kovalen dengan atom karbon maupun atom lainnya menyebabkan senyawa karbon banyak jumlahnya di alam.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Modul ini terbagi menjadi tiga topik yaitu:

- Pertama : Struktur dan Jenis-jenis Atom Karbon
- Kedua : Penggolongan Senyawa Hidrokarbon
- Ketiga : Sifat-sifat Senyawa Hidrokarbon dan Isomer

Kegiatan pembelajaran 1 dan 3 masing-masing 2 JP, sedangkan kegiatan pembelajaran 2 membutuhkan waktu 4 JP

Modul senyawa hidrokarbon berisi materi tentang bagian dari senyawa karbon yang akan menjadi prasyarat pengetahuan untuk mempelajari senyawa karbon di kelas XII. Agar modul dapat digunakan secara maksimal maka kalian diharapkan melakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pelajari dan pahami peta materi yang disajikan dalam setiap modul.
2. Pelajari dan pahami tujuan yang tercantum dalam setiap kegiatan pembelajaran.
3. Pelajari uraian materi secara sistematis dan mendalam dalam setiap kegiatan pembelajaran.
4. Kerjakan latihan soal di setiap akhir kegiatan pembelajaran untuk mengetahui tingkat penguasaan materi.
5. Lakukan penilaian individu untuk mengukur kelebihan dan kekurangan kalian terkait kompetensi yang sesuai.
6. Kerjakan soal evaluasi untuk mengukur kompetensi secara keseluruhan

E. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi 3 kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan, dan soal evaluasi.

- Pertama : Struktur dan Jenis-jenis Atom Karbon
- Kedua : Penggolongan Senyawa Hidrokarbon
- Ketiga : Sifat-sifat Senyawa Hidrokarbon dan Isomer

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

KEKHASAN ATOM KARBON DAN STRUKTUR ATOM KARBON

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari modul kegiatan pembelajaran 1 ini kalian diharapkan mampu menganalisis kekhasan atom karbon dan struktur atom karbon.

B. Uraian Materi

Salah satu rumpun senyawa yang melimpah di alam adalah senyawa karbon. Senyawa ini tersusun atas atom karbon dan atom-atom lain yang terikat pada atom karbon, seperti hidrogen, oksigen, nitrogen, dan atom karbon itu sendiri. Salah satu senyawa karbon paling sederhana adalah **hidrokarbon**. Hidrokarbon banyak digunakan sebagai komponen utama minyak bumi dan gas alam.

Tentu tidak asing lagi bagi kalian penggunaan gas elpiji untuk keperluan masak di rumah tangga seperti tampak pada gambar berikut.



Gambar 1. Tabung gas LPG

Lalu apakah kekhasan dari atom karbon? Bagaimanakah atom karbon membentuk senyawa hidrokarbon? Bagaimanakah menggolongkan senyawa hidrokarbon? Mari simak penjelasan berikut ini.

1. Kekhasan Atom Karbon

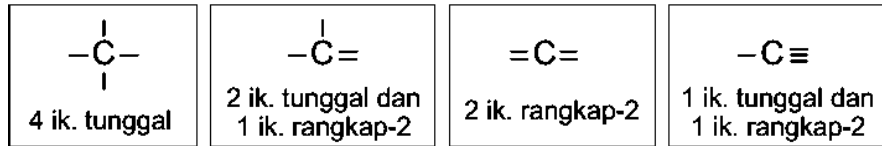
- a. Atom karbon membentuk empat ikatan kovalen
Atom karbon (C) merupakan pemeran utama dalam mempelajari hidrokarbon. Atom C ini memiliki karakteristik yang khas dibanding atom lainnya. Karakteristik itu adalah kemampuannya membentuk rantai C yang panjang. Mengapa bisa? Perhatikan konfigurasi atom C berikut !

${}^6\text{C} : 1s^2 2s^2 2p^2$, dari konfigurasi elektronnya dapat dinyatakan elektron valensinya = 4



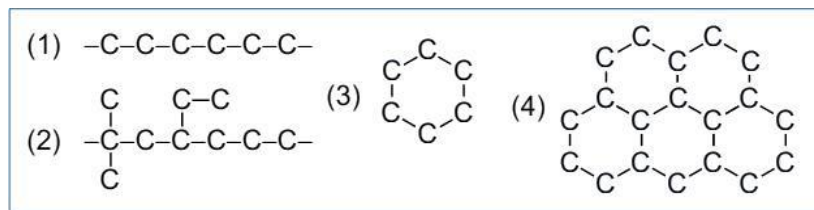
Peristiwa ini disebabkan atom C mempunyai **empat elektron valensi** yang dapat berikatan kovalen dengan atom sejenis atau atom lain.

- b. Atom karbon membentuk ikatan jenuh maupun tak jenuh
Atom karbon dapat berikatan dengan atom karbon lain membentuk rantai karbon dengan ikatan tunggal, ikatan rangkap dua atau ikatan rangkap tiga.



Gambar 2. Beberapa jenis ikatan kovalen pada atom C

- c. Atom karbon membentuk rantai terbuka maupun tertutup
Atom C dapat berikatan dengan atom C lain (sejenis), bahkan dapat membentuk rantai atom atom C baik *alifatik* (terbuka: lurus dan bercabang) maupun *siklik* (tertutup).



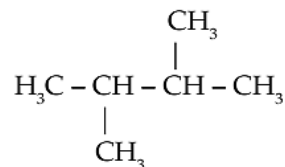
Gambar 3. Rantai karbon: (1) rantai lurus; (2) rantai cabang; (3) rantai tertutup; (4) jaring

2. Struktur Atom Karbon

Berdasarkan kemampuan atom karbon yang dapat berikatan dengan atom karbon lain, jenis atom karbon dikelompokkan menjadi empat, yaitu atom karbon primer, sekunder, tersier, dan kuartener. Istilah ini didasarkan pada jumlah atom karbon yang terikat pada atom karbon tertentu.

- a. Atom karbon primer
Atom karbon primer (C primer) adalah atom-atom karbon yang mengikat satu atom karbon lain.

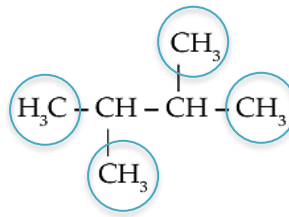
Contoh: Perhatikan senyawa berikut!



Dalam struktur senyawa hidrokarbon tersebut, coba kalian tentukan ada berapa buah atom C primer dan beri tanda!

Mari kita perhatikan struktur senyawa karbon di atas!

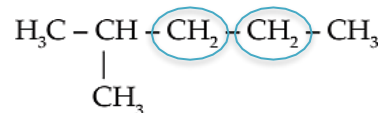
Senyawa tersebut terdiri dari enam buah atom C, atom karbon yang berikatan dengan satu atom karbon lain ada empat buah, yang ditandai dengan struktur dalam senyawa berupa $-\text{CH}_3$, seperti tampak pada gambar berikut.



b. Atom karbon sekunder

Atom karbon sekunder (atom C sekunder) adalah atom-atom karbon yang mengikat dua atom karbon tetangga.

Contoh: Perhatikan atom C yang ditandai pada senyawa berikut.

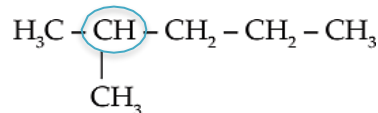


Atom C yang ditandai pada senyawa di samping merupakan atom C sekunder, karena diapit oleh dua atom C yang lain.

c. Atom karbon tersier

Atom karbon tersier (atom C tersier) adalah atom-atom karbon yang mengikat tiga atom karbon tetangga.

Contoh: Coba perhatikan senyawa di atas, adakah atom C tersiernya?

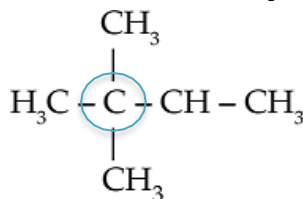


Ada ternyata! Jadi, senyawa di samping memiliki 1 atom C tersier. Lihat! Dia diapit oleh tiga atom C lain.

d. Atom karbon kuarterner

Atom karbon kuartener (dilambangkan dengan 4^0) adalah atom-atom karbon yang mengikat empat atom karbon tetangga.

Contoh: Perhatikan senyawa ini, bisakah kalian menemukan atom C kuartener? Atom C kuarterner diapit oleh empat atom C lain.



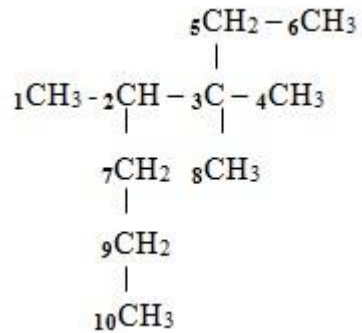
Senyawa di atas ternyata hanya memiliki satu atom C kuartener yaitu yang di beri tanda lingkaran.

C. Rangkuman

- Kekhasan atom karbon adalah
 - mampu membentuk 4 ikatan kovalen baik tunggal, rangkap 2, rangkap 3 dengan atom C atau atom lain.
 - mampu membentuk rantai karbon baik terbuka atau tertutup.
- Senyawa hidrokarbon adalah senyawa yang mengandung unsur C dan H. Contoh: alkana, alkena, dan alkuna.
- Berdasarkan kedudukan atom C dalam rantai karbon dapat dikelompokkan menjadi atom C primer, atom C sekunder, atom C tersier dan atom C kuartener.

E. CH₄ dan CO₂

5. Diberikan gambar struktur berikut:



Atom C primer, sekunder, tersier, & kuartener ditunjukkan oleh nomor

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

Kunci dan Pembahasan Soal Latihan

No	Kunci Jawaban	Pembahasan
1.	B	Senyawa hidrokarbon adalah senyawa karbon yang hanya terdiri dari atom C dan H
2.	E	Bila senyawa hidrokarbon dibakar sempurna akan dihasilkan gas CO ₂ dan uap air
3.	A	Karbon mempunyai nomor atom 6 dengan electron valensi 4, sehingga mampu membentuk empat ikatan kovalen dan dapat membentuk rantai yang panjang
4.	A	<ul style="list-style-type: none"> • Atom C primer adalah atom C yang berikatan dengan satu atom C lain • Atom C sekunder adalah atom C yang berikatan dengan dua atom C lain • Atom C tersier adalah atom C yang berikatan dengan tiga atom C lain • Atom C kuarternern adalah atom C yang berikatan dengan empat atom C lain
5.	B	<p>Hidrokarbon adalah senyawa yang terdiri dari atom karbon dan Hidrogen, sedangkan turunan hidrokarbon berasal dari karbon , hIdrogen dan atom lain seperti O</p> <ul style="list-style-type: none"> • adalah hidrokarbon dan turunan hidrokarbon • hidrokarbon dan hidrokarbon • hidrokarbon dan turunan hidrokarbon • bukan hidrokarbon dan bukan hidrokarbon • hidrokarbon dan bukan hidrokarbon

Pedoman Penskoran

Cocokkanlah jawaban kalian dengan Kunci Jawaban yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan kalian terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi tingkat penguasaan:

90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, kalian dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. Bagus! Jika masih di bawah 80%, kalain harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

F. Penilaian Diri

Isilah pertanyaan pada tabel di bawah ini sesuai dengan yang kalian ketahui, berilah penilaian secara jujur, objektif, dan penuh tanggung jawab dengan memberi tanda pada kolom pilihan.

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah kalian telah mampu menganalisis kekhasan atom karbon?		
2	Apakah kalian telah mampu menjelaskan mengapa senyawa karbon banyak jumlahnya di alam?		
3	Apakah kalian telah mampu membedakan struktur senyawa karbon rantai terbuka dan rantai tertutup?		
4	Apakah kalian telah mampu membedakan ikatan jenuh dan ikatan tak jenuh dalam senyawa karbon?		
5	Apakah kalian telah mampu membedakan antara atom C primer, sekunder, tersier dan kuarterner?		

Catatan:

Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pembelajaran,
Bila semua jawaban "Ya", maka kalian dapat melanjutkan ke pembelajaran
berikutnya.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

PENGGOLONGAN SENYAWA HIDROKARBON

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari modul kegiatan pembelajaran 2 ini kalian diharapkan mampu menggolongkan senyawa hidrokarbon dan mendeskripsikan tata nama senyawa hidrokarbon

B. Uraian Materi

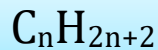
Berdasarkan jumlah ikatan antara atom karbon, senyawa karbon dikelompokkan menjadi senyawa jenuh dan tidak jenuh. Pada senyawa hidrokarbon jenuh, atom karbon dapat mengikat atom hidrogen secara maksimal. Senyawa yang tergolong hidrokarbon jenuh adalah golongan alkana. Senyawa hidrokarbon tak jenuh mengandung ikatan rangkap dua antar atom karbonnya yang disebut alkena dan ikatan rangkap tiga yang disebut alkuna.

Penggolongan senyawa hidrokarbon yaitu :

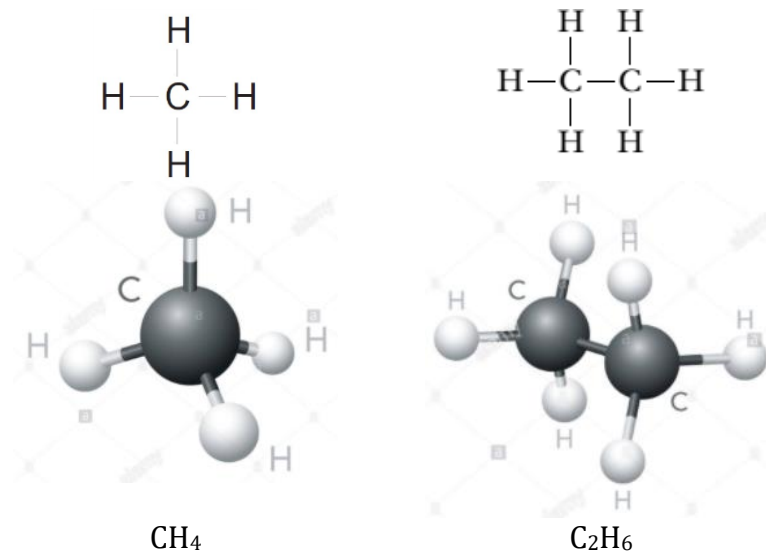
1. Alkana

a. Rumus Molekul Alkana

Senyawa alkana merupakan senyawa hidrokarbon dengan rantai karbon yang paling sederhana. Alkana merupakan senyawa hidrokarbon jenuh yang seluruh ikatannya pada atom karbonnya tunggal. Rumus umum alkana adalah



Jadi, apabila atom C ada 1, maka atom H pada senyawa alkananya adalah $2(1)+2$, yakni 4 buah sehingga rumus molekulnya adalah CH_4 . Apabila atom C ada 2, maka atom H pada senyawa alkananya adalah $2(2)+2$, yakni 6 buah. Bila dituliskan rumusnya menjadi C_2H_6 , dan jika dijabarkan akan menjadi seperti ini:



Berikut merupakan daftar nama 10 deret pertama dari senyawa alkana:

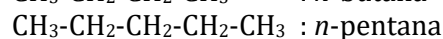
Tabel 1. Deret homolog alkana

Deret alkana	Rumus molekul	Rumus struktur
Metana	CH ₄	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$
Etana	C ₂ H ₆	CH ₃ -CH ₃
Propana	C ₃ H ₈	CH ₃ -CH ₂ -CH ₃
Butana	C ₄ H ₁₀	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃
Pentana	C ₅ H ₁₂	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃
Heksana	C ₆ H ₁₄	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃
Heptana	C ₇ H ₁₆	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃
Oktana	C ₈ H ₁₈	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃
Nonana	C ₉ H ₂₀	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃
Dekana	C ₁₀ H ₂₂	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃

b. Tata Nama Senyawa Alkana

1) Alkana rantai lurus diberi nama dengan awalan n (n = normal).

Contoh:



2) Alkana rantai bercabang :

a) Rantai induk diambil rantai karbon terpanjang.

b) Beri nomor pada rantai terpanjang dimulai dari ujung yang paling dekat dengan cabang,

c) Cabang merupakan gugus alkil. Rumus umum alkil C _{n} H_{2 n +1}. Nama alkil sama dengan nama alkana dengan jumlah atom C sama, hanya akhiran -ana diganti -il.

Tabel 2. Deret homolog alkil

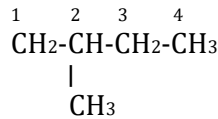
Jumlah Karbon	Struktur	Nama Alkil
1	CH ₃ -	Metil
2	CH ₃ -CH ₂ -	Etil
3	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -	Propil
4	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -	Butil
5	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -	Pentil/amil

- Jika hanya ada satu cabang maka rantai cabang diberi nomor sekecil mungkin.
- Jika alkil cabang lebih dari satu dan sejenis menggunakan awalan Yunani (di = 2, tri = 3, tetra = 4, dan seterusnya) dan jika berbeda jenis diurutkan sesuai alfabetis.

d) Urutan penamaan senyawa alkana :

1. Nomor alkil/cabang; 2. Nama Alkil/cabang;
3. Nama rantai utama

Contoh 1 :

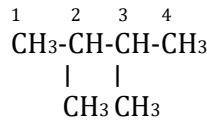


namanya : 2-metil butana

Penjelasan:

- Rantai induknya terdiri dari empat atom C namanya butana
- Penomoran dimulai dari ujung yang paling dekat dengan cabang, yaitu dari kiri
- Cabang terletak pada nomor 2
- Nama cabangnya metil (alkil terdiri dari satu atom C) sehingga namanya : 2-metil butana

Contoh 2 :

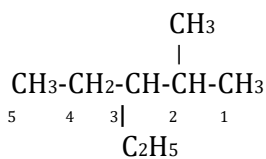


namanya : 2,3-dimetilbutana

Penjelasan:

- Rantai induknya terdiri dari empat atom C, namanya butana
- Penomoran dapat dimulai dari ujung kanan atau kiri
- Cabang terletak pada nomor 2, dan 3
- Nama cabangnya metil, jumlah cabang ada dua (di beri awalan : di), sehingga namanya : 2,3-dimetilbutana

Contoh 3 :



namanya : 3-etil-2-metilpentana

Penjelasan:

- Rantai induknya terdiri dari lima atom C, namanya pentana
- Penomoran dimulai dari ujung kanan (paling dekat dengan cabang)
- Cabang terletak pada nomor 2 (metil) dan 3 (etil)
- Nama cabangnya metil dan etil (penulisan berdasarkan urutan abjad), sehingga namanya : 3-etil-2-metilpentana

2. Alkena

a. Rumus Molekul Alkena

Alkena merupakan senyawa hidrokarbon yang mempunyai ikatan rangkap dua pada rantai karbonnya ($-C=C-$). Rumus umum alkena adalah



Bila jumlah atom C = 2, maka jumlah atom H = $2 \times 2 = 4$, rumus molekulnya C_2H_4 . Mengapa tidak ada alkena dengan rumus molekul C = 1? Karena pada alkena harus terdapat satu ikatan rangkap dua antar atom C sehingga alkena yang paling sederhana adalah etena (C_2H_4).

Tabel 3. Deret homolog alkena

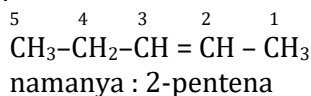
Deret alkena	Rumus molekul	Rumus struktur
Etena	C_2H_4	$CH_2=CH_2$
Propena	C_3H_6	$CH_2=CH-CH_3$
1-butena	C_4H_8	$CH_2=CH-CH_2-CH_3$
1-pentena	C_5H_{10}	$CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_3$
1-heksena	C_6H_{12}	$CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
1-heptena	C_7H_{14}	$CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
1-oktana	C_8H_{16}	$CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
1-nonena	C_9H_{18}	$CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
1-dekena	$C_{10}H_{20}$	$CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

b. Tata Nama Alkena

1) Alkena Rantai Lurus

Atom karbon yang berikatan rangkap ($-C=C-$) diberi nomor yang menunjukkan ikatan rangkap tersebut. Penomoran dimulai dari ujung rantai yang paling dekat dengan ikatan rangkap.

Contoh :



Penjelasan :

- Rantai induk/terpanjang terdiri dari 5 atom C, namanya = pentena
- Penomoran dari ujung kanan karena lebih dekat dengan posisi ikatan rangkap, yaitu nomor 2
- Posisi ikatan rangkap berada pada atom C nomor 2 dan atom C nomor 3, sehingga nomor rangkapnya dituliskan nomor 2, sehingga namanya: 2-pentena

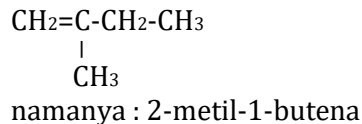
2) Alkena Rantai Bercabang

Penamaan alkena rantai bercabang hampir sama dengan penamaan alkana. Hal yang membedakan hanya pada penomoran posisi untuk ikatan rangkap pada alkena. Aturan yang digunakan tetap sama, yakni:

- a) Menentukan rantai utama, yaitu rantai terpanjang dan memiliki ikatan rangkap
- b) Penomoran rantai utama diawali dari yang paling dekat dengan ikatan rangkap, **bukan** dari cabang terdekat
- c) Urutan penulisan nama senyawa alkuna:

1. Nomor cabang /alkil; 2. Nama cabang/alkil;
3. Nomor ikatan rangkap; 4. Nama Alkuna

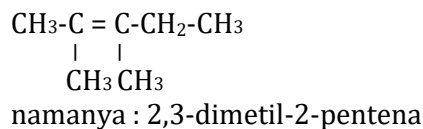
Contoh 1 :



Penjelasan :

- Rantai induk/terpanjang terdiri dari 4 atom C, namanya = butena
- Penomoran dari ujung kiri karena lebih dekat dengan posisi ikatan rangkap, yaitu nomor 1
- Posisi ikatan rangkap berada pada atom C nomor 1 dan atom C nomor 2, sehingga nomor rangkapnya dituliskan nomor 1
- Cabang/alkil terletak pada atom C nomor 2, nama cabangnya metil sehingga namanya : 2-metil-1-butena

Contoh 2 :



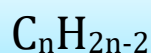
Penjelasan :

- Rantai induk/terpanjang terdiri dari 5 atom C namanya pentena
- Penomoran dari ujung kiri karena lebih dekat dengan posisi ikatan rangkap, yaitu nomor 2
- Posisi ikatan rangkap berada pada atom C nomor 2 dan atom C nomor 3, sehingga nomor rangkapnya dituliskan nomor 2
- Cabang/alkil terletak pada atom C nomor 2 dan 3, nama cabangnya metil, jumlahnya ada dua (diberi awalan di) sehingga namanya : 2,3-dimetil-2-pentena

3. Alkuna

a. Rumus Molekul Alkuna

Alkuna merupakan senyawa hidrokarbon dengan ikatan rangkap tiga ($-\text{C}\equiv\text{C}-$). Rumus umum alkuna adalah



Bila jumlah atom C = 2, maka jumlah atom H = $(2 \times 2) - 2 = 2$, rumus molekulnya C_2H_2 . Mengapa tidak ada alkuna dengan rumus molekul C = 1? Karena pada alkuna harus terdapat satu ikatan rangkap tiga antar atom C sehingga alkuna yang paling sederhana adalah etuna (C_2H_2).

Tabel 4. Deret homolog alkuna

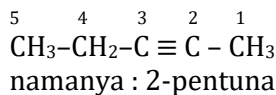
Deret alkana	Rumus molekul	Rumus struktur
Etuna	C_2H_2	$CH \equiv CH$
Propuna	C_3H_4	$CH \equiv C-CH_3$
1-Butuna	C_4H_6	$CH \equiv C-CH_2-CH_3$
1-Pentuna	C_5H_8	$CH \equiv C-CH_2-CH_2-CH_3$
1-Heksuna	C_6H_{10}	$CH \equiv C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
1-Heptuna	C_7H_{12}	$CH \equiv C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
1-Oktuna	C_8H_{14}	$CH \equiv C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
1-Nonuna	C_9H_{16}	$CH \equiv C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
1-Dekuna	$C_{10}H_{18}$	$CH \equiv C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

b. Tana Nama Alkuna

1) Alkuna Rantai Lurus

Atom karbon yang berikatan rangkap ($-C \equiv C-$) diberi nomor yang menunjukkan ikatan rangkap tiga tersebut. Penomoran dimulai dari ujung rantai yang paling dekat dengan ikatan rangkap.

Contoh :



Penjelasan :

- Rantai induk/terpanjang terdiri dari 5 atom C, namanya = pentuna
- Penomoran dari ujung kanan karena lebih dekat dengan posisi ikatan rangkap tiga, yaitu nomor 2
- Posisi ikatan rangkap berada pada atom C nomor 2 dan atom C nomor 3 sehingga nomor rangkapnya dituliskan nomor 2, sehingga namanya: 2-pentuna

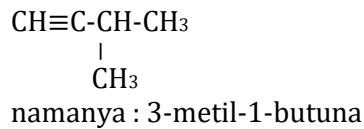
3) Alkuna Rantai Bercabang

Penamaan alkuna rantai bercabang hampir sama dengan penamaan alkana. Hal yang membedakan adalah penomoran posisi untuk ikatan rangkap pada alkuna. Aturan yang digunakan tetap sama, yakni:

- Menentukan rantai utama, yaitu rantai terpanjang dan memiliki ikatan rangkap tiga
- Penomoran rantai utama diawali dari yang paling dekat dengan ikatan rangkap, **bukan** dari cabang terdekat
- Urutan penulisan nama senyawa alkuna:

1. Nomor cabang /alkil; 2. Nama cabang/alkil;
3. Nomor ikatan rangkap; 4. Nama Alkuna

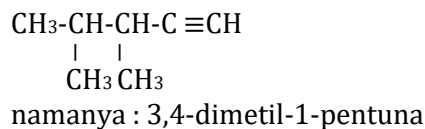
Contoh 1 :



Penjelasan :

- Rantai induk/terpanjang terdiri dari 4 atom C, namanya = butuna
- Penomoran dari ujung kiri karena lebih dekat dengan posisi ikatan rangkap tiga, yaitu nomor 1
- Posisi ikatan rangkap berada pada atom C nomor 1 dan atom C nomor 2, sehingga nomor rangkapnya dituliskan nomor 1
- Cabang/alkil terletak pada atom C nomor 3, nama cabangnya metil, sehingga namanya : 3-metil-1-butuna

Contoh 2 :



Penjelasan :

- Rantai induk/terpanjang terdiri dari 5 atom C namanya pentuna
- Penomoran dari ujung kanan karena lebih dekat dengan posisi ikatan rangkap tiga, yaitu nomor 1
- Posisi ikatan rangkap berada pada atom C nomor 1 dan atom C nomor 2, sehingga nomor rangkapnya dituliskan nomor 1
- Cabang/alkil terletak pada atom C nomor 3 dan 4, nama cabangnya metil, jumlahnya ada dua (diberi awalan di), sehingga namanya : 3,4-dimetil-1-pentuna

C. Rangkuman

1. Alkana adalah senyawa hidrokarbon dengan rantai karbon jenuh (ikatan kovalen tunggal), (- C - C -). Rumus umumnya $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$.
2. Alkena adalah senyawa hidrokarbon yang mempunyai ikatan rangkap dua pada rantai karbonnya (-C = C-). Rumus umum alkena adalah C_nH_{2n} .
3. Alkuna merupakan senyawa hidrokarbon yang mempunyai ikatan rangkap tiga pada rantai karbonnya (- C \equiv C -). Rumus umum alkena adalah $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$.

D. Penugasan Mandiri

Jawablah soal-soal berikut!

1. Beri nama senyawa berikut sesuai aturan IUPAC!
 - a. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}_3$
 - b. $\text{CH}_3=\text{C}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}_4\text{H}_9)\text{CH}_3$
 - c. $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CCCH}_2\text{CH}_3$
2. Tuliskan rumus struktur senyawa berikut!
 - a. 4-etil-2,4-dimetiloktana
 - b. 4,4-dietil-2,5-dimetil-2-heksena

- c. 5-etil-2,2-dimetil-3-heptuna
3. Bandingkan antara alkana, alkena dan alkuna, apa saja yang berbeda dari ketiganya
 4. Jelaskan yang dimaksud dengan deret homolog? Apa yang berbeda senyawa yang berasal dari deret homolog yang sama
 5. Berilah nama senyawa hidrokarbon berikut

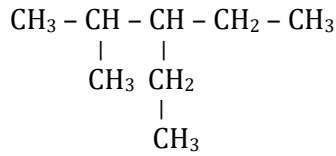
No	Rumus Struktur	Nama
a	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $	
b	$ \begin{array}{c} \text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $	
c	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{CH} - \text{CH}_2 \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{CH}_2 \qquad \qquad \qquad \text{CH}_2 \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{CH}_3 \qquad \qquad \qquad \text{CH}_3 \end{array} $	

E. Latihan Soal

Jawablah soal-soal latihan berikut dengan jujur tanpa melihat kunci jawaban!

1. Yang dimaksud deret homolog pada hidrokarbon adalah....
 - A. Barisan senyawa alkana
 - B. Deretan isomer-isomer alkana
 - C. Serangkaian senyawa hidrokarbon yang memiliki perbedaan satu gugus CH_2 di dalam rumus strukturnya
 - D. Serangkaian senyawa organik yang memiliki perbedaan satu gugus CH_2 dalam rumus strukturnya
 - E. Serangkaian senyawa yang saling berisomer satu sama lain
2. Berikut ini yang termasuk anggota deret homolog alkana adalah
 - A. C_3H_6
 - B. C_5H_{10}
 - C. C_4H_6
 - D. C_5H_6
 - E. C_4H_8

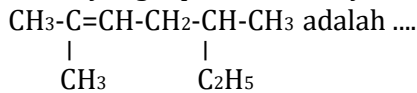
3. Nama yang benar untuk senyawa:



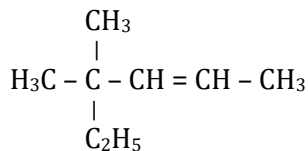
adalah

- A. 2-metil-3-etilpentana
 B. 2-etil-2-metilpentana
 C. isopropilpentana
 D. 3-etil-2-metilpentana
 E. 3-etil-4-metilpentana
4. Nama senyawa $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{C}(\text{CH}_3)_3$ adalah
 A. 2,2-dimetilpentana
 B. 2,2,3-trimetilbutana
 C. 2,3,3-trimetilbutana
 D. 1,1,1,2-tetrametilbutana
 E. isopentana
5. Senyawa hidrokarbon berikut yang mempunyai 5 atom karbon adalah
 A. 3-metilheksana
 B. 2,3-dimetilbutana
 C. 2,2-dimetilpentana
 D. 2,4-dimetilbutana
 E. 2-metilbutana

6. Nama yang tepat untuk senyawa berikut:



- A. 2,5-dimetil-5-etil-2-pentena
 B. 2-metil-5-etil-2-heksena
 C. 2-etil-5-metil-2-heksena
 D. 2,5-dimetil-2-heptena
 E. 3,6-dimetil-5-heptena
7. Diberikan rumus struktur suatu senyawa sebagai berikut

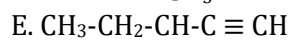
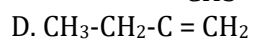
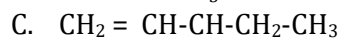
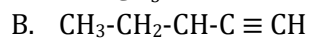
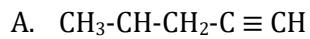


Nama yang tepat untuk senyawa di atas adalah...

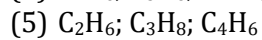
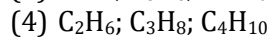
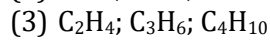
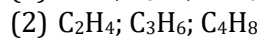
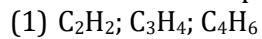
- A. 2-metil-2-etil-3-pentena
 B. 4-metil-4-etil-2-pentena
 C. 2,2-dimetil-4-heksena
 D. 4-etil-4-metil-2-pentena
 E. 4,4-dimetil-2-heksena
8. Di antara pasangan-pasangan berikut yang merupakan deret homolognya adalah...
 A. C_3H_8 dan C_3H_6

- B. C_3H_8 dan C_4H_8
- C. C_3H_8 dan C_5H_{12}
- D. C_3H_6 dan C_4H_{10}
- E. C_3H_6 dan C_5H_{12}

9. Rumus struktur dari 3-metil-1-pentuna adalah



10. Diberikan 5 kelompok senyawa hidrokarbon sebagai berikut :



Kelompok yang beranggotakan hidrokarbon tak jenuh adalah...

A. (1) dan (2)

B. (2) dan (4)

C. (1) dan (3)

D. (4) dan (5)

E. (2) dan (3)

Kunci dan Pembahasan Soal Latihan

No	Kunci Jawaban	Pembahasan
1.	C	<ul style="list-style-type: none"> Memiliki rumus umum yang sama, misal untuk alkana, C_nH_{2n+2} Diantara satu anggota ke anggota lain mempunyai perbedaan yaitu CH_2. Jarak atau selisih rumus antara satu anggota dengan anggota lain adalah 14 Semakin panjang rantai karbon semakin tinggi titik didihnya
2.	A	Deret homolog alkana memiliki rumus molekul yang sama, yaitu C_nH_{2n+2} , misalnya : jika jumlah atom C = 1, maka jumlah atom H = $(1 \times 2) + 2 = 4$, RM = CH_4 ; : jika jumlah atom C = 2, maka jumlah atom H = $(2 \times 2) + 2 = 6$, RM = C_2H_6 ; : jika jumlah atom C = 3, maka jumlah atom H = $(3 \times 2) + 2 = 8$, RM = C_3H_8
3.	D	$\begin{array}{cccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ CH_3 & - CH & - CH & - CH_2 & - CH_3 \\ & & & & \\ & CH_3 & CH_2 & & \\ & & & & \\ & & CH_3 & & \end{array}$ <ul style="list-style-type: none"> Jumlah atom C pada rantai induk = 5 (pentana) Cabang terletak pada atom C nomor 2 (metil) dan 3 (etil) Namanya : 3 etil-2-metil-pentana
4.	B	Senyawa dengan rumus struktur ini $CH_3CH(CH_3)C(CH_3)_3$ dapat digambarkan sebagai berikut. $\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3 - CH - C - CH_3 \\ \quad \\ CH_3 \quad CH_3 \end{array}$ <ul style="list-style-type: none"> Jumlah atom C pada rantai induk = 4 (butana) Meskipun dari kedua ujung pada atom C nomor dua terdapat cabang, penomoran dari kanan (karena terdapat dua cabang) Cabang terletak pada atom C no 2, 2 dan 3 Nama cabangnya metil Namanya : 2,2,3-trimetilbutana
5.	E	A. 3-metilheksana, metil (1 C) + heksana (6 C) = 7 C B. 2,3-dimetilbutana, dimetil (2 C) + butana (4 C) = 6C C. 2,2-dimetilpentana, dimetil (2C) + pentana (5C) = 7 C D. 2,4-dimetilbutana, dimetil (2C) + butana (4C) = 6 C E. 2-metilbutana, metil (1C) + butana (4C) = 5 C
6.	D	$\begin{array}{c} CH_3 - C = CH - CH_2 - CH - CH_3 \\ \quad \quad \quad \\ CH_3 \quad \quad C_2H_5 \end{array}$ <ul style="list-style-type: none"> gugus C_2H_5 dapat diuraikan menjadi : $-CH_2-CH_3$ sehingga jumlah atom C pada rantai induk = 7 (heptena)

		<ul style="list-style-type: none"> • posisi ikatan rangkap no 2 dan 3 • nomor cabangnya 2 dan 5, nama cabangnya metil (ada dua buah) • sehingga namanya : 2,5-dimetil-2-heptena
7.	E	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C} - \text{C} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$ <ul style="list-style-type: none"> • gugus C_2H_5 dapat diuraikan menjadi : $-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ • sehingga jumlah atom C pada rantai induk = 6 (heksena) • posisi ikatan rangkap no 2 dan 3 • nomor cabangnya 4 dan 4, nama cabangnya metil (ada dua buah) • sehingga namanya : 2,4-dimetil-2-heksena
8.	C	Deret homolog alkana, memiliki rumus molekul $+ \text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, sehingga bila $C = 3$, maka jumlah $H = 3 \times 2 + 2 = 8$, rumus molekulnya = C_3H_8 , bila $C = 5$, maka jumlah $H = 5 \times 2 + 2 = 12$, rumus molekulnya = C_5H_{12}
9.	B	<p>3-metil-1-pentuna, artinya :</p> <ul style="list-style-type: none"> • jumlah atom C pada rantai induk = 5 • posisi rangkap tiga pada atom C nomor 1 dan 2 • nomor cabang 3, nama cabang metil, sehingga rumus bangunnya : $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{C} \equiv \text{CH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
10.	A	<p>Hidrokarbon tak jenuh dapat berupa alkena (C_nH_{2n}) atau alkuna ($\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$)</p> <p>(1) C_2H_2; C_3H_4; C_4H_6</p> <p>(2) C_2H_4; C_3H_6; C_4H_8</p>

Pedoman Penskoran

Cocokkanlah jawaban kalian dengan Kunci Jawaban yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan kalian terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi tingkat penguasaan:

90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, kalian dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar Selanjutnya. Bagus! Jika masih di bawah 80%, kalian harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

F. Penilaian Diri

Isilah pertanyaan pada tabel di bawah ini sesuai dengan yang kalian ketahui, berilah penilaian secara jujur, objektif, dan penuh tanggung jawab dengan memberi tanda pada kolom pilihan.

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah kalian telah mampu memahami tentang deret homolog		
2	Apakah kalian telah mampu membedakan alkana, alkena dan alkuna dari jenis ikatannya?		
3	Apakah kalian telah mampu memberi nama senyawa alkana, alkena dan alkuna bila diketahui rumus strukturnya?		
4	Apakah kalian telah mampu menggambarkan rumus struktur dari senyawa hidrokarbon?		
5	Apakah kalian telah mampu mengidentifikasi senyawa jenuh dan tidak jenuh dari rumus molekulnya?		

Catatan:

Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pembelajaran,
Bila semua jawaban "Ya", maka kalian dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

SIFAT SENYAWA HIDROKARBON DAN ISOMER

A. Tujuan Pembelajaran

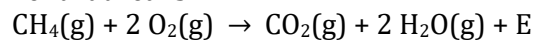
Setelah mempelajari modul kegiatan pembelajaran 3 ini kalian diharapkan mampu mendeskripsikan sifat-sifat senyawa hidrokarbon, menganalisis reaksi-reaksi senyawa hidrokarbon dan menggambarkan isomer senyawa hidrokarbon.

B. Uraian Materi

1. Sifat-sifat Senyawa Hidrokarbon

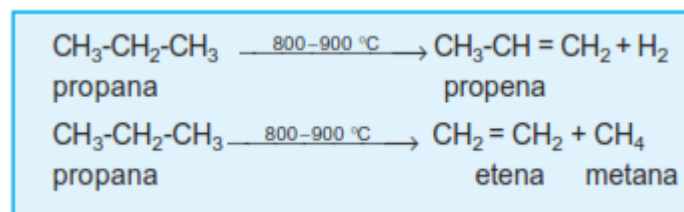
a. Sifat-sifat Alkana :

- 1) Titik leleh dan titik didih alkana naik dengan pertambahan nilai masa molekul relatifnya (M_r)
- 2) Kerapatan / massa jenis alkana naik dengan pertambahan nilai masa molekul relatifnya (M_r)
- 3) Viskositas / kekentalan alkana naik dengan pertambahan nilai masa molekul relatifnya (M_r)
- 4) Alkana larut dalam pelarut non polar seperti CCl_4 dan sukar larut dalam pelarut polar seperti air.
- 5) Bila alkana dibakar dihasilkan gas karbondioksida dan uap air serta energi panas, menurut reaksi :



- 6) Alkana dapat bereaksi substitusi dengan halogen.
Reaksi substitusi adalah reaksi penggantian atom/gugus atom dengan atom/gugus atom yang lain.

$$\text{CH}_4(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl}(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g})$$
- 7) Senyawa alkana rantai panjang dapat mengalami reaksi eliminasi.
Reaksi eliminasi adalah reaksi penghilangan atom/gugus atom untuk memperoleh senyawa karbon lebih sederhana.
Contoh pada reaksi eliminasi termal minyak bumi dan gas alam.



b. Sifat-sifat Alkena

- 1) Titik didih alkena mirip dengan alkana, makin bertambah jumlah atom C, harga M_r makin besar maka titik didihnya makin tinggi.
- 2) Alkena mudah larut dalam pelarut organik tetapi sukar larut dalam air.
- 3) Alkena dapat bereaksi adisi dengan H_2 dan halogen ($\text{X}_2 = \text{F}_2, \text{Cl}_2, \text{Br}_2, \text{I}_2$).

- a) Adisi alkena dengan H_2 .
 Contoh: $CH_2=CH_2 + H_2 \rightarrow CH_3-CH_3$
 etena etana
- b) Adisi alkena dengan halogen.
 Reaksi umum: $-CH=CH- + X_2 \rightarrow -CHX-CHX-$
 Contoh: $CH_2=CH_2 + Cl_2 \rightarrow CH_2Cl-CH_2Cl$
 Etena 1,2-dikloro etana
- c. Sifat-sifat Alkuna
- 1) Titik didih alkuna mirip dengan alkana dan alkena. Semakin bertambah jumlah atom C harga M_r makin besar maka titik didihnya makin tinggi.
 - 2) Alkuna dapat bereaksi adisi dengan H_2 , halogen ($X_2 = F_2, Cl_2, Br_2, I_2$) dan asam halida ($HX = HF, HCl, HBr, HI$).
 Contoh:
 - a) Reaksi adisi alkuna dengan H_2
 - tahap 1. $CH \equiv CH + H_2 \rightarrow CH_2 = CH_2$
 etuna etena
 - tahap 2. $CH_2 = CH_2 + H_2 \rightarrow CH_3-CH_3$
 etena etana
 - b) Reaksi adisi alkuna dengan H_2
 - tahap 1. $CH_3-C \equiv CH + HCl \rightarrow CH_3-C \begin{matrix} | \\ Cl \end{matrix} = CH_2$
 propuna 2-kloro propena
 - tahap 2. $CH_3-C \begin{matrix} | \\ Cl \end{matrix} = CH_2 + HCl \rightarrow CH_3-C \begin{matrix} | \\ Cl \end{matrix} - CH_3$
 2-kloro propena 2,2-dikloro propena

2. Isomer Senyawa Hidrokarbon

Isomer adalah dua senyawa atau lebih yang mempunyai rumus kimia sama tetapi mempunyai struktur yang berbeda.

Secara garis besar isomer dibagi menjadi dua, yaitu isomer struktur, dan isomer geometri.

a. Isomer Struktur

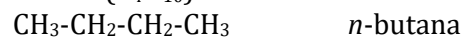
Isomer struktur dapat dikelompokkan menjadi: isomer rangka, isomer posisi, dan isomer gugus fungsi.

1) Isomer rangka

Isomer rangka adalah senyawa-senyawa yang mempunyai rumus molekul sama tetapi kerangkanya berbeda.

Contoh pada alkana, alkena, dan alkuna.

a) Butana (C_4H_{10}).



- b) Pentena (C_5H_{10})
- | | |
|-------------------------------------|------------------|
| $CH_2 = CH-CH_2-CH_2-CH_3$ | 1-pentena |
| $CH_2 = CH-CH-CH_3$

CH_3 | 3-metil-1-butena |
| $CH_2 = C-CH_2-CH_3$

CH_3 | 2-metil-1-butena |
- c) Pentuna (C_5H_8)
- | | |
|--------------------------------------|------------------|
| $CH \equiv C-CH_2-CH_2-CH_3$ | 1-pentuna |
| $CH \equiv C-CH-CH_3$

CH_3 | 3-metil-1-butuna |

2) Isomer Posisi

Isomer posisi adalah senyawa-senyawa yang memiliki rumus molekul sama tetapi posisi gugus fungsinya berbeda.
Contoh pada alkena dan alkuna.

- a) Butena (C_4H_8)
- | | |
|-----------------------|----------|
| $CH_2 = CH-CH_2-CH_3$ | 1-butena |
| $CH_3-CH = CH-CH_3$ | 2-butena |
- b) Butuna (C_4H_6)
- | | |
|-------------------------|----------|
| $CH \equiv C-CH_2-CH_3$ | 1-butuna |
| $CH_3-C \equiv C-CH_3$ | 2-butuna |

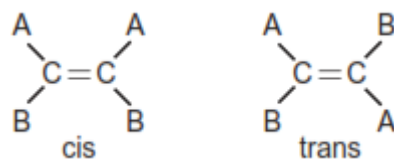
3) Isomer Gugus Fungsi

Isomer gugus fungsi adalah senyawa-senyawa yang mempunyai rumus molekul sama tetapi gugus fungsinya berbeda.
Contoh pada alkuna dan alkadiena.

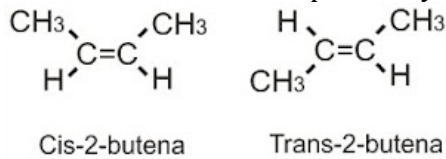
- Propuna (C_3H_4)
- | | |
|--------------------|----------------|
| $CH \equiv C-CH_3$ | propuna |
| $CH_2=C=CH_2$ | 1,2-propadiena |

b. Isomer Geometri

Isomer geometri adalah senyawa-senyawa yang mempunyai rumus molekul sama tetapi struktur ruangnya berbeda.
Contoh pada alkena mempunyai 2 isomer geometri yaitu cis dan trans.



Contoh isomer cis-trans pada senyawa 2-butena



C. Rangkuman

1. Titik didih dan titik leleh senyawa hidrokarbon makin besar seiring dengan bertambahnya jumlah atom C penyusunnya.
2. Senyawa hidrokarbon bila dibakar sempurna menghasilkan gas karbondioksida dan uap air serta energi
3. Reaksi-reaksi kimia pada senyawa alkana, alkena, dan alkuna antara lain: reaksi substitusi, reaksi adisi, reaksi oksidasi, dan reaksi eliminasi.
4. Isomer adalah senyawa-senyawa yang mempunyai rumus molekul sama tetapi strukturnya berbeda.
5. Isomer dibagi 2 yaitu isomer struktur dan isomer geometri. Isomer struktur dibagi 3: isomer rangka, isomer posisi, dan isomer gugus fungsi.

D. Penugasan Mandiri

Jawablah soal-soal berikut!

1. Jelaskan sifat-sifat senyawa hidrokarbon
2. Reaksi apa saja yang dapat dialami :
 - a. Alkana
 - b. Alkena
 - c. Alkuna
3. Lengkapi persamaan reaksi berikut!
 - a. $\text{C}_3\text{H}_8 + \text{O}_2 \rightarrow$
 - b. $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{Cl}_2 \rightarrow$
 - c. $\text{CH}_2 = \text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + \text{Cl}_2 \rightarrow$
 - d. $\text{CH}_2 = \text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + \text{HCl} \rightarrow$
 - e. $\text{CH} \equiv \text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + 2 \text{H}_2 \rightarrow$
4. Tuliskan semua isomer yang mungkin dari senyawa dengan rumus molekul C_4H_{10}
5. Tuliskan isomer cis-tran dari senyawa 2-butena

E. Latihan Soal

Jawablah soal-soal latihan berikut dengan jujur tanpa melihat kunci jawaban!

1. Diketahui persamaan reaksi:
 $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_2\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$
 merupakan reaksi
 A. oksidasi
 B. adisi
 C. substitusi
 D. eliminasi
 E. polimerisasi
2. Jumlah isomer dari molekul C_4H_8 adalah
 A. 2
 B. 3
 C. 4
 D. 5

E. 6

3. Reaksi berikut:



dikenal sebagai reaksi

- A. kondensasi
- B. eliminasi
- C. oksidasi
- D. adisi
- E. substitusi

4. Campuran berikut yang menghasilkan 2-bromo propana adalah

- A. $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{Br}_2$
- B. $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{HBr}$
- C. $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + \text{HBr}$
- D. $\text{CH}_3-\text{C} \equiv \text{C} + \text{HBr}$
- E. $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 + \text{Br}_2$



5. Berikut yang *bukan* merupakan pasangan isomer adalah

- A. $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ dan $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$
 - B. $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3$ dan $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
- $$\begin{array}{c} | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$
- C. $\text{CH}_3-\text{C} \equiv \text{C}-\text{CH}_3$ dan $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C} \equiv \text{CH}$
 - D. $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ dan $\text{CH} \equiv \text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
 - E. $\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3$ dan $\text{CH} \equiv \text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2$

Kunci dan Pembahasan Soal Latihan

No	Kunci Jawaban	Pembahasan
1.	C	Terjadi penggantian satu atom H pada CH ₄ oleh satu atom Cl sehingga terbentuk CH ₃ Cl, maka reaksinya disebut substitusi
2.	B	Senyawa dengan RM = C ₄ H ₈ , memiliki isomer sebanyak 3, yaitu : <ul style="list-style-type: none"> • C - C - C = C : 1-butena • C - C = C - C : 2-butena • C - C = C : 2-metil-1-propena <div style="margin-left: 40px;"> $\begin{array}{c} \\ \text{C} \end{array}$ </div>
3.	C	Terjadi perubahan ikatan rangkap menjadi ikatan tunggal disebut reaksi adisi
4.	B	Pada asisi alkena tidak simetris oleh asam halida berlaku aturan Markovnikov, yaitu atom C yang kaya H diperkaya. CH ₃ -CH = CH ₂ + HBr, maka atom H dari HBr akan masuk pada atom C berikatan rangkap yang mengikat hidrogen lebih banyak (nomor 1) dan atom Br akan masuk pada atom C nomor 2, sehingga hasilnya adalah 2-bromo propana
5.	E	Isomer adalah senyawa yang mempunyai rumus molekul sama, tetapi rumus bangun berbeda. CH ₂ =C=CH-CH ₃ dan CH ≡ C-CH=CH ₂ , kedua senyawa tersebut memiliki rumus molekul berbeda dan struktur berbea

Pedoman Penskoran

Cocokkanlah jawaban kalian dengan Kunci Jawaban yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan kalian terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi tingkat penguasaan:

90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, kalian dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. Bagus! Jika masih di bawah 80%, kalian harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

F. Penilaian Diri

Isilah pertanyaan pada tabel di bawah ini sesuai dengan yang kalian ketahui, berilah penilaian secara jujur, objektif, dan penuh tanggung jawab dengan memberi tanda pada kolom pilihan.

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah kalian telah mampu mendeskripsikan sifat-sifat senyawa hidrokarbon		
2	Apakah kalian telah mampu menuliskan reaksi substitusi dan eliminasi pada alkana?		
3	Apakah kalian telah mampu menuliskan reaksi adisi pada alkena dan alkuna?		
4	Apakah kalian telah mampu membedakan isomer rantai, posisi dan gugus fungsi		
5	Apakah kalian telah mampu menggambarkan isomer bentuk cis-trans senyawa 2,2-dibromo-2-butena		

Catatan:

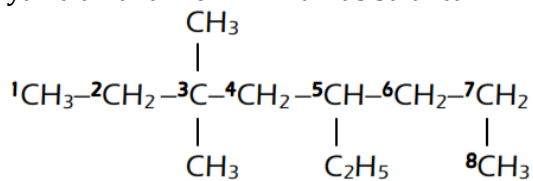
Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pembelajaran,
Bila semua jawaban "Ya", maka Anda dapat melanjutkan ke

EVALUASI

Pilihlah jawaban yang paling tepat!

- Atom karbon mempunyai ke khasan, pernyataan yang tepat mengenai kekhasan atom karbon adalah...
 - Karbon mempunyai 4 elektron valensi yang mampu membentuk ikatan kovalen dengan atom karbon maupun atom lainnya
 - Karbon mempunyai ukuran relatif besar sehingga mampu mengikat semua unsur
 - Karbon mempunyai 6 elektron valensi sehingga mampu mengikat 6 atom lain
 - Karbon dapat dibuat manusia
 - Karbon dapat membentuk ikatan ion dari keempat elektron terluarnya

- Senyawa alkana memiliki rumus struktur

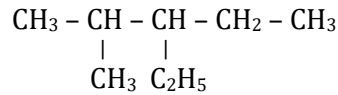


Atom C tersier dijumpai pada atom C dengan nomor...

- (1)
 - (2)
 - (3)
 - (4)
 - (5)
- Terdapat beberapa senyawa berikut ini:
 - C_4H_8
 - C_4H_{10}
 - C_6H_{12}
 - C_5H_8
 - C_5H_{12}
 Senyawa yang berada dalam satu deret homolog adalah....
 - (1) dan (2)
 - (2) dan (3)
 - (3) dan (4)
 - (1) dan (5)
 - (2) dan (5)
 - Yang dimaksud deret homolog pada hidrokarbon adalah...
 - Barisan senyawa alkana
 - Deretan isomer-isomer alkana
 - Serangkaian senyawa hidrokarbon yang memiliki perbedaan satu gugus CH_2 di dalam rumus strukturnya
 - Serangkaian senyawa organik yang memiliki perbedaan satu gugus CH_2 dalam rumus strukturnya
 - Serangkaian senyawa yang saling berisomer satu sama lain
 - Senyawa di bawah ini merupakan hidrokarbon jenuh adalah...
 - CH_2CH_2
 - CH_3CHO

- C. CH_3CH_3
- D. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
- E. CHCH

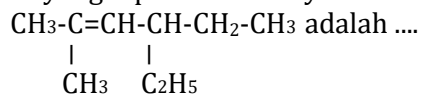
6. Nama yang benar untuk senyawa:



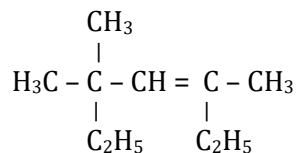
adalah

- A. 2-metil-3-etilpentana
 - B. 2-etil-2-metilpentana
 - C. isopropilpentana
 - D. 3-etil-2-metilpentana
 - E. 3-etil-4-metilpentana
7. Nama senyawa $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ adalah
- A. 2,2-dimetilpentana
 - B. 2,2,3-trimetilpentana
 - C. 2,3,3-trimetilpentana
 - D. 1,1,1,2-tetrametilbutana
 - E. isopentana
8. Senyawa hidrokarbon berikut yang mempunyai 6 atom karbon adalah
- A. 3-metilheksana
 - B. 2,3-dimetilbutana
 - C. 2,2-dimetilpentana
 - D. 2,4-dimetilheksana
 - E. 2-metilbutana

9. Nama yang tepat untuk senyawa berikut:



- A. 2,5-dimetil-5-etil-2-pentena
 - B. 2-metil-5-etil-2-heksena
 - C. 2-etil-4-metil-2-heksena
 - D. 4-etil-2-metil-2-heksena
 - E. 2,5-dimetil-2-heptena
10. Diberikan rumus struktur suatu senyawa sebagai berikut



Nama yang tepat untuk senyawa di atas adalah...

- A. 2, 4-dietil-2-pentena
- B. 5,5-dimetil-2-heptena
- C. 2,4-dietil-2 metil-2-pentena
- D. 4-etil-4-metil-2-pentena
- E. 4,4-dimetil-2-etil 2-heksena

11. Di antara pasangan-pasangan berikut yang merupakan deret homolognya adalah...

- A. C_3H_8 dan C_3H_6
- B. C_3H_8 dan C_4H_8
- C. C_3H_8 dan C_5H_{12}
- D. C_3H_6 dan C_4H_{10}
- E. C_3H_6 dan C_5H_{12}

12. Rumus struktur dari 3-etil-1-pentuna adalah

- A. $CH_3-\underset{\begin{array}{c} | \\ CH_3 \end{array}}{CH}-CH_2-C \equiv CH$
- B. $CH_3-CH_2-\underset{\begin{array}{c} | \\ CH_3 \end{array}}{CH}-C \equiv CH$
- C. $CH_2 = \underset{\begin{array}{c} | \\ CH_3 \end{array}}{CH}-CH-CH_2-CH_3$
- D. $CH_3-CH_2-\underset{\begin{array}{c} | \\ CH_3 \end{array}}{C} = CH_2$
- E. $CH_3-CH_2-\underset{\begin{array}{c} | \\ C_2H_5 \end{array}}{CH}-C \equiv CH$

13. Diberikan 5 kelompok senyawa hidrokarbon sebagai berikut :

- (1) C_2H_2 ; C_3H_4 ; C_4H_6
- (2) C_2H_4 ; C_3H_6 ; C_4H_{10}
- (3) C_2H_4 ; C_3H_6 ; C_4H_8
- (4) C_2H_6 ; C_3H_8 ; C_4H_{10}
- (5) C_2H_6 ; C_3H_8 ; C_4H_6

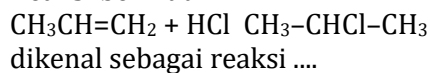
Kelompok yang beranggotakan hidrokarbon tak jenuh adalah...

- A. (1) dan (2)
- B. (2) dan (4)
- C. (1) dan (3)
- D. (4) dan (5)
- E. (2) dan (3)

14. Jumlah isomer dari molekul C_5H_{12} adalah

- A. 2
- B. 3
- C. 4
- D. 5
- E. 6

15. Reaksi berikut:



- A. kondensasi
- B. eliminasi
- C. oksidasi
- D. adisi
- E. substitusi

16. Campuran berikut yang menghasilkan 2-kloro propana adalah

- A. $\text{CH}_3\text{-CH} = \text{CH}_2 + \text{HCl}$
- B. $\text{CH}_3\text{-CH} = \text{CH}_2 + \text{Cl}_2$
- C. $\text{CH}_3\text{-CH}_2 - \text{CH}_3 + \text{HCl}$
- D. $\text{CH}_3\text{-C} \equiv \text{CH} + \text{HBr}$
- E. $\text{CH}_3\text{-CH-CH}_3 + \text{Br}_2$
 $\quad \quad \quad |$
 $\quad \quad \quad \text{CH}_3$

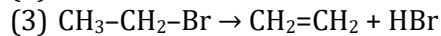
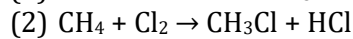
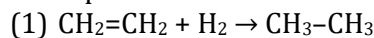
17. Pasangan hidrokarbon yang hanya memiliki satu ikatan rangkap tiga, kita jumpai pada pasangan...

- A. C_3H_4 dan C_6H_{10}
- B. C_2H_2 dan C_2H_6
- C. C_2H_2 dan C_3H_6
- D. C_4H_8 dan C_2H_4
- E. C_6H_6 dan C_7H_8

18. Berikut yang *bukan* merupakan pasangan isomer adalah

- A. $\text{CH}_2=\text{CH-CH}_2\text{-CH}_3$ dan $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3$
- B. $\text{CH}_3\text{-CH-CH}_3$ dan $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
 $\quad \quad \quad |$
 $\quad \quad \quad \text{CH}_3$
- C. $\text{CH}_2=\text{C=CH-CH}_3$ dan $\text{CH} \equiv \text{C-C=CH}$
- D. $\text{CH}_3\text{-C} \equiv \text{C-CH}_3$ dan $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C} \equiv \text{CH}$
- E. $\text{CH}_2=\text{CH-CH=CH}_2$ dan $\text{CH} \equiv \text{C-CH}_2\text{-CH}_3$

19. Terdapat reaksi:



Jenis reaksi di atas berturut-turut adalah...

- A. adisi, substitusi, dan eliminasi
- B. substitusi, adisi, dan eliminasi
- C. adisi, eliminasi, dan substitusi
- D. substitusi, eliminasi, dan adisi
- E. eliminasi, substitusi, dan adisi

20. Senyawa di bawah ini yang memiliki titik didih paling tinggi adalah...

- A. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$
- B. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
- C. $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3$
- D. $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$
- E. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

KUNCI JAWABAN EVALUASI

No	Kunci
1	A
2	E
3	E
4	C
5	C
6	D
7	B
8	B
9	D
10	B
11	C
12	E
13	C
14	B
15	D
16	A
17	A
18	C
19	A
20	E

DAFTAR PUSTAKA

Ari Harnanto. Kimia untuk SMA/MA Kelas X. Pusat Perbukuan. Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta. 2009

Haris Watoni. Kimia untuk Siswa SMA/MA Kelas XI Kelompok Peminatan MIPA Jakarta. 2016

Sri Wahyuni, dkk. Kimia untuk SMA /MA kelas XI, Grafindo. Jakarta. 2017

<https://www.academia.edu/8562761/> MODUL Hidrokarbon Minyak Bumi diunduh pada tanggal 12 September 2020

<https://soalkimia.com/soal-dan-pembahasan-hidrokarbon-dan-minyak-bumi/> diunduh pada tanggal 13 September 2020

<https://chemistryisfun87.blogspot.com/2019/06/ccontoh-soal-dan-pembahasan-senyawa.html> diunduh pada tanggal 15 September 2020

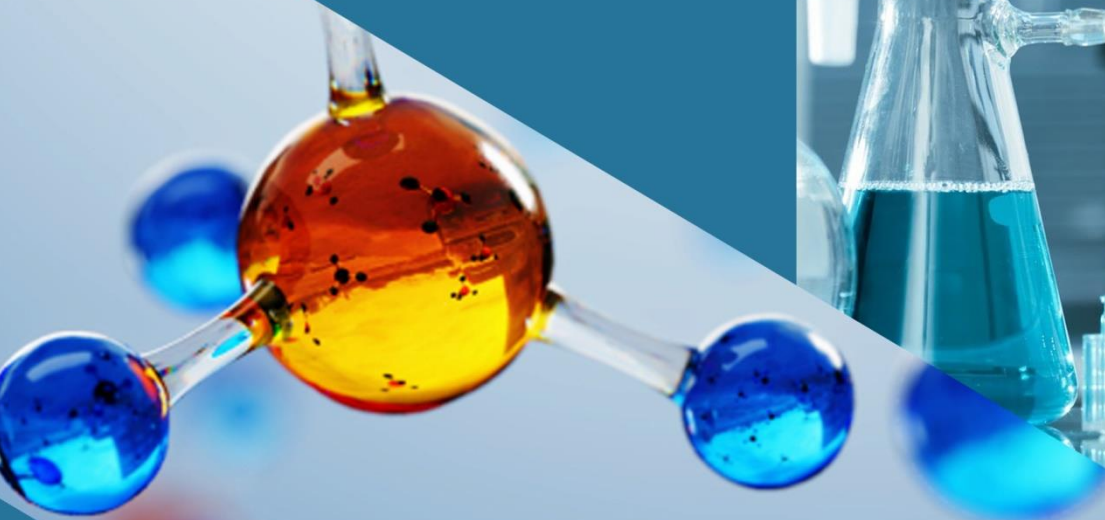


KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020



Modul Pembelajaran SMA

KIMIA



KELAS
XI



MINYAK BUMI
KIMIA KELAS XI

PENYUSUN
Drs. H. I Gede Mendera, M.T.
SMA Plus Negeri 17 Palembang

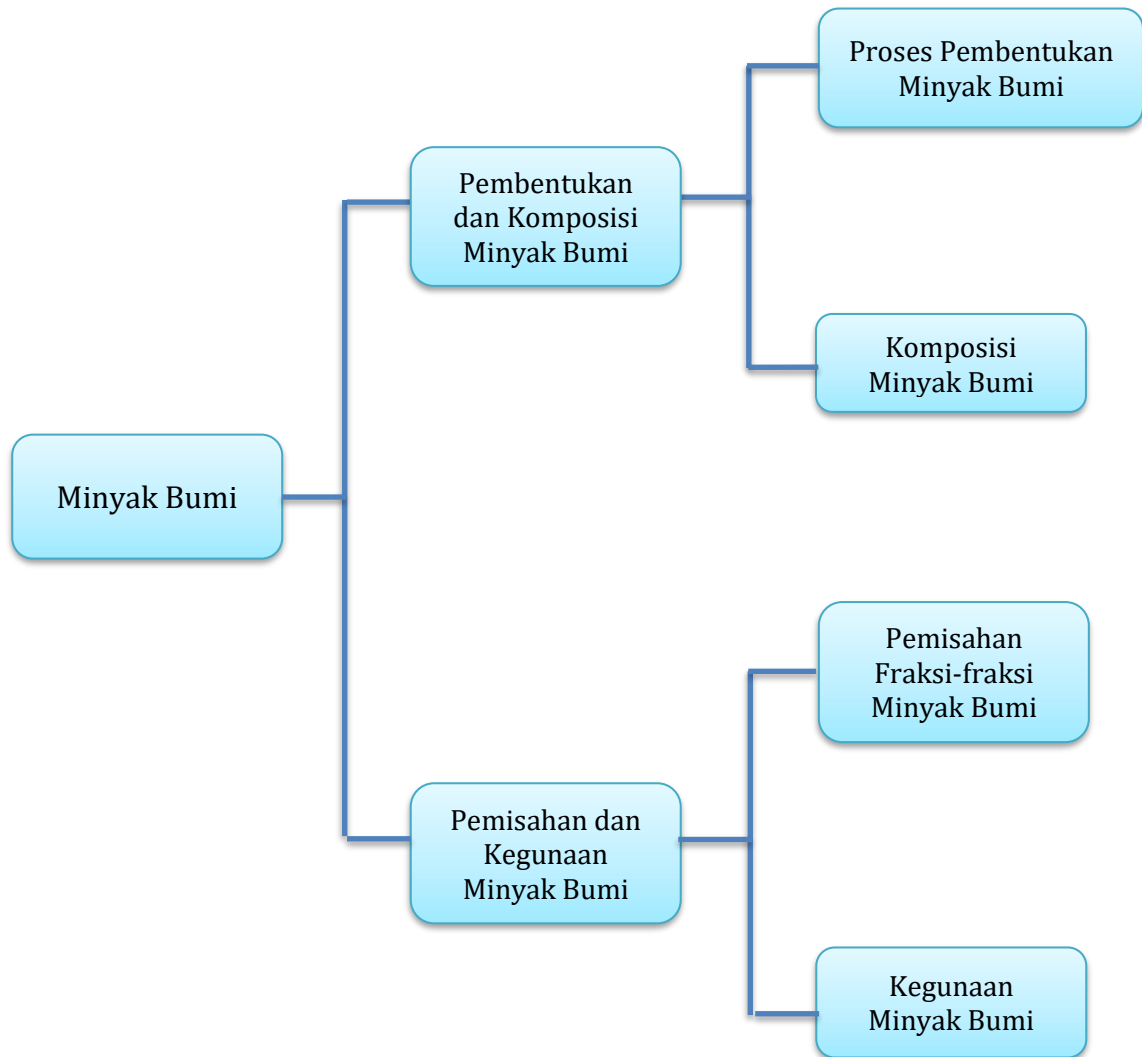
DAFTAR ISI

PENYUSUN	2
DAFTAR ISI	3
GLOSARIUM	4
PETA KONSEP	5
PENDAHULUAN	6
A. Identitas Modul	6
B. Kompetensi Dasar	6
C. Deskripsi Singkat Materi	6
D. Petunjuk Penggunaan Modul	6
E. Materi Pembelajaran	6
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	7
Pembentukan dan Komposisi Minyak Bumi	7
A. Tujuan Pembelajaran	7
B. Uraian Materi	7
C. Rangkuman	8
D. Penugasan Mandiri	9
E. Latihan Soal	9
F. Penilaian Diri	11
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	12
Teknik Pemisahan Fraksi-fraksi Minyak Bumi dan Kegunaannya	12
A. Tujuan Pembelajaran	12
B. Uraian Materi	12
C. Rangkuman	16
D. Penugasan Mandiri	17
E. Latihan Soal	17
A. Penilaian Diri	19
EVALUASI	21
KUNCI JAWABAN EVALUASI	24
DAFTAR PUSTAKA	25

GLOSARIUM

- Fitoplankton : komponen autotrof plankton
- Fosil : sisa-sisa atau bukti kehidupan yang terjadi waktu geologi sebelumnya / purba
- Fraksi minyak bumi : komponen-komponen penyusun minyak bumi
- Destilasi bertingkat : proses pemisahan campuran ke dalam bagian-bagian penyusunnya berdasarkan perbedaan titik didih
- Titik didih : suhu (temperatur) ketika tekanan uap sebuah zat cair sama dengan tekanan eksternal yang dialami oleh cairan
- Bilangan Oktan : menyatakan mutu bensin, semakin besar bilangan oktan, semakin baik mutunya
- MTBE : zat aditif pada bensin yang mengandung senyawa metil tersier butil eter
- Mutu bensin : ditentukan oleh bilangan oktan yang menyatakan kandungan isooktana dalam bensin

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Kimia
Kelas	: XI
Alokasi Waktu	: 8 Jam Pelajaran
Judul Modul	: Minyak Bumi

B. Kompetensi Dasar

3.2 Menjelaskan proses pembentukan fraksi-fraksi minyak bumi, teknik pemisahan serta kegunaannya

4.2 Menyajikan karya tentang proses pembentukan dan teknik pemisahan fraksi-fraksi minyak bumi beserta kegunaannya

C. Deskripsi Singkat Materi

Modul minyak bumi berisikan uraian tentang pembentukan minyak bumi, komposisi minyak bumi, pemisahan fraksi minyak bumi dan kegunaan minyak bumi. Proses pembentukan minyak bumi dari fosil-fosil hewan dan tumbuhan kecil yang hidup di laut dan tertimbun selama berjuta-juta tahun lampau karena pengaruh tekanan dan suhu bumi. Minyak bumi diolah dengan memisahkan fraksi-fraksi berdasarkan perbedaan titik didihnya untuk dapat digunakan dalam berbagai keperluan bahan bakar utamanya, seperti LPG, bensin, kerosin dan solar.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Modul ini terbagi menjadi dua topik yaitu:

Pertama : Proses Pembentukan Minyak Bumi dan Fraksi Minyak Bumi

Kedua : Teknik Pemisahan Fraksi-fraksi Minyak Bumi dan Kegunaannya

Agar modul dapat digunakan secara maksimal maka kalian diharapkan melakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Pelajari dan pahami peta materi yang disajikan dalam setiap modul, beberapa istilah dapat dibaca pada glosarium.
2. Pelajari dan pahami tujuan yang tercantum dalam setiap kegiatan pembelajaran
3. Pelajari uraian materi secara sistematis dan mendalam dalam setiap kegiatan pembelajaran.
4. Lakukan uji kompetensi di setiap akhir kegiatan pembelajaran untuk menguasai tingkat penguasaan materi.
5. Diskusikan dengan guru atau teman jika mengalami kesulitan dalam pemahaman materi. Lanjutkan pada modul berikutnya jika sudah mencapai ketuntasan yang diharapkan.

E. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi 2 kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

Pertama : Proses Pembentukan Minyak Bumi dan Fraksi Minyak Bumi

Kedua : Teknik Pemisahan Fraksi-fraksi Minyak Bumi dan Kegunaannya

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

PROSES PEMBENTUKAN DAN KOMPOSISI MINYAK BUMI

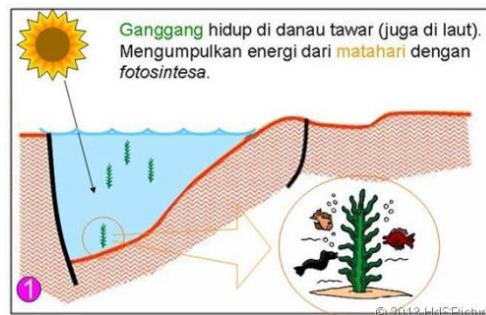
A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari modul kegiatan pembelajaran 1 ini kalian diharapkan mampu menjelaskan pembentukan minyak bumi dan komposisi penyusun minyak bumi.

B. Uraian Materi

1. Proses Pembentukan Minyak Bumi

Pernahkah kalian melihat anjungan minyak bumi lepas pantai? Minyak bumi diperoleh dari pengeboran permukaan bumi hingga mencapai sumbernya. Darimana minyak bumi itu terbentuk?



Gambar 1. Proses Pembentukan Minyak Bumi dan Pengeboran Minyak Bumi

Minyak bumi dikenal dengan sebutan bahan bakar fosil. Minyak bumi merupakan bahan bakar yang berasal dari fosil. Jasad renik organisme yang hidup di lautan. Ketika organisme tersebut mati, sisa-sisa tubuhnya akan mengendap di dasar lautan & tertutupi lumpur. Pengaruh tekanan dan temperature tinggi mengubah lumpur menjadi lapisan bebatuan. Setelah jutaan tahun, bakteri anaerob akan menguraikan sisa-sisa organisme tersebut dan mengubahnya menjadi minyak bumi. Seiring dengan terjadinya reaksi penguraian, gas alam pun terbentuk. Gas alam terletak di atas lapisan minyak bumi. Minyak bumi tersebut terperangkap diantara lapisan batuan di dasar lautan. Minyak bumi dapat berpindah dari suatu daerah ke daerah lain dan terdeposit di suatu tempat jika terhalang oleh lapisan yang kedap zat cair dan gas (impervious layer). Jadi kesimpulannya minyak bumi terbentuk selama jutaan tahun ketika pada masa purba, tanaman dan hewan laut kecil (mikroorganisme) mati lalu terkubur di lapisan pasir dan batuan. Minyak bumi akan bergerak melalui batuan berpori dan akan terakumulasi ketika mencapai lapisan batuan keras, menghasilkan minyak bumi.

2. Komposisi Minyak Bumi

Minyak bumi hasil eksplorasi (pengeboran) masih berupa minyak mentah atau crude oil. Minyak mentah ini mengandung berbagai zat kimia berwujud gas, cair, dan padat. Apa saja yang terkandung dalam minyak bumi? Komponen utama minyak bumi adalah senyawa hidrokarbon, baik alifatik, alisiklik, maupun aromatik. Kadar unsur karbon dalam minyak bumi dapat mencapai 50%-85%,

sedangkan sisanya merupakan campuran unsur hydrogen dan unsur-unsur lain. Misalnya, nitrogen (0-0,5%), belerang (0-6%), dan oksigen (0-3,5%).

- a. Senyawa hidrokarbon alifatik rantai lurus
Senyawa hidrokarbon alifatik rantai lurus biasa disebut alkana atau normal parafin. Senyawa ini banyak terdapat dalam gas alam dan minyak bumi yang memiliki rantai karbon pendek. Contoh: Etana Propana.
- b. Senyawa hidrokarbon bentuk siklik
Senyawa hidrokarbon siklik merupakan senyawa hidrokarbon golongan sikloalkana atau sikloparafin. Senyawa hidrokarbon ini memiliki rumus molekul sama dengan alkena, tetapi tidak memiliki ikatan rangkap dua dan membentuk struktur cincin. Dalam minyak bumi, antarmolekul siklik tersebut kadang-kadang bergabung membentuk suatu molekul yang terdiri atas beberapa senyawa siklik.
- c. Senyawa Hidrokarbon Alifatik Rantai Bercabang
Senyawa golongan isoalkana atau isoparafin. Jumlah senyawa hidrokarbon ini tidak sebanyak senyawa hidrokarbon alifatik rantai lurus dan senyawa hidrokarbon bentuk siklik.
- d. Senyawa Hidrokarbon Aromatik
Senyawa hidrokarbon aromatik merupakan senyawa hidrokarbon yang berbentuk siklik segienam, berikatan rangkap dua selang-seling, dan merupakan senyawa hidrokarbon tak jenuh. Pada umumnya, senyawa hidrokarbon aromatik ini terdapat dalam minyak bumi yang memiliki jumlah atom C besar.

Minyak bumi ditemukan bersama-sama dengan gas alam. Minyak bumi hasil pengeboran masih berupa minyak mentah (crude oil) yang kental dan hitam. Crude oil ini terdiri dari campuran hidrokarbon yaitu: Alkana merupakan fraksi yang terbesar di dalam minyak mentah. Senyawa alkana yang paling banyak ditemukan adalah n-oktana dan isooktana (2,2,4-trimetil pentana) Hidrokarbon aromatis C_nH_{2n-6} diantaranya adalah etil benzene yang memiliki cincin 6 (enam).

Dalam minyak bumi terdapat juga kandungan selain senyawa hidrokarbon dalam jumlah sedikit, diantaranya : belerang (0,01-0,7%); nitrogen (0,01-0,9%); oksigen (0,06-0,4%); karbondioksida; dan hidrogen sulfida.

C. Rangkuman

1. Minyak bumi terbentuk selama jutaan tahun ketika pada masa purba, tanaman dan hewan laut kecil (mikroorganisme) mati lalu terkubur di lapisan pasir dan batuan. Minyak bumi akan bergerak melalui batuan berpori dan akan terakumulasi ketika mencapai lapisan batuan keras, menghasilkan minyak bumi.
2. Hidrokarbon yang terkandung dalam minyak bumi terutama adalah alkana, sedangkan sisanya adalah sikloalkana, alkena, alkuna, dan senyawa aromatik. Komponen kecil lainnya selain hidrokarbon adalah senyawa-senyawa karbon yang mengandung oksigen, belerang, ataupun nitrogen.

D. Penugasan Mandiri

Untuk mengetahui pemahaman kalian terhadap materi yang sudah dipelajari, maka jawablah setiap pertanyaan berikut!

1. Jelaskan proses pembentukan minyak bumi
2. Tuliskan komposisi penyusun minyak bumi
3. Jelaskan perbedaan penyusun minyak bumi antara normal alkana, iso-alkana dan sikloalkana
4. Mengapa gas alam, minyak bumi, dan batu bara disebut bahan bakar fosil?
5. Mengapa kita harus menghemat pemakaian bahan bakar minyak dan gas alam? Bagaimana caranya?

E. Latihan Soal

Jawablah soal-soal berikut dengan benar tanpa melihat kunci jawaban soal Latihan!

1. Minyak bumi terbentuk selama ribuan tahun berasal dari fosil ...
 - A. Dinosaur
 - B. Paus
 - C. Tumbuhan
 - D. Binatang mamalia
 - E. Plankton dan tumbuhan
2. Minyak bumi tergolong sumber energi *tidak* terbarukan sebab ...
 - A. proses pembentukan memerlukan waktu ribuan tahun
 - B. alam tidak dapat menciptakan lagi minyak bumi
 - C. dapat didaur ulang dari hasil pembakaran
 - D. tidak dapat dibuat oleh manusia dengan teknologi apapun
 - E. minyak bumi bukan sumber energi baru
3. Senyawa penyusun minyak bumi yang membentuk rantai terbuka dan bersifat jenuh adalah ...
 - A. isoalkana
 - B. sikloalkana
 - C. alkana
 - D. organologam
 - E. hidrokarbon aromatik
4. Unsur terbanyak kedua penyusun minyak bumi adalah ...
 - A. Karbon
 - B. Hidrogen
 - C. Belerang
 - D. Oksigen
 - E. Nitrogen
5. Komponen utama minyak bumi adalah...
 - A. alkana dan aromatik
 - B. alkana dan heterosiklik
 - C. siklo alkana dan aromatik
 - D. alkana dan siklo alkana
 - E. heterosiklik

Kunci dan Pembahasan Soal Latihan

No	Kunci Jawaban	Pembahasan
1.	E	Minyak bumi terbentuk selama ribuan tahun berasal dari fosil plankton dan tumbuhan.
2.	A	Proses pembentukan minyak bumi memerlukan waktu ribuan tahun.
3.	C	Penyusun utama minyak bumi berupa senyawa hidrokarbon jenuh dengan rantai terbuka adalah alkana
4.	B	Penyusun utama minyak bumi adalah senyawa hidrokarbon baik dalam bentuk rantai terbuka (alifatik) maupun rantai melingkar (siklik). Senyawa hidrokarbon tersusun dari atom karbon dan hidrogen.
5.	D	Komposisi utama minyak bumi adalah senyawa hidrokarbon jenuh, baik rantai terbuka (alkana) maupun alkana rantai melingkar (siklo alkana)

Pedoman Penskoran

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi tingkat penguasaan:

90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. Bagus! Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

F. Penilaian Diri

Isilah pertanyaan pada tabel di bawah ini sesuai dengan yang kalian ketahui, berilah penilaian secara jujur, objektif, dan penuh tanggung jawab dengan memberi tanda pada kolom pilihan.

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah Anda telah mampu menjelaskan proses pembentukan minyak bumi?		
2	Apakah Anda telah mampu mendeskripsikan penyusun minyak bumi?		
3	Apakah Anda telah mampu menjelaskan komponen penyusun minyak bumi?		
4	Apakah Anda telah mampu menuliskan komponen penyusun minyak bumi terbanyak ?		
5	Apakah Anda telah mampu membedakan komponen penyusun minyak bumi alkana rantai jenuh dan tidak jenuh?		

Catatan:

Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pembelajaran,

Bila semua jawaban "Ya", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

Teknik Pemisahan Fraksi-fraksi Minyak Bumi dan Kegunaannya

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari modul kegiatan pembelajaran 2 ini kalian diharapkan mampu mendeskripsikan teknik pemisahan fraksi-fraksi minyak bumi dan kegunaannya.

B. Uraian Materi

Tentu tidak asing bagi kalian bagaimana minyak bumi digunakan dalam kehidupan sehari-hari seperti LPG untuk memasak di dapur, bensin untuk bahan bakar kendaraan bermotor, oli digunakan untuk pelumas berbagai mesin kendaraan dan pelapisan jalan menggunakan aspal.



LPG

Bensin

Oli

Aspal

Gambar 1. Pemanfaatan minyak bumi

Minyak bumi adalah minyak mentah (*crude oil*) berwujud cairan kental berwarna hitam yang belum dapat dimanfaatkan. Kemudian agar dapat dimanfaatkan, minyak bumi harus mengalami proses pengolahan dahulu. Pengolahan minyak bumi dilakukan dengan kilang minyak yang melalui dua tahap. Pengolahan tahap pertama (*primary processing*) dilakukan dengan cara distilasi bertingkat (fraksinasi) dan pengolahan tahap kedua (*secondary processing*) dilakukan dengan berbagai cara.

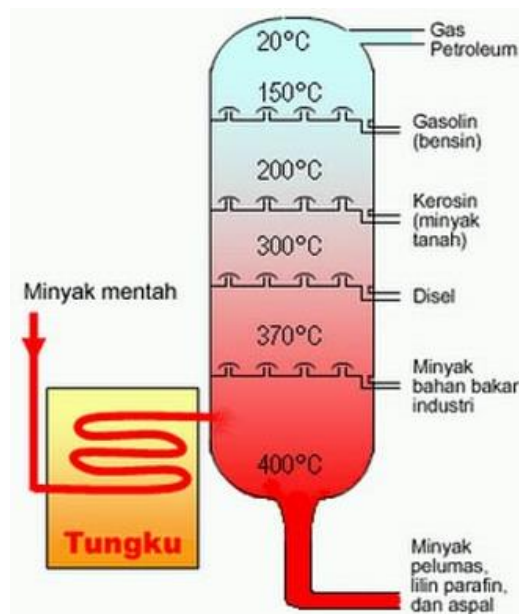
1. Teknik Pemisahan Fraksi-fraksi Minyak Bumi

Minyak bumi merupakan campuran senyawa-senyawa hidrokarbon. Untuk dapat dimanfaatkan perlu dipisahkan melalui distilasi bertingkat, yaitu cara pemisahan fraksi-fraksi minyak bumi berdasarkan perbedaan titik didihnya pada kolom bertingkat. Komponen utama minyak bumi dan gas alam adalah alkana.

Gas alam mengandung 80% metana, 7% etana, 6% propana, 4% butana dan isobutana, sisanya pentana. Untuk dapat dimanfaatkan gas propana dan butana dicairkan yang dikenal sebagai LNG (*Liquid Natural Gas*). Karena pembakaran gas alam murni lebih efisien dan sedikit polutan, maka gas alam banyak digunakan untuk bahan bakar industri dan rumah tangga. Dalam tabung kecil sering digunakan untuk kemah, barbekyu, dan pemantik api. LNG juga banyak digunakan untuk bahan dasar industri kimia seperti pembuatan metanol dan pupuk.

Senyawa penyusun minyak bumi: alkana, sikloalkana, dan senyawa aromatik. Disamping itu terdapat pengotor berupa senyawa organik yang mengandung S, N, O, dan organo logam. Dari hasil distilasi bertingkat diperoleh fraksi-fraksi LNG, LPG, petroleum eter, bensin, kerosin, solar, oli, lilin, dan aspal.

Senyawa hidrokarbon parafinik dan aromatik mempunyai trayek didih masing-masing, dimana panjang rantai hidrokarbon berbanding lurus dengan titik didih dan densitasnya. Semakin panjang rantai hidrokarbon maka trayek didih dan densitasnya semakin besar. Jumlah atom karbon dalam rantai hidrokarbon bervariasi.



Gambar. Fraksinasi Minyak Bumi

2. Fraksi Minyak Bumi dan Kegunannya

Pada dasarnya, sebelum didapatkan fraksi-fraksi minyak bumi yang dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan. Minyak mentah telah mengalami proses pemisahan dan cracking. Dalam proses pemisahan ini, pada prinsipnya minyak mentah yang merupakan campuran semua komponen akan dipisahkan masing-masing komponennya yang berupa hidrokarbon berdasarkan perbedaan titik didih.

Minyak mentah dipanaskan dengan suhu tertentu sehingga komponen yang diinginkan menguap pada suhu didihnya. Ketika komponen telah menguap, maka uap akan masuk ke pipa kondensasi sehingga akan mengalami pendinginan.

Dalam pipa kondensasi, uap dingin akan berubah menjadi fase cair kembali dan dihasilkan minyak yang lebih murni. Pada hasil pemanasan didapatkan residu yang juga merupakan produk dari pengolahan minyak bumi itu sendiri.

Tabel 1. Fraksi hidrokarbon yang didapatkan dari distilasi bertingkat

Nama	Rantai C	Jarak Titik Didih	Kegunaan
1. Gas	$C_1 - C_4$	$< 25\text{ }^\circ\text{C}$	Gas LPG
2. Gasolin	$C_4 - C_{12}$	$20 - 200\text{ }^\circ\text{C}$	Bahan bakar kendaraan bermotor
4. Kerosin	$C_{10} - C_{14}$	$174 - 275\text{ }^\circ\text{C}$	Bahan bakar kompor
5. Minyak disel	$C_{14} - C_{19}$	$200 - 400\text{ }^\circ\text{C}$	Bahan bakar mesin disel, atau solar
6. Minyak mineral	$C_{19} - C_{35}$	$350\text{ }^\circ\text{C}$	Minyak pelumas atau oli
7. Minyak bakar	> 20	$> 400\text{ }^\circ\text{C}$	Bahan bakar untuk industri, kapal laut
8. Parafin	> 35	padat	Lilin
9. Bitumen	> 35	padat	Aspal jalan, atap rumah

Sumber: Michael Lewis, *Thinking Chemistry*

Adapun beberapa jenis fraksi minyak bumi dan kegunaannya secara umum, antara lain sebagai berikut;

a. **Fraksi Ringan Gas**

Fraksi pertama pada minyak bumi yaitu berwujud gas dimana fraksi ini berupa senyawa dengan berat molekul yang ringan sehingga volatil atau mudah menguap dan pada saat proses pemanasan akan menguap terlebih dahulu dibandingkan fraksi lain. Pada keadaan minyak mentah hasil tambang, gas ini terlarut dalam minyak bumi karena faktor tekanan tinggi sehingga menyebabkan gas dapat terlarut.

Pada saat pengolahan, gas menjadi fraksi pertama yang keluar dengan berbagai alasan tersebut. Gas yang pada umumnya dihasilkan oleh minyak bumi yaitu contohnya gas propana dan gas butana. Kegunaan fraksi gas ini yaitu digunakan sebagai bahan bakar untuk memasak (LPG) yang tersusun dari propana dan butana.

b. **Petroleum Eter (PE)**

Petroleum eter merupakan fraksi hasil pengolahan minyak bumi yang banyak digunakan sebagai pelarut yang bersifat non-polar dalam reaksi kimia.

Pada umumnya, pelarut ini digunakan dalam proses ekstraksi senyawa organik tertentu ataupun sebagai media reaksi menggunakan reagen tertentu. Sebagai fraksi minyak bumi, petroleum eter memiliki titik didih yang juga cukup rendah yaitu sekitar 30-40 sehingga zat ini juga akan menguap terlebih dahulu pada proses pengolahan. Petroleum eter ini memiliki struktur berupa hidrokarbon alkana dengan panjang rantai karbon 5-6.

c. **Bensin (Gasoline)**

Fraksi selanjutnya yaitu bensin dimana fraksi ini menjadi hasil olahan minyak bumi yang paling besar dan paling banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Bensin merupakan senyawa olahan minyak bumi dengan struktur senyawa hidrokarbon alkana dengan jumlah rantai karbon sebanyak 6-9 karbon. Bensin memiliki titik didih yang lebih tinggi dari fraksi sebelumnya

yaitu 90-175 sehingga memerlukan pemanasan pada suhu tersebut untuk memisahkan fraksi ini.

Bensin banyak digunakan dalam kehidupan manusia sebagai bahan bakar alat transportasi. Dalam bensin juga dikenal angka oktan yang merupakan bilangan untuk menunjukkan presentasi komponen struktur isooktana dibandingkan n-heptana dalam bensin.

d. Nafta

Hasil olahan minyak bumi yang lain yaitu nafta yang merupakan senyawa dengan titik didih 175-200 sehingga senyawa ini bisa didapatkan setelah memisahkan kandungan bensin atau gasoline dalam minyak mentah. Secara struktur, nafta merupakan hidrokarbon alkana dengan panjang rantai karbon 9-12 yang berupa campuran.

Fraksi minyak bumi ini banyak digunakan sebagai bahan pembuatan atau sintesis senyawa dalam produk cat, kosmetik, plastik, karet, detergen, dan lain sebagainya.

e. Minyak Tanah (Kerosin)

Setelah nafta, fraksi olahan minyak bumi di atasnya lagi yaitu kerosin atau yang kita kenal dengan minyak tanah. Minyak tanah memiliki titik didih 175-275 sehingga suhunya relatif cukup dekat dengan titik didih dari nafta sehingga kedua fraksi ini memang membutuhkan proses yang lebih kompleks untuk memisahkannya.

Dalam pengolahannya, minyak tanah bisa didapatkan secara murni melalui distilasi fraksinasi untuk memisahkannya dengan komponen lainnya. Minyak tanah memiliki struktur kimia yaitu hidrokarbon alkana dengan panjang rantai karbon 12-15 atom. Fraksi minyak tanah ini banyak digunakan sebagai bahan bakar kompor tradisional. Selain minyak tanah, dalam fraksi ini juga terdapat avtur yang digunakan sebagai bahan bakar pesawat.

f. Solar

Solar menjadi fraksi lain dari minyak bumi yang juga digunakan sebagai bahan bakar kendaraan. Fraksi solar ini memiliki titik didih 250-375 sehingga fraksi ini hanya bisa didapatkan dan dipisahkan dari minyak mentah melalui pemanasan pada suhu tersebut.

Dalam solar merupakan fraksi dengan struktur kimia campuran antara hidrokarbon alkana dengan rantai karbon 15-17 atom. Karena strukturnya yang berupa rantai panjang membuat solar menjadi tidak mudah menguap. Solar digunakan sebagai bahan bakar dalam industri dan juga sebagai bahan bakar mesin berjenis diesel.

g. Pelumas (Oli)

Jika kita sering menggunakan pelumas pada kendaraan, ternyata pelumas tersebut juga merupakan salah satu hasil fraksi pengolahan minyak bumi. Pelumas menjadi fraksi minyak bumi dengan komponen berupa hidrokarbon alkana dengan panjang rantai karbon 18-20 atom.

Pelumas memiliki sifat yang licin dan dapat melumasi sehingga pemanfaatan senyawa ini yaitu digunakan sebagai pelumas atau oli dalam berbagai mesin kendaraan, selain itu juga banyak digunakan untuk melindungi komponen yang berasal dari logam saat terjadinya gesekan.

Pelumas didapatkan melalui pemanasan minyak mentah dengan suhu 350-500 sehingga menguap dan akan dikondensasi menjadi pelumas.

h. Lilin

Lilin merupakan hasil pengolahan minyak bumi lainnya dimana struktur lilin memiliki panjang rantai karbon alkana berjumlah lebih dari 20 atom karbon. Fraksi ini didapatkan dari minyak mentah melalui pemanasan pada titik didihnya yaitu suhu di atas 350.

Suhu tersebut memang cukup tinggi sehingga membutuhkan energi yang juga tinggi untuk memisahkan fraksi ini dari minyak mentah. Lilin seperti yang kita ketahui memiliki banyak manfaat pada kehidupan manusia, seperti digunakan sebagai korek api, bahan dalam pembuatan batik, sebagai lilin, pelapis kertas untuk makanan, dan lain sebagainya.

i. Minyak Bakar (Fuel Oil)

Minyak bakar merupakan hasil dari distilasi minyak bumi mentah sebelum terbentuknya residu pada destilat atau bisa dikatakan minyak bakar menjadi fraksi akhir pada pengolahan minyak bumi. Orang juga biasa menyebut minyak bakar ini dengan sebutan fuel oil yang mungkin tidak asing.

Secara umum, minyak bakar banyak digunakan sebagai bahan bakar pengapian dalam industri besar seperti PLTU. Struktur minyak bakar memiliki hidrokarbon alkana dengan jumlah atom karbon yang cukup panjang yaitu lebih dari 20 atom karbon.

j. Aspal

Aspal merupakan hasil residu dari pengolahan minyak bumi dimana residu ini dihasilkan dari sisa distilasi minyak mentah. Setelah melalui proses pemisahan dengan pemanasan pada titik didihnya, minyak bumi akan menghasilkan berbagai fraksi yang telah disebutkan di atas.

Lalu sisa komponen yang tidak menguap pada suhu tersebut akan menjadi residu. Salah satunya yaitu aspal yang memiliki titik didih sangat tinggi yaitu di atas 500 sehingga pada pemanasan dibawah suhu tersebut aspal akan tetap tidak menguap. Aspal banyak digunakan sebagai bahan dalam pembuatan jalan raya, selain itu juga dapat digunakan sebagai isolator.

Hasil pengolahan minyak bumi yang banyak digunakan dalam kehidupan manusia. Mungkin kita sangat sering menemukan istilah beberapa fraksi di atas yang lekat dalam kehidupan sehari-hari namun tidak kita ketahui kalau bahan itu merupakan salah satu fraksi minyak bumi, seperti bensin, minyak, pelumas, aspal, dan lain lain. Sebagai pengguna, kita juga harus mengetahui fraksi-fraksi yang menyusun minyak bumi, proses pemisahannya, karakteristiknya, serta manfaatnya. Namun penggunaan minyak bumi yang berlebihan juga akan menyebabkan dampak negatif karena pada dasarnya minyak bumi bukanlah sumber daya terbarukan.

Oleh karena itu, selain mempelajari minyak bumi diperlukan juga sumber daya energi alternatif lain yang terbarukan sehingga kita tidak lagi bergantung pada keberadaan minyak bumi.

C. Rangkuman

1. Minyak bumi merupakan campuran senyawa-senyawa hidrokarbon. Untuk dapat dimanfaatkan perlu dipisahkan melalui distilasi bertingkat, yaitu cara pemisahan fraksi-fraksi minyak bumi berdasarkan perbedaan titik didihnya pada kolom bertingkat (distilasi bertingkat).
2. Fraksi-fraksi minyak bumi, antara lain: gas, petroleum eter, bensin/gasoline, nafta, kerosin, solar, oli, parafin, dan aspal.

3. Minyak bumi sebagian besar digunakan untuk memproduksi bensin dan minyak bakar, keduanya merupakan sumber "energi primer" utama. 84% dari volume hidrokarbon yang terkandung dalam minyak bumi diubah menjadi bahan bakar yang di dalamnya termasuk dengan bensin, diesel, bahan bakar jet, dan elpiji.

D. Penugasan Mandiri

Jawablah soal-soal berikut!

- Jelaskan teknik pemisahan minyak bumi
- Tuliskan fraksi-fraksi minyak bumi hasil distilasi bertingkat
- Jelaskan kerugian minyak bumi yang mengandung banyak belerang?
- Jelaskan faktor apa yang mempengaruhi mutu bensin? Bagaimana cara meningkatkan mutu bensin.
- Lengkapi tabel berikut berkaitan dengan kegunaan minyak bumi

No	Fraksi Minyak Bumi	Kegunaan
a.	LPG	
b.	Bensin	
c.	Kerosin	
d.	Solar	
e.	Oli/pelumas	
f.	Aspal	

E. Latihan Soal

Jawablah soal-soal latihan berikut tanpa melihat kunci jawaban!

- Diketahui beberapa zat :
 - LPG
 - bensin
 - solar
 - alkohol
 - kerosin
 yang merupakan hasil fraksi minyak bumi adalah....
 - (1),(2),(3) dan (4)
 - (1),(3),(4) dan (5)
 - (1),(2),(3) dan (5)
 - (1),(2),(4) dan (5)
 - (2),(3),(4) dan (5)
- Senyawa yang tergolong gas alam adalah....
 - metana dan etana
 - etena dan butena
 - propenadan butena
 - prapana dan butana
 - etana dan etuna
- Pemurnian minyak bumi dilakukan dengan cara distilasi bertingkat yaitu pemisahan berdasarkan ...
 - titik cair
 - titik didih
 - ukuran partikel
 - suhu
 - titik leleh

4. Urutan fraksi minyak bumi dari yang ringan ke berat adalah....
- A. bensin , solar , dan kerosin
 - B. bensin , kerosin , dan solar
 - C. kerosin , solar dan bensin
 - D. kerosin , bensin dan solar
 - E. solar , kerosin dan bensin
5. Berikut ini adalah data hasil penyulingan minyak bumi :

No	Banyaknya Atom C	Titik didih
(1)	1 - 4	Di bawah 40°C
(2)	5 - 10	40°C - 180°C
(3)	11 - 12	180°C - 250°C
(4)	13 - 25	250°C - 350°C
(5)	26 - 28	di atas 350°C

Berdasarkan data di atas, hasil penyulingan minyak bumi yang biasa dipergunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor adalah....

- A. (1) dan (3)
- B. (1) dan (4)
- C. (2) dan (4)
- D. (2) dan (5)
- E. (3) dan (5)

Kunci dan Pembahasan Soal Latihan

No	Kunci Jawaban	Pembahasan
1.	C	Penyusun utama minyak bumi adalah senyawa hidrokarbon yaitu senyawa karbon yang hanya terdiri dari atom C dan H, sedangkan alkohol, C_2H_5OH bukan termasuk hidrokarbon karena mengandung atom selain C dan H
2.	A	Gas alam adalah salah satu fraksi minyak bumi yang terdiri dari gas-gas dengan jumlah atom C1 – C4, yaitu : metana, etana, propana dan butana
3.		Pemisahan fraksi minyak bumi dilakukan dengan cara distilasi bertingkat yaitu pemisahan komponen campuran berdasarkan perbedaan titik didih, komponen dengan titik didih terendah akan terpisah dari campuran lebih awal
4.	B	Urutan fraksi minyak bumi dari ringan ke berat yaitu : bensin (C5-C10) , kerosin (C11-12) , dan solar(C13 – 25)
5.	C	Fraksi minyak bumi yang digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor yaitu bensin (C5-C10) dan solar(C13 – 25)

Pedoman Penskoran

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi tingkat penguasaan:

90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar Selanjutnya. Bagus! Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

A. Penilaian Diri

Isilah pertanyaan pada tabel di bawah ini sesuai dengan yang kalian ketahui, berilah penilaian secara jujur, objektif, dan penuh tanggung jawab dengan memberi tanda pada kolom pilihan.

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah Anda telah mampu memahami cara pemisahan fraksi minyak bumi		
2	Apakah Anda telah mampu mengurutkan fraksi minyak bumi berdasarkan urutan titik didihnya?		

3	Apakah Anda telah mampu menuliskan fraksi minyak bumi yang digunakan untuk bahan bakar kendaraan bermotor?		
4	Apakah Anda telah mampu mendeskripsikan mutu bensin?		
5	Apakah Anda telah mampu menjelaskan cara meningkatkan mutu bensin?		

Catatan:

Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pembelajaran,

Bila semua jawaban "Ya", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.

EVALUASI

Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Fraksi minyak bumi yang terakhir dipisahkan dengan distilasi bertingkat digunakan untuk
 - A. bahan bakar memasak
 - B. bahan bakar kendaraan
 - C. pengaspalan jalan
 - D. pelarut organik
 - E. pelumas mesin
2. Contoh fraksi minyak bumi yang paling sedikit jumlah atom karbonnya adalah....
 - A. Solar
 - B. Aspal
 - C. Minyak tanah
 - D. LPG
 - E. Premium
3. Senyawa berikut yang termasuk gas alam adalah
 - A. etana dan etuna
 - B. metana dan oktana
 - C. propana dan propilena
 - D. metana dan etana
 - E. propana dan pentana
4. Zat yang dapat digunakan untuk bahan bakar pesawat terbang adalah
 - A. metana
 - B. avtur
 - C. bensin
 - D. solar
 - E. kerosin
5. Bensin mempunyai mutu yang rendah jika banyak mengandung....
 - A. isooktana
 - B. 2,2,3-trimetilpentana
 - C. 2,2,4-trimetilpentana
 - D. *n*-heptana
 - E. 2,2,3,3-tetrametilbutana
6. Zat anti-*knocking* yang ramah lingkungan adalah
 - A. MTBE
 - B. LNG
 - C. LPG
 - D. belerang
 - E. TEL
7. Bensin yang memiliki angka oktan 80, berarti memiliki perbandingan isooktana dan *n*-heptana sebesar....
 - A. 1 : 4
 - B. 5 : 1
 - C. 4 : 1
 - D. 1 : 5

- E. 8 : 1
8. Salah satu cara untuk menghasilkan bensin adalah melalui reaksi berikut yang berlangsung pada suhu 425 °C dan tekanan 25 atm:
 $C_{12}H_{26} \rightarrow C_6H_{14} + C_6H_{14}$
 Cara di atas dikenal dengan istilah
- pirolisis
 - knocking*
 - distilasi
 - disosiasi
 - cracking*
9. Pada penyulingan minyak bumi secara bertingkat hasil yang diperoleh pada suhu 180 °C berguna untuk
- pembuatan plastik
 - pelumas
 - antiseptik
 - bahan bakar
 - obat-obatan
10. Pernyataan yang benar untuk bensin premium adalah....
- digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor
 - kadar *n*-heptana lebih tinggi daripada isooktanya
 - penampilannya lebih pekat daripada minyak tanah
 - mempunyai angka oktan 90
 - memiliki titik didih sekitar 200 °C
11. Manakah yang tepat dari pernyataan berikut ini
- semakin rendah bilangan oktan maka bensin makin baik
 - semakin tinggi bilangan oktan maka bensin makin baik
 - bilangan oktan premium lebih besar dari pertamax
 - Pertamax plus mempunyai bilangan oktan di atas 100
 - Bilangan oktan dapat dinaikkan dengan menaikkan *n*-heptana
12. Manakah pernyataan berikut yang benar tentang bilangan oktan.
- menunjukkan perbandingan antara premium dan pertamax
 - merupakan perbandingan antara MTBE dan TEL
 - merupakan perbandingan antara dan isooktana *n*-heptana
 - menunjukkan perbandingan MTBE dan isooktana
 - menunjukkan perbandingan TEL dan *n* heptana
13. Bensin mempunyai mutu tinggi jika mengandung banyak senyawa
- n*-heksana
 - n*-heptana
 - n*-oktana
 - 1-pentena
 - 2,2,4-trimetil pentana
14. Teknik yang diterapkan untuk memisahkan fraksi minyak bumi adalah
- Ekstraksi
 - Destilasi bertingkat
 - Permurnian bertingkat
 - Dekantasi
 - Kromatografi

15. Bahan bakar minyak bumi digolongkan bahan bakar primer artinya tidak dapat diperbaharui karena
- A. dapat menghasilkan panas yang sangat tinggi
 - B. proses pembentukannya berlangsung sangat lama
 - C. proses pembentukannya di dalam bumi
 - D. berasal dari sisa-sisa tumbuhan dan hewan
 - E. dapat digantikan dengan cara produksi secara sintetis

KUNCI JAWABAN EVALUASI

No	Kunci
1	C
2	D
3	D
4	B
5	D
6	A
7	C
8	E
9	D
10	A
11	B
12	C
13	E
14	B
15	B

DAFTAR PUSTAKA

Ari Harnanto. Kimia untuk SMA/MA Kelas X. Pusat Perbukuan. Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta. 2009

Haris Watoni. Kimia untuk Siswa SMA/MA Kelas XI Kelompok Peminatan MIPA Jakarta. 2016

<https://ikawcollections.files.wordpress.com/2008/12/modul-minyak-bumi.pdf> diunduh tanggal 15 September 2020

<http://yogiyaditra9.blogspot.com/2015/05/soal-kimia-kelas-xi-minyak-bumi.html> diunduh tanggal 15 September 2020

<http://mazzaziz-the-chemist.blogspot.com/2012/12/soal-soal-tentang-minyak-bumi-dan.html> diunduh tanggal 16 September 2020

<https://blog.ruangguru.com/proses-pengolahan-minyak-bumi> diunduh tanggal 16 September 2020

<https://www.pakarkimia.com/fraksi-minyak-bumi/> diunduh tanggal 18 September 2020



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020



Modul Pembelajaran SMA

KIMIA



KELAS
XI



DAMPAK REAKSI PEMBAKARAN HIDROKARBON

KELAS XI MIPA

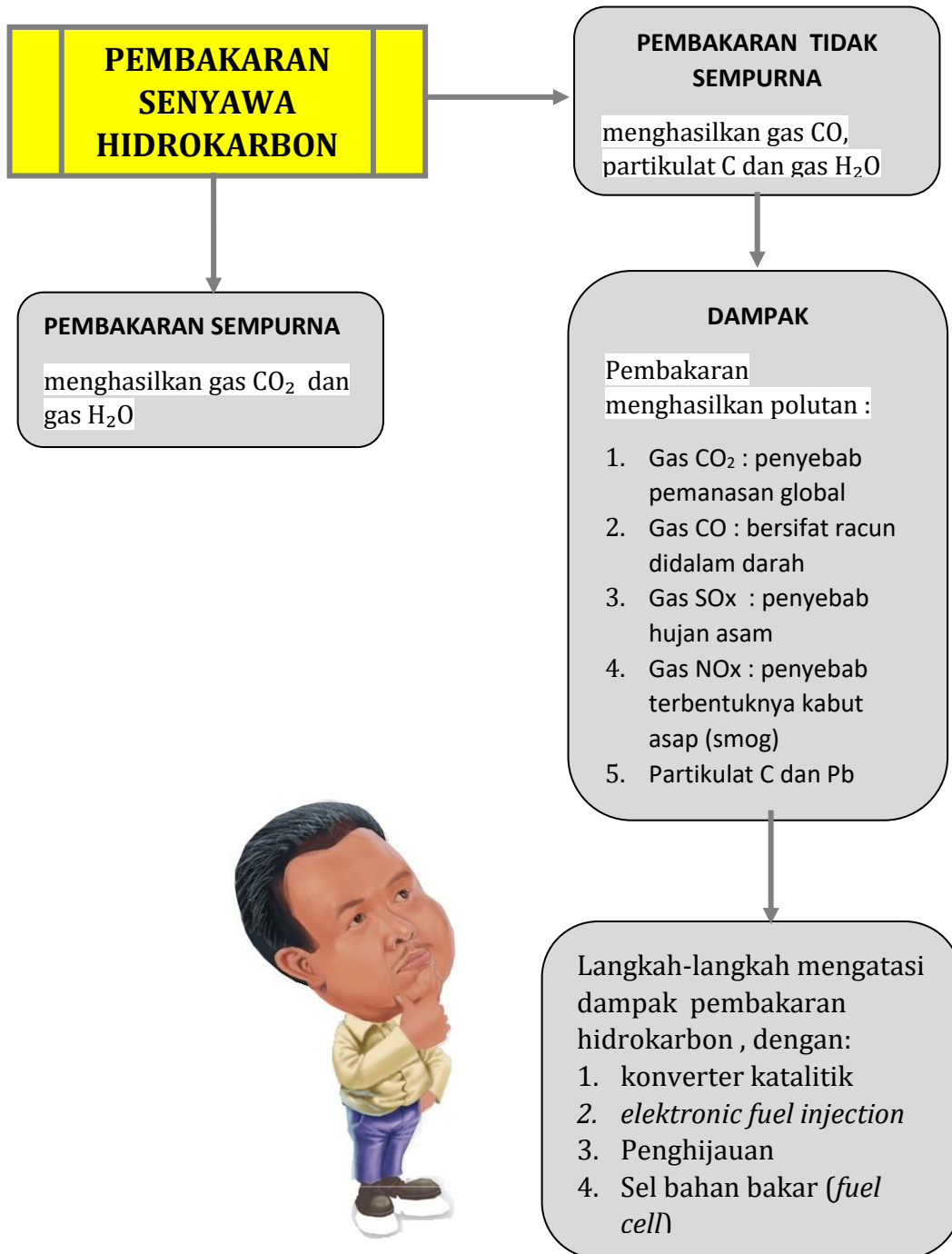
PENYUSUN

**Setiyana, S.Pd., M.Eng
SMA Negeri 1 Bandongan, Magelang**

DAFTAR ISI

PENYUSUN	ii
PETA KONSEP	iv
GLOSARIUM	v
PENDAHULUAN	vi
A. Identitas Modul	vi
B. Kompetensi Dasar	vi
C. Deskripsi	vi
D. Petunjuk Penggunaan Modul	vi
E. Materi Pembelajaran	vi
KEGIATAN PEMBELAJARAN	1
DAMPAK REAKSI PEMBAKARAN HIDROKARBON	1
A. Tujuan Pembelajaran	1
B. Uraian Materi	1
C. Rangkuman	4
D. Penugasan Mandiri	5
E. Latihan Soal	6
F. Penilaian Diri	9
EVALUASI	10
DAFTAR PUSTAKA	13

PETA KONSEP



GLOSARIUM

Pembakaran sempurna	: Reaksi pembakaran senyawa hidrokarbon yang menghasilkan gas karbondioksida(CO_2) dan uap air (H_2O).
Reaksi pembakaran tidak sempurna	: Proses pembakaran senyawa hidrokarbon yang menghasilkan gas karbon monoksida (CO) dan uap air (H_2O), hal ini terjadi karena kurangnya oksigen.
Efek rumah kaca (green house effect)	: Peristiwa naiknya suhu lingkungan (permukaan bumi) akibat sinar matahari yang sebagian diserap oleh bumi dan sinar yang dipantulan keangkasa terhalang oleh gas CO_2 , sehingga sinar inframerah terperangkap diatmosfir bumi .
Hujan asam	: Peristiwa bereaksinya air hujan dengan polutan gas SO_2 , SO_3 atau NO_2 membentuk senyawa asam (H_2SO_3 , H_2SO_4 atau HNO_3) yang terlarut dalam air hujan dan bersifat korosif.
Partikulat	: Polutan hasil pembakaran hidrokarbon yang berupa partikel padat, seperti karbon (C) dan timbal (Pb) dapat menimbulkan iritasi pada kulit, mata perih, gangguan saluran pernafasan dan merusak ginjal.
EFI (elektronik fuel injection)	: Sistem penyemprotan bahan bakar yang dalam kerjanya dikontrol secara elektronik. EFI memastikan campuran udara dan bahan bakar selalu sesuai dengan kebutuhan mobil bakar.
Konverter katalitik	: Alat pengendali emisi buangan yang mengubah gas dan polutan beracun pada gas buangan, menjadi polutan yang tak terlalu bahaya.

PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran : Kimia
Kelas / Semester : XI / Ganjil
Alokasi waktu : 4 Jam Pelajaran
Judul Modul : Dampak reaksi pembakaran hidrokarbon

B. Kompetensi Dasar

- 3.3 Memahami reaksi pembakaran hidrokarbon yang sempurna dan tidak sempurna serta sifat zat hasil pembakaran (CO_2 , CO, partikulat karbon).
- 4.3 Menalar dampak pembakaran senyawa hidrokarbon terhadap lingkungan dan kesehatan serta mengajukan gagasan cara mengatasinya.

C. Deskripsi

Reaksi pembakaran hidrokarbon yang tidak sempurna akan menyebabkan terjadinya polusi udara. Dampaknya adalah timbul polutan : gas CO_2 gas CO, partikulat karbon (C) dan timbal (Pb) dan gas SO_2 .

Langkah-langkah mengatasi dampak pembakaran hidrokarbon, antara lain: penghijauan, menggunakan sel bahan bakar (*fuel cell*), penggunaan konverter katalitik pada knalpot dan penggunaan EFI (elektronik fuel injection) sistem bahan bakar.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Modul ini sesuai dengan KD 3.1 dan KD 4.1 pada Keputusan Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan dan Perbukuan Nomor No. 018/H/KR/2020 Untuk menggunakan modul ikutilah langkah langkah di bawah ini:

1. Bacalah peta konsep dan pahami keterkaitan antar materi dampak pembakaran hidrokarbon.
2. Berikan respon pada kegiatan mengamati gambar, kemudian pahami materi pembelajaran dan contoh soal.
3. Perdalam pemahamanmu tentang materi dampak pembakaran hidrokarbon dengan membuat ringkasan seperti pada bagian rangkuman, baru kemudian mengerjakan latihan soal.
4. Akhiri kegiatan dengan mengisi penilaian diri dengan jujur dan ulangi lagi pada bagian yang masih belum sepenuhnya di mengerti.
5. Kerjakan soal evaluasi di akhir materi.

E. Materi Pembelajaran

1. Pembakaran sempurna dan tidak sempurna senyawa hidrokarbon.
2. Dampak pembakaran tidak sempurna senyawa hidrokarbon terhadap kesehatan dan lingkungan
3. Langkah-langkah mengatasi dampak pembakaran tidak sempurna senyawa hidrokarbon

KEGIATAN PEMBELAJARAN

DAMPAK REAKSI PEMBAKARAN HIDROKARBON

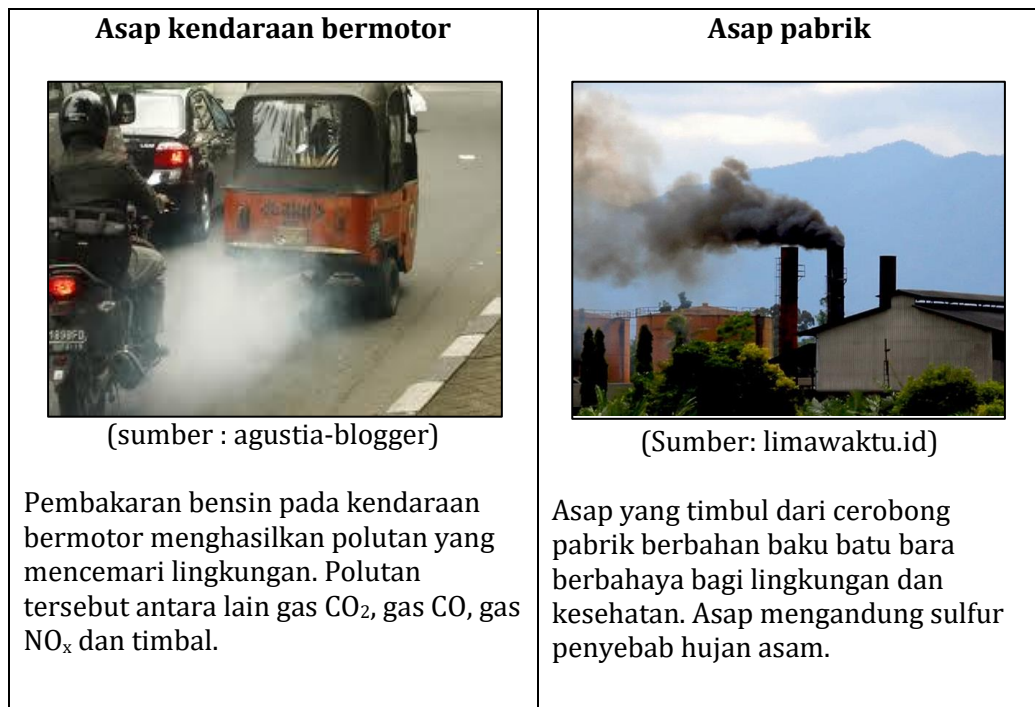
A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari modul ini, siswa dapat:

1. Menganalisis zat pencemar akibat pembakaran hidrokarbon
2. Menjelaskan dampak pembakaran hidrokarbon terhadap lingkungan dan kesehatan
3. Memahami cara - cara penanggulangan dampak pembakaran hidrokarbon

B. Uraian Materi

Saat bepergian menggunakan sepeda motor atau jalan kaki dikota, pernahkah kalian merasakan sesak nafas dan kesal karena ada begitu banyak asap yang berbau tidak sedap? Berikan pendapatmu dari mana asal polusi asap tersebut?



Gambar 1. Sumber pencemaran asap di kota besar

Selanjutnya kalian mungkin bertanya mengapa bisa timbul polusi asap? Ya benar, polusi asap tersebut berasal dari gas sisa-sisa pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor dan proses pembakaran di pabrik.

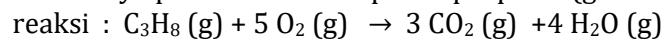
1. Reaksi Pembakaran hidrokarbon

Bahan bakar fosil, seperti minyak bumi, batu bara dan gas alam, kandungan utamanya adalah hidrokarbon, belerang, nitrogen dan oksigen. Reaksi pembakaran hidrokarbon yang tidak sempurna akan menyebabkan terjadinya polusi udara.

Jenis-jenis pembakaran hidrokarbon:

a. Reaksi pembakaran sempurna senyawa hidrokarbon menghasilkan gas karbondioksida (CO_2) dan uap air (H_2O).

Contohnya pembakaran sempurna propana (gas dalam LPG)



b. Reaksi pembakaran tidak sempurna

Proses pembakaran tidak sempurna menghasilkan gas karbon monoksida (CO) dan uap air (H_2O), hal ini terjadi karena kurangnya oksigen.


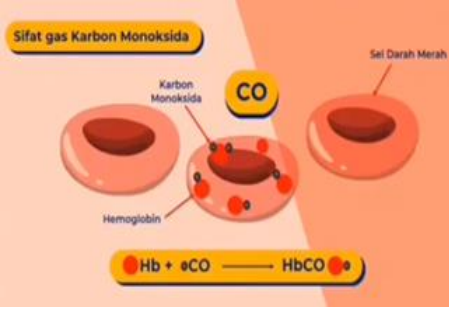
Contohnya pembakaran tidak sempurna propana (gas dalam LPG)

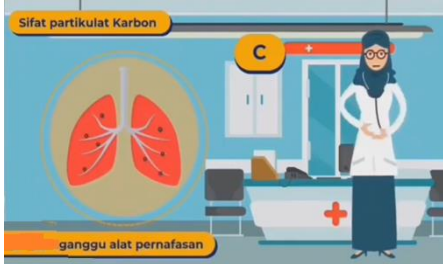
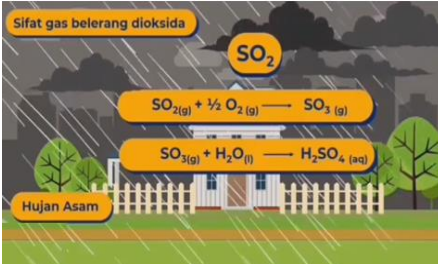


Polusi asap disebabkan oleh sisa-sisa gas pembakaran tidak sempurna bahan bakar hidrokarbon

2. Dampak pembakaran hidrokarbon


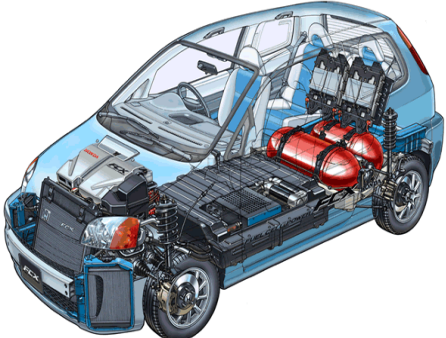


Penggunaan hidrokarbon di sektor transportasi dan industri memberikan dampak negatif terhadap pencemaran lingkungan. Beberapa gas yang timbul pada pembakaran hidrokarbon antara lain:

Gas karbon dioksida (CO_2)	Gas karbon monoksida (CO)
 <p>Sifat gas Karbon Dioksida</p> <p>CO_2</p> <p>efek rumah kaca</p>	 <p>Sifat gas Karbon Monoksida</p> <p>Karbon Monoksida</p> <p>CO</p> <p>Sel Darah Merah</p> <p>Hemoglobin</p> <p>$\text{Hb} + \text{eCO} \rightarrow \text{HbCO}$</p>
<p>Polutas gas CO_2 yang melebihi batas mengakibatkan gangguan pernapasan dan meningkatnya suhu bumi yang disebut efek rumah kaca (<i>global warming</i>)</p>	<p>Gas CO mempunyai ambang batas udara 32 ppn, dalam darah bereaksi dengan hemoglobin membentuk COHb yang bersifat racun, menyebabkan kematian</p>

Partikulat	Gas SO ₂ dan NO ₂ , NO ₃
 <p>Sifat partikulat Karbon</p> <p>C</p> <p>ganggu alat pernafasan</p>	 <p>Sifat gas belerang dioksida</p> <p>SO₂</p> $\text{SO}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{SO}_3(\text{g})$ $\text{SO}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ <p>Hujan Asam</p>
<p>Partikulat berupa karbon (C) dan timbal (Pb) dapat menimbulkan iritasi pada kulit, mata perih, gangguan saluran pernafasan dan merusak ginjal.</p>	<p>Gas sulfur dioksida (SO₂) menimbulkan iritasi dan hujan asam yang bersifat korosif, oksida NO_x menghasilkan asap kabut (<i>smog</i>).</p>

3. Mengurangi dampak pembakaran hidrokarbon

Perhatikan ilustrasi berikut:

Penhijauan	Fuel cell
 <p>(Sumber : blog.reservasi.com)</p> <p>Penhijauan atau pembuatan taman kota untuk melindungi lingkungan dan mengubah gas buang CO₂ menjadi O₂ melalui proses fotosintesis</p>	 <p>(Sumber : Geoscience research)</p> <p>Sel bahan bakar (fuel cell) melibatkan reaksi antara O₂ dan H₂ dengan produk reaksi yang ramah lingkungan yaitu H₂O</p>
<p>Konverter katalitik</p>	<p>Elektronik fuel injection</p>
 <p>(Sumber : teknisimobil.com)</p>	 <p>(Sumber : www.viarohidinthea.com)</p>

Konverter katalitik pada sistem buangan kendaraan bermotor dapat mengubah gas buang seperti CO dan NO _x menjadi gas yang lebih aman yaitu N ₂ dan CO ₂	EFI (elektronik fuel injection) pada sistem bahan bakar kendaraan akan menghasilkan pembakaran sempurna sehingga mengurangi emisi gas polutan
---	---

Dapat disimpulkan bahwa langkah-langkah mengatasi dampak pembakaran hidrokarbon, antara lain:

- Penghijauan atau pembuatan taman kota.
- Menggunakan bahan bakar alternatif yang dapat diperbarui dan ramah lingkungan, seperti tenaga surya dan sel bahan bakar (*fuel cell*).
- Penggunaan konverter katalitik pada sistem buangan kendaraan / knalpot.
- Penggunaan EFI (elektronik fuel injection) sistem bahan bakar.

Contoh soal

1. Jika bahan bakar hidrokarbon bercampur dengan zat pengotor maka pada pembakarannya akan dihasilkan polutan polutan gas SO₂ yang dapat menyebabkan terjadinya *green house effect*, jelaskan pernyataan ini?

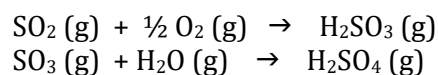
Jawab

Green house effect atau efek rumah kaca merupakan peristiwa naiknya suhu rata-rata dipermukaan bumi akibat dari meningkatnya radiasi sinar inframerah. Hal ini terjadi karena sinar matahari yang diterima bumi sebagian besar sinar dipantulkan kembali ke angkasa, dan akibat tinginya kadar CO₂ dan H₂O di atmosfer maka sinar yang dipantulkan bumi tersebut sebagian sinar (sinar infra merah) terperangkap oleh gas tersebut menyebabkan suhu bumi menjadi naik.

2. Akibat kontaminasi dengan udara, pembakaran senyawa hidrokarbon dapat menghasilkan polutan gas-gas SO₂, jelaskan dampak polutan tersebut bagi lingkungan dan kesehatan !

Jawab

Polutan gas SO₂ dapat berubah menjadi SO₃ dan dalam kelembaban yang tinggi dapat terbentuk asam sulfat. Senyawa ini bersifat sangat korosif terhadap berbagai material dan dapat melunturkan cat rumah. Ketika terjadi hujan gas SO₂ dapat terbawa oleh air hujan dalam bentuk asam sulfat (H₂SO₃). Selain itu gas SO₂ dapat teroksidasi menjadi gas SO₃ dan terbawa air hujan dalam bentuk asam sulfat. Peristiwa ini dikenal dengan nama hujan. Reaksi yang terjadi :



C. Rangkuman

1. Reaksi pembakaran hidrokarbon ada 2 jenis yaitu pembakaran sempurna dan tidak sempurna.
 - Proses pembakaran tidak sempurna menghasilkan gas karbon monoksida (CO) dan uap air (H₂O)
 - Reaksi pembakaran sempurna senyawa hidrokarbon menghasilkan gas karbondioksida (CO₂) dan uap air (H₂O)

2. Polutan karena dampak pembakaran hidrokarbon antara lain gas CO bersifat racun dalam darah, gas CO₂ menyebabkan pemanasan global, gas SO_x mengakibatkan hujan asam, gas NO_x menyebabkan smog dan partikulat karbon.
3. Langkah-langkah mengatasi dampak pembakaran hidrokarbon, antara lain dengan penghijauan, menggunakan sel bahan bakar, konverter katalitik dan sistem elektronik fuel injection.

D. Penugasan Mandiri

Petunjuk :

Orang yang ingin mencapai kesuksesan harus melewati berbagai kesulitan. Kalau kamu menganggap soal-soal ini sebagai kesulitan dan berusaha untuk mengerjakannya dengan jujur, kelak kamu akan sukses!

1. Pembakaran sempurna dan tidak sempurna

Pembakaran bensin pada mesin kendaraan bermotor dapat berlangsung sempurna dan tidak sempurna. Jika bensin dianggap tersusun dari senyawa oktana maka pembakaran sempurna bensin akan menghasilkan energi sebesar $\Delta H = - 5460$ kJ, dan jika terjadi pembakaran tidak sempurna, maka energi yang dihasilkan kurang lebih $\Delta H = - 2924$ kJ (Sumber : dsupardi.wordpress.com). Biasanya kendaraan yang berumur tua akan menghasilkan asap yang lebih banyak karena terjadi pembakaran yang tidak sempurna. Polutan yang dihasilkan dari pembakaran BBM memberikan dampak negatif bagi kesehatan dan lingkungan.

- a. Berdasarkan energi yang dihasilkan mengapa pembakaran tidak sempurna menjadikan BBM lebih boros? Buat perbandingan dengan reaksi pembakaran sempurna dan tidak sempurna yang terjadi?
- b. Perkirakan gas-gas hasil pembakaran tersebut yang memberikan dampak negatif bagi kesehatan dan lingkungan?

Jawab :

- a. Reaksi pembakaran bensin pada mesin kendaraan bermotor
 - Pembakaran sempurna

..... + → +, $\Delta H = \dots\dots\dots$

- Pembakaran tidak sempurna

..... + → +, $\Delta H = \dots\dots\dots$

Terjadinya pembakaran tidak sempurna menjadikan BBM lebih boros karena

.....

Polutan yang menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan dan lingkungan adalah.....

.....

2. Gas lain yang terbentuk dari pembakaran hidrokarbon

Minyak bumi terdiri dari berbagai senyawa. Komponen utama minyak bumi adalah hidrokarbon. Namun, minyak bumi juga mengandung beberapa senyawa lain seperti senyawa belerang, hidrogen dan organo logam. Oleh karena itu pada pembakaran minyak bumi selain menghasilkan gas CO dan CO₂, juga dihasilkan senyawa lain yang juga berbahaya. Gas yang berasal dari pengotor bahan bakar yang beraksi dengan oksigen dapat menyebabkan terjadi hujan asam. Gas lain terbentuk karena kontaminasi udara saat proses pembakaran berlangsung pada suhu tinggi. Gas ini dapat menyebabkan terjadinya kabut asap dan efek rumah kaca.

a. Berdasarkan analisismu, gas apa yang terbentuk jika bahan bakar terdapat pengotor dan bahan bakar terjadi kontaminasi dengan udara?

Jawab :

Gas dari pengotor bahan bakar :
 :
 Gas dari kontaminasi udara :
 :

b. Tuliskan persamaan reaksi terjadinya hujan asam

Jawab

Persamaan reaksi terjadinya hujan asam

:
 :
 :

E. Latihan Soal

Kerjakan Latihan Soal berikut dengan jujur dan mandiri. Setelah selesai mengerjakan, cocokkan jawabanmu dengan kunci soal, bila jawabanmu ada yang belum sesuai, pahami pembahasannya. Selamat berlatih menjadi pribadi yang terbaik.

1. Gas dan zat berbahaya yang ditimbulkan dari asap kendaraan bermotor adalah....
 - A. CO₂ dan CO
 - B. CO dan H₂O
 - C. CO dan Pb
 - D. CO₂ dan H₂O
 - E. Pb dan CO₂

2. Gas hasil pembakaran bensin yang dapat menyebabkan timbulnya hujan asam adalah....
 - A. PbO
 - B. CO
 - C. CO₂
 - D. H₂O
 - E. SO₃

3. Gas hasil pembakaran bensin yang dapat menimbulkan efek rumah kaca adalah....
 - A. CO_2
 - B. PbO
 - C. CO
 - D. H_2O
 - E. SO_3

4. Hasil utama pembakaran minyak bumi adalah gas karbon oksida dan uap air yang terbang ke udara. Peningkatan CO_2 di udara dapat menyebabkan hal-hal berikut ini *kecuali* ...
 - A. peningkatan suhu permukaan bumi
 - B. pemanasan global / Green House Effect
 - C. mencairnya es di daerah kutub
 - D. matinya beberapa jenis makhluk hidup
 - E. kenaikan tinggi permukaan air laut

5. Di bawah ini adalah langkah-langkah untuk mengatasi dampak negatif pembakaran bensin, kecuali
 - A. penggunaan EFI pada sistem bahan bakar
 - B. penghijauan atau pembuatan taman kota
 - C. penggunaan converter katalitik pada knalpot
 - D. penambahan zat aditif Pb pada bensin
 - E. penggunaan bahan bakar alternatif ramah lingkungan

Kunci dan Pembahasan Soal Latihan

No	Kunci Jawaban	Pembahasan
1	C	Gas dan zat berbahaya yang ditimbulkan dari asap kendaraan bermotor adalah gas CO dan partikulat Pb
2	E	Gas hasil pembakaran bensin yang dapat menyebabkan timbulnya hujan asam adalah gas SO ₃ dan SO ₂
3	A	Gas hasil pembakaran bensin yang dapat menimbulkan efek rumah kaca adalah gas CO ₂
4	B	Peningkatan CO ₂ di udara dapat menyebabkan pemanasan global
5	D	langkah-langkah untuk mengatasi dampak negatif pembakaran bensin - Penghijauan atau pembuatan taman kota - Menggunakan bahan bakar alternatif yang dapat diperbarui dan ramah lingkungan, seperti tenaga surya dan sel bahan bakar (<i>fuel cell</i>) - Penggunaan konverter katalitik pada sistem buangan kendaraan / knalpot - Penggunaan EFI (elektronik fuel injection) sistem bahan bakar

PEDOMAN PENILAIAN

Cocokkanlah jawaban kamu dengan Kunci Jawaban yang terdapat di bawah ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaanmu terhadap materi Kegiatan Belajar .

- Pedoman penilaian
 $\text{Nilai} = (\text{Jawaban benar}/5) \times 100$
- Kategori tingkat penguasaanmu
90 - 100 = baik sekali
80 - 89 = baik
70 - 79 = cukup
< 70 = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan ≥ 80 , Ananda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar selanjutnya. Bagus! Namun, jika masih di bawah 80, Ananda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar, terutama bagian yang belum dikuasai. Semangat....!

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

NO	PERTANYAAN	JAWABAN	
		YA	TIDAK
1	Saya memahami jenis polutan akibat pembakaran hidrokarbon		
2	Saya dapat menuliskan persamaan reaksi pembakaran sempurna dan tidak sempurna		
3	Saya dapat memahami dampak pembakaran hidrokarbon		
4	Saya dapat menentukan cara mengatasi dampak pembakaran hidrokarbon		

Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "Tidak". Bila semua jawaban "Ya", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.

EVALUASI PENILAIAN KOMPETENSI DASAR 3.3

Petunjuk :

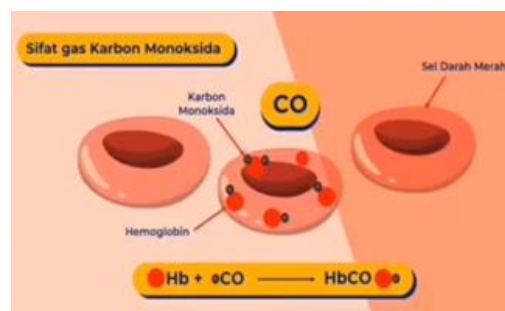
Waktunya untuk menguji kemampuanmu dalam mempelajari materi dampak pembakaran hidrokarbon terhadap lingkungan dan kesehatan

Di sini, kamu nggak akan ketemu dengan kunci jawaban. Jadi, teruslah bersemangat untuk mencoba dan periksalah pekerjaanmu dengan seksama dan jangan lupa berdoa.

1. Pembakaran bahan bakar fosil (batubara, minyak bumi dan gas alam) dapat menyebabkan masalah pencemaran lingkungan, khususnya pencemaran udara. Seperti yang terjadi di kota-kota besar dan padat penduduk. Pencemaran udara merupakan imbas negatif dari perkembangan zaman, kehadiran pabrik-pabrik industri skala besar dan juga kendaraan bermotor mengeluarkan gas emisi yang umunya tidak ramah lingkungan. Ini tentu hal yang tidak mengenakan, pencemaran udara bisa menyebabkan berbagai macam penyakit, mengganggu kesehatan manusia, merusak keindahan alam, membuat hidup menjadi tidak nyaman.

Berdasarkan wacana tersebut, gagasan yang dapat dilakukan untuk mengurangi pencemaran polusi udara oleh seorang pelajar adalah

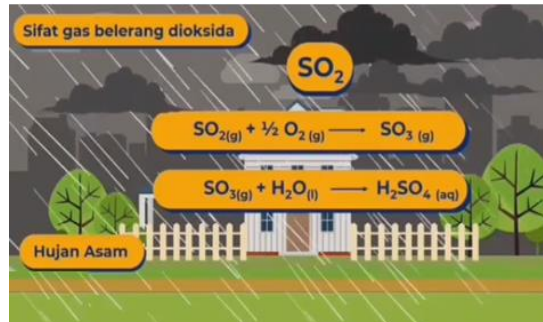
- A. menggunakan energi listrik secara berlebihan seperti sering mencharge gadget, menyalakan lampu pada siang hari di sekolah.
 - B. ikut serta menjaga kebersihan lingkungan yang ada di sekitar sekolah dan tidak membiarkan sampah berserakan.
 - C. mengurangi jalur hijau berupa penanaman pohon-pohon di halaman sekolah agar CO_2 dapat terserap kembali melalui daur oksigen dan fotosintesis.
 - D. mengurangi penggunaan kendaraan bermotor seperti menggunakan sepeda, berjalan kaki, menggunakan kendaraan umum saat berangkat dan pulang sekolah
 - E. menggunakan botol minuman atau tempat makan yang terbuat dari plastik yang dibawa dari rumah sehingga tidak terbuang.
2. Pembakaran tidak sempurna terjadi jika tidak ada oksigen yang cukup untuk membakar bahan bakar sepenuhnya menjadi gas karbon dioksida dan uap air. Pembakaran tidak sempurna menghasilkan gas karbon monoksida (CO).



Gas CO dapat mencemari udara dan bersifat racun, hal ini disebabkan oleh

- A. gas CO dapat berikatan dengan hemoglobin membentuk COHb
- B. gas CO dapat larut dalam air membentuk $\text{CO}_2\text{-H}_2$
- C. gas CO mudah bereaksi dengan O_2 membentuk CO_2 yang beracun

- D. gas CO berbau busuk dan menusuk
 E. gas CO adalah gas yang bersifat reaktif dan mudah bereaksi dengan unsur-unsur lain
3. Salah satu dampak pembakaran hidrokarbon adalah terjadinya hujan asam.



- Hujan asam adalah hujan dengan pH di bawah 5,6. Hujan asam dapat menyebabkan tumbuhan dan hewan air mati, serta merusak bangunan dan logam. Penyebab terjadinya hujan asam adalah
- A. foto asosiasi gas NO_2
 B. reaksi S dengan uap air
 C. penguraian gas SO_2 menjadi S dan O_2
 D. reaksi gas H_2S dengan uap air
 E. reaksi gas SO_2 dan SO_3 dengan uap air
4. Senyawa NO dan NO_2 tidak beracun terhadap manusia, tetapi tergolong pencemar udara karena
- A. menyebabkan terbentuk gas rumah kaca
 B. merusak lapisan ozon dengan cepat secara terus-menerus
 C. bereaksi dengan pencemar lain menimbulkan iritasi pada mata dan *smog*
 D. bereaksi dengan pencemar lain dan menimbulkan hujan asam
 E. bereaksi dengan oksigen di udara menyebabkan halilintar
5. Indonesia merupakan salah satu Negara OPEC yang berarti negara pengekspor minyak di dunia, namun saat ini menjadi pengimpor minyak bumi. Berdasarkan perhitungan rasio cadangan minyak bumi Indonesia akan habis sekitar tahun 2027. Hal itu menandakan, kita tidak boleh menggunakan bahan bakar minyak secara berlebihan. Dampak negatif yang dapat terjadi jika bahan bakar minyak digunakan secara berlebihan adalah....
- A. negara kita akan kaya bahan bakar minyak
 B. negara kita akan mengalami pencemaran
 C. negara kita akan mengalami polusi yang sangat hebat
 D. negara kita akan kehabisan bahan bakar minyak
 E. negara kita akan disegani oleh negara lain

Kunci Jawaban

NO SOAL	KUNCI
1	B
2	A
3	E
4	C
5	D

PEDOMAN PENILAIAN

Cocokkanlah jawaban kamu dengan Kunci Jawaban yang terdapat di bawah ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaanmu terhadap materi Kegiatan Belajar .

- Pedoman penilaian
Nilai = (Jawaban benar/5) x 100
- Kategori tingkat penguasaanmu
90 - 100 = baik sekali
80 - 89 = baik
70 - 79 = cukup
< 70 = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan ≥ 80 , Ananda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar selanjutnya. Bagus! Namun, jika masih di bawah 80, Ananda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar, terutama bagian yang belum dikuasai. Semangat....!

DAFTAR PUSTAKA

- <http://agustiasmk3.blogspot.com/2015/11/dampak-polusi-udara-asap-kendaraan-bagi.html> (diakses 18 Agustus 2020)
- <https://blog.reservasi.com/taman-kyai-langgeng-magelang/> (diakses 18 Agustus 2020)
- <http://imammardiyanto12.blogspot.com/2013/12/2014-mobil-hidrogen-meluncur-di-jalanan.html> (diakses 18 Agustus 2020)
- <https://teknisimobil.com/perbengkelan/katalitik-konverter-rusak-bagaimana-memeriksanya-10698/>. (diakses 18 Agustus 2020)
- <https://limawaktu.id/news/ini-dia-dampak-bahayanya-polusi-batu-bara-dari-pabrik-di-cimahi> (diakses 18 Agustus 2020)
- <https://www.viarohidinthea.com/2016/03/materi-sistem-efi-mobil-2.html> (diakses 18 Agustus 2020)



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020



Modul Pembelajaran SMA

KIMIA



KELAS
XI



KONSEP DASAR PERUBAHAN ENTALPI

KIMIA KELAS XI

PENYUSUN
Wahyu Sriyanto, S.Pd.
SMAN 1 Karangsembung

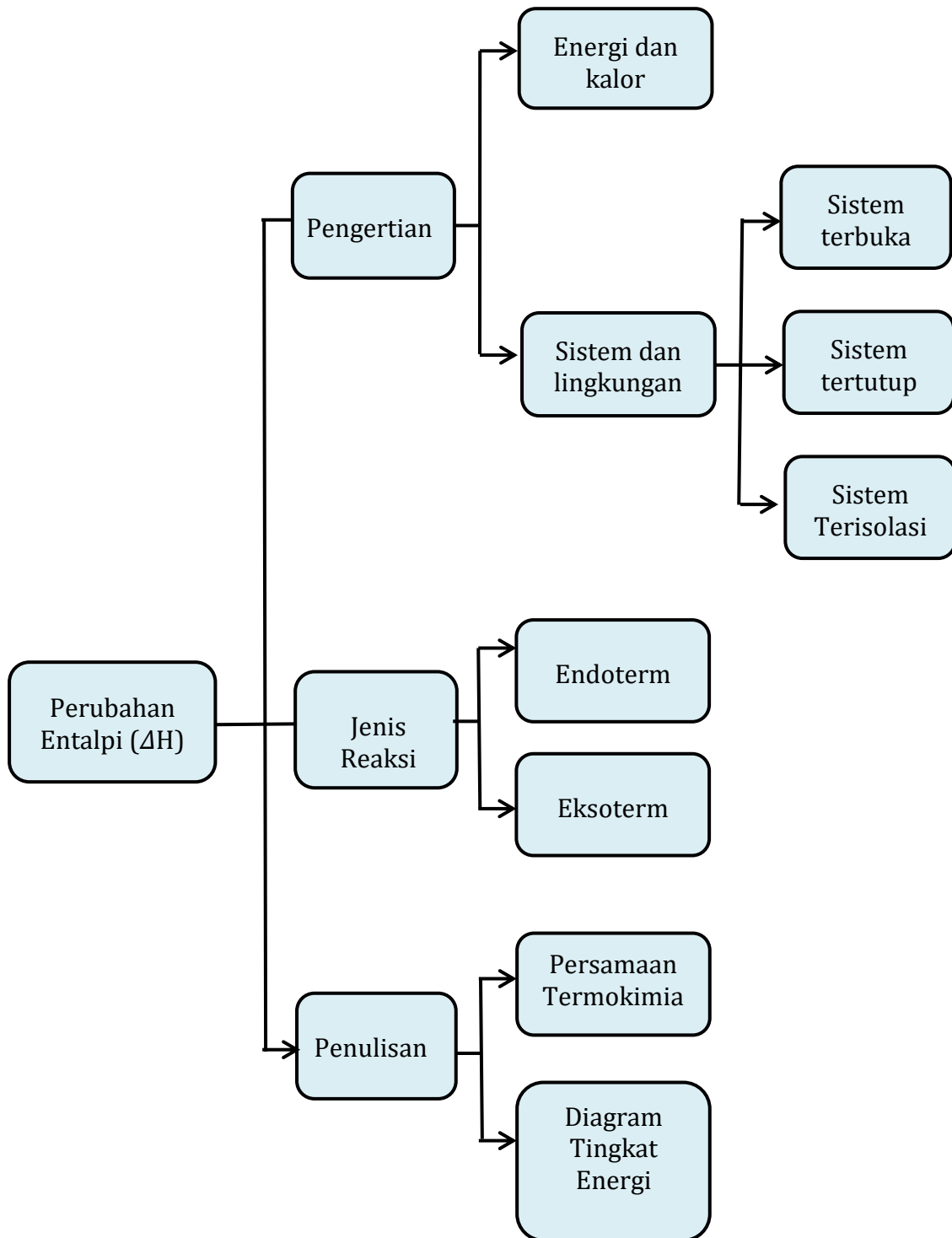
DAFTAR ISI

PENYUSUN	2
DAFTAR ISI	3
GLOSARIUM	4
PETA KONSEP	5
PENDAHULUAN	6
A. Identitas Modul	6
B. Kompetensi Dasar	6
C. Deskripsi Singkat Materi	6
D. Petunjuk Penggunaan Modul	6
E. Materi Pembelajaran	7
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	8
PERUBAHAN ENTALPI	8
A. Tujuan Pembelajaran	8
B. Uraian Materi	8
C. Rangkuman	12
D. Penugasan Mandiri	13
E. Latihan Soal	14
F. Penilaian Diri	20
EVALUASI	21
DAFTAR PUSTAKA	26

GLOSARIUM

Diagram entalpi	: suatu diagram yang menunjukkan tingkat entalpi reaktan dan produk
Endoterm	: Suatu proses dimana terjadi penyerapan kalor oleh sistem
Energi	: Kemampuan melakukan usaha
Entalpi	: Jumlah total energi dari suatu sistem yang diukur pada kondisi tekanan tetap
Eksoterm	: Suatu proses dimana terjadi pelepasan kalor oleh sistem
Kalor	: Salah satu bentuk energi yang dideteksi melalui suhu
Lingkungan	: Bagian di luar sistem dan dapat berpengaruh terhadap sistem
Persamaan Termokimia	: Persamaan reaksi yang diikuti besarnya nilai perubahan entalpi pada reaksi
Sistem	: Segala sesuatu yang menjadi pusat pengamatan
Sistem terbuka	: Kondisi dimana memungkinkan terjadinya pertukaran materi dan energi dari sistem ke lingkungan ataupun sebaliknya.
Sistem terisolasi	: Kondisi dimana tidak memungkinkan terjadinya pertukaran materi dan energi dari sistem ke lingkungan ataupun sebaliknya.
Sistem tertutup	: Kondisi dimana memungkinkan terjadinya pertukaran energi dari sistem ke lingkungan ataupun sebaliknya.

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Kimia
Kelas	: XI
Alokasi Waktu	: 4 Jam Pelajaran
Judul Modul	: Perubahan Entalpi

B. Kompetensi Dasar

- 3.4 Menjelaskan konsep perubahan entalpi reaksi pada tekanan tetap dalam persamaan termokimia
- 4.4 Menyimpulkan hasil analisis data percobaan termokimia pada tekanan tetap

C. Deskripsi Singkat Materi

Salam jumpa siswa sekalian, semoga kalian selalu sehat dan semangat dalam belajar. Pada modul ini kalian akan mempelajari konsep perubahan entalpi reaksi pada tekanan tetap dalam persamaan termokimia. Termokimia adalah cabang ilmu kimia yang mempelajari tentang perubahan energi pada perubahan kimia dan fisika. Energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja. Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, energi hanya dapat berubah dari bentuk satu ke bentuk yang lain. Salah satu bentuk energi tersebut adalah kalor, yang dapat dideteksi dengan cara mengukur suhu suatu zat. Makin tinggi suhunya, kalor yang dikandung semakin tinggi. Kalor merupakan salah satu bentuk energi yang dapat dipertukarkan antara sistem dan lingkungan. Perpindahan kalor pasti terjadi dari suatu zat yang memiliki suhu tinggi menuju suhu yang lebih rendah.

Kalor reaksi adalah perubahan energi dalam reaksi kimia dalam bentuk kalor. Besarnya perubahan entalpi adalah sama dengan besarnya kalor yang dipindahkan dari sistem ke lingkungan atau sebaliknya, di mana sistem adalah segala sesuatu yang menjadi pusat pengamatan, sedangkan lingkungan adalah segala sesuatu di luar sistem. Apabila terjadi pelepasan kalor oleh sistem maka disebut reaksi eksoterm, tetapi apabila sistem menyerap kalor maka disebut reaksi endoterm. Besarnya perubahan entalpi yang menyertai pada suatu reaksi apabila dituliskan maka disebut persamaan termokimia. Apabila suatu reaksi dituliskan pada diagram tingkat energi maka akan menghasilkan diagram entalpi.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Para siswaku yang hebat, agar kalian dapat mencapai kompetensi yang diharapkan, dalam mempelajari modul ini silahkan ikuti petunjuk-petunjuk sebagai berikut:

1. Bacalah modul ini secara berurutan dan berusaha untuk memahami isinya karena materi ini akan menjadi prasyarat pada materi selanjutnya.
2. Pelajari modul ini secara bertahap dalam satu kegiatan pembelajaran.
3. Untuk mengetahui pemahamanmu terhadap materi yang dipelajari, jawablah setiap pertanyaan yang ada latihan soal, uji pemahaman diri serta pada kegiatan evaluasi!

4. Jika ada materi yang belum kalian pahami, maka baca dan pelajari kembali peta konsep dan deskripsi serta uraian materi pada modul ini dengan seksama.
5. Pelajari soal dan penjelasan penyelesaiannya pada latihan soal dengan seksama serta dengan pemahaman, bukan dengan cara dihafalkan.
6. Dalam mengerjakan soal, baik itu latihan soal maupun evaluasi, berusahalah kalian mengerjakan sesuai dengan kemampuan kalian, belajarlah percaya diri dengan tidak melihat kunci jawaban terlebih dahulu sebelum kalian menyelesaikan soal-soal tersebut. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan kemudahan bagi kalian dalam mempelajari materi pada modul ini.

E. Materi Pembelajaran

Para siswa yang kami banggakan, pada modul ini terdapat 1 kegiatan pembelajaran yang di dalamnya terdapat konsep, uraian materi, soal latihan dan soal evaluasi mengenai:

- Pengertian perubahan Entalpi
- Sistem dan lingkungan
- Jenis reaksi berdasarkan perubahan energi
- Persamaan termokimia
- Diagram tingkat energi

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

PERUBAHAN ENTALPI

A. Tujuan Pembelajaran

Para siswaku yang saya banggakan, setelah melakukan kegiatan pembelajaran pada modul ini diharapkan kalian dapat:

1. Menjelaskan pengertian konsep sistem dan lingkungan
2. Menyebutkan dan menjelaskan macam-macam sistem
3. Menjelaskan pengertian dan ciri-ciri reaksi eksoterm
4. Menjelaskan pengertian dan ciri-ciri reaksi endoterm
5. Menuliskan dan menjelaskan persamaan termokimia
6. Menuliskan dan menjelaskan diagram entalpi

B. Uraian Materi

1. Pengertian Perubahan Entalpi

Siswaku yang berbahagia, apakah kegiatan di ekstrakurikuler pramuka pada malam hari yang memberikan kesan paling menyenangkan? Ya, betul kegiatan api unggun. Perhatikan gambar berikut!



Gambar 1. Kegiatan Api Unggun pada pramuka
(sumber : <https://manyogya1.sch.id>)

Salah satu fungsi api unggun adalah untuk menghangatkan badan para peserta kegiatan. Suasana malam hari yang dingin akan lebih hangat dengan adanya api unggun yang menyala. Hal tersebut menunjukkan panas dari api unggun akan berpindah menuju lingkungan sekitarnya. Panas tersebut dalam IPA dikenal dengan istilah kalor. Kalor merupakan salah satu bentuk energi. Kalor ini dapat dideteksi dengan menggunakan indikator suhu zat tersebut, semakin tinggi suhu, semakin tinggi kalor yang dimiliki benda tersebut. Pada hukum termodinamika, dikenal istilah hukum kekekalan energi yang menyatakan energi tidak dapat diciptakan atau tidak dapat dimusnahkan, energi hanya dapat berubah dari bentuk yang satu ke bentuk energi yang lainnya. Total energi yang dimiliki oleh suatu benda disebut

Energi Dalam (E). Besarnya energi dalam tidak dapat ditentukan bila zat tersebut belum mengalami perubahan, yang dapat ditentukan adalah perubahan energinya, atau ΔE . yang mana secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\Delta E = q + w$$

Di mana q merupakan jumlah kalor sistem dan w merupakan kerja, yaitu merupakan kemampuan melakukan usaha. Hal ini terjadi pada reaksi yang menghasilkan gas, sehingga akan mampu memberikan tekanan (P) yang diakibatkan karena perubahan volume (ΔV). Secara matematis dituliskan:

$$w = P\Delta V$$

Karena reaksi kimia biasa terjadi pada tekanan tetap dan tidak terjadi perubahan volume, maka nilai $\Delta V = 0$, maka kerja (w) akan bernilai = 0. Sehingga besarnya ΔE akan ditunjukkan oleh besarnya kalor yang dimiliki oleh benda tersebut, secara matematis dituliskan: $\Delta E = q$

Pada termodinamika, total energi dalam (E) dikenal dengan istilah Entalpi (H), yaitu jumlah total energi dari suatu sistem yang diukur pada kondisi tekanan tetap. Sama dengan Energi dalam, entalpi tidak dapat diukur besarnya, yang dapat ditentukan besarnya adalah perubahan entalpi, ΔH . Dengan demikian besarnya perubahan entalpi merupakan besarnya nilai kalor yang dimiliki oleh suatu sistem.

$$\Delta H = q$$

Besarnya perubahan entalpi berarti selisih antara entalpi akhir dan entalpi awal. Secara matematis dapat dituliskan:

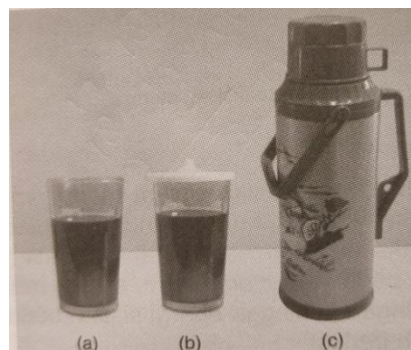
$$\Delta H = H_{\text{akhir}} - H_{\text{awal}}$$

2. Sistem dan lingkungan

Pada saat mempelajari termokimia, kita harus paham mana yang menjadi pusat pengamatan, mana yang bukan. Segala sesuatu yang menjadi pusat pengamatan disebut sistem, sedangkan segala sesuatu di luar sistem dan dapat mempengaruhi sistem disebut lingkungan. Berdasarkan perpindahan kalor dan materi, sistem dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu:

- Sistem Terbuka merupakan suatu sistem dimana dapat dimungkinkan terjadinya perpindahan kalor serta materi.
- Sistem Tertutup merupakan suatu sistem dimana dapat dimungkinkan terjadinya perpindahan kalor, tetapi tidak terjadi perpindahan materi.
- Sistem Terisolasi merupakan suatu sistem dimana tidak dimungkinkan terjadinya perpindahan kalor dan materi.

Perhatikan gambar berikut!



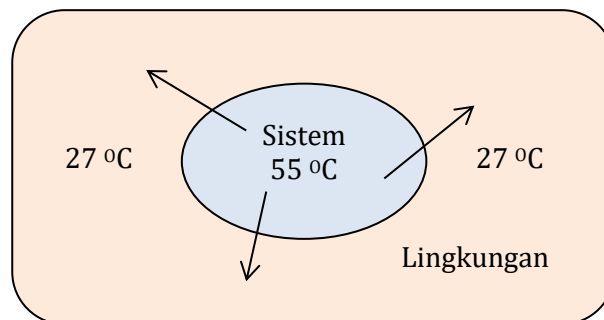
Gambar 2. Contoh Sistem terbuka (a) Sistem tertutup (b) dan sistem terisolasi (c)
(Sumber : Kimia XI Untuk SMA dan MA; Penerbit Intan Pariwara)

3. Jenis-jenis Reaksi Berdasarkan Perubahan Energi

Muridku yang kami banggakan, setelah kalian memahami apa itu perubahan entalpi, selanjutnya kita akan mempelajari jenis reaksi berdasarkan perubahan energinya. Sesuai hukum Termodinamika, perpindahan kalor secara spontan terjadi pada benda yang memiliki perbedaan suhu. Dalam termokimia, hanya ada 2 kemungkinan perbedaan suhu, yaitu suhu sistem lebih tinggi dari suhu lingkungan atau suhu sistem yang lebih rendah dari suhu lingkungan. Untuk lebih jelasnya kita pelajari satu persatu.

a. Eksoterm

Apa yang akan terjadi bila suhu sistem lebih tinggi dari suhu lingkungan? Untuk lebih jelasnya silahkan kalian perhatikan ilustrasi berikut!



Gambar 3.
Contoh kondisi pelepasan kalor (Eksoterm)
(Sumber : dokumentasi penulis)

Pada keadaan di mana suhu sistem lebih tinggi maka akan terjadi aliran kalor dari sistem menuju lingkungan, seperti yang ditunjukkan pada tanda panah pada gambar di atas, dengan kata lain kalor akan keluar menuju lingkungan. Hal ini dikenal dengan proses eksoterm.

Bagaimana besarnya perubahan entalpi dalam keadaan ini? Pada keadaan seperti ini kalor sistem dikeluarkan menuju lingkungan, maka entalpi akhir reaksi akan menjadi lebih kecil dibanding entalpi awal sebelum reaksi. Dengan demikian besarnya perubahan entalpi (ΔH) adalah:

$$\Delta H = H_{\text{akhir}} - H_{\text{awal}}$$

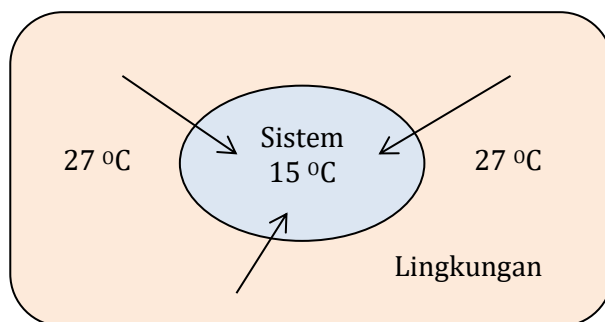
$$\Delta H = \text{kecil} - \text{besar}$$

$$\Delta H < 0, \text{ atau bertanda negatif } (-)$$

Dengan demikian pada reaksi eksoterm besarnya nilai perubahan entalpi bertanda negatif. Ciri reaksi eksoterm ini terjadi pada reaksi yang mengalami kenaikan suhu.

b. Endoterm

Apa pula yang akan terjadi bila suhu sistem lebih rendah dari suhu lingkungan? Untuk lebih jelasnya silahkan kalian perhatikan ilustrasi berikut!



Contoh kondisi penyerapan kalor (Endoterm)
(Sumber : dokumentasi penulis)

Pada keadaan di mana suhu sistem lebih rendah dari suhu lingkungan maka akan terjadi aliran kalor dari lingkungan menuju sistem, seperti yang ditunjukkan pada tanda panah pada gambar di atas, dengan kata lain kalor akan masuk menuju sistem. Hal ini dikenal dengan proses endoterm.

Pada keadaan seperti ini kalor sistem bertambah, maka entalpi akhir reaksi akan menjadi lebih besar dibanding entalpi awal sebelum reaksi. Dengan demikian besarnya perubahan entalpi (ΔH) adalah:

$$\Delta H = H_{\text{akhir}} - H_{\text{awal}}$$

$$\Delta H = \text{besar} - \text{kecil};$$

$$\Delta H > 0, \text{ atau bertanda positif } (+)$$

Dengan demikian pada reaksi endoterm besarnya nilai perubahan entalpi bertanda positif. Ciri reaksi endoterm ini terjadi pada reaksi yang mengalami penurunan suhu.

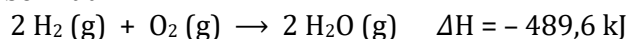
4. Persamaan Termokimia

Suatu persamaan reaksi kimia yang diikuti dengan nilai perubahan entalpi yang menyertai reaksi tersebut dikenal dengan istilah persamaan termokimia. Sebagai contoh : $2 \text{H}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} (\text{g}) \quad \Delta H = - 489,6 \text{ kJ}$

Dari persamaan termokimia di atas dapat disimpulkan bahwa dalam pembentukan 2 mol uap air (H_2O) akan disertai pelepasan energi sebesar 489,6 kJ. Tanda negatif pada nilai ΔH persamaan termokimia diatas bukan menunjukkan nilai sebenarnya, tetapi menunjukkan bahwa pada reaksi tersebut terjadi pelepasan kalor atau bersifat eksoterm.

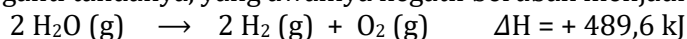
Contoh soal :

Tuliskan persamaan termokimia untuk penguraian 1 mol uap air bila diketahui reaksi sebagai berikut:

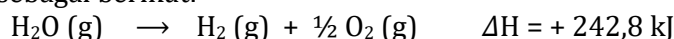


Jawab:

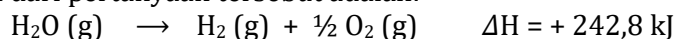
Pada soal diketahui reaksi pembentukan, padahal yang ditanyakan adalah reaksi penguraian, maka reaksinya harus berbalik arah, begitu pula dengan nilai ΔH -nya juga berganti tandanya, yang awalnya negatif berubah menjadi positif.



Pada reaksi tersebut masih merupakan penguraian 2 mol H_2O , padahal yang ditanyakan hanya penguraian 1 mol, maka reaksi serta nilai ΔH -nya juga harus disesuaikan dengan dibagi menjadi 2, sehingga menghasilkan persamaan termokimia sebagai berikut:



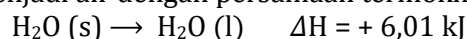
Jadi jawaban dari pertanyaan tersebut adalah:



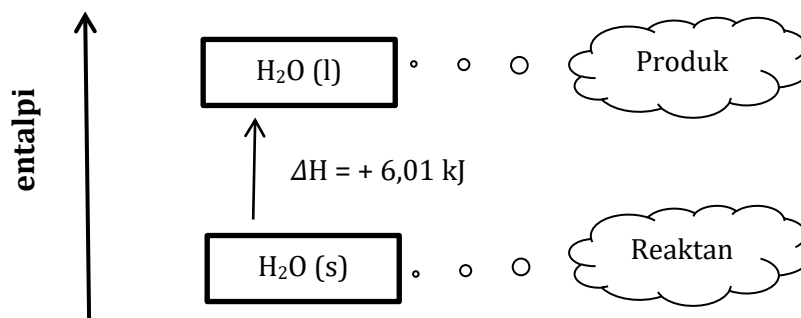
Pada persamaan termokimia, perubahan arah reaksi akan merubah pula tanda nilai perubahan entalpi (ΔH). Misalkan pada persamaan termokimia pembentukan suatu senyawa perubahan entalpinya positif, maka bila reaksi akan diubah menjadi reaksi penguraian, nilai perubahan entalpi juga berubah menjadi negatif, begitu pula sebaliknya. Demikian pula pada besarnya nilai ΔH , besarnya nilai ini akan ikut menyesuaikan dengan koefisien pada persamaan reaksinya.

5. Diagram Tingkat Energi

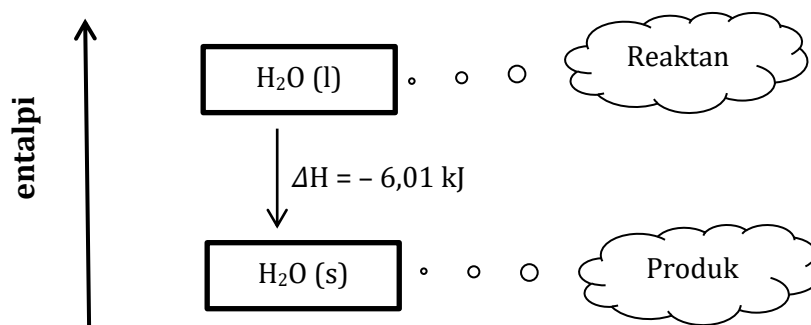
Suatu reaksi dapat pula dituliskan berupa diagram tingkat energi untuk menunjukkan nilai perubahan entalpinya. Misalkan suatu reaksi tentang proses pencairan es batu menjadi air dengan persamaan termokimia sebagai berikut:



Apabila dituliskan dengan diagram tingkat energi maka akan menjadi seperti:



Begitu pula seandainya akan dibuat menjadi diagram tingkat energi pada proses pembekuan air, berdasar persamaan termokimia di atas maka diagram tingkat energi akan menjadi:



C. Rangkuman

Untuk lebih menguatkan pemahaman kalian, mari kita rangkum materi laju reaksi sebagai berikut:

1. Sistem adalah segala sesuatu yang menjadi pusat pengamatan.

2. Lingkungan adalah segala sesuatu di luar sistem dan dapat berpengaruh terhadap sistem.
3. Sistem dibedakan menjadi 3 macam yaitu sistem terbuka, tertutup dan terisolasi.
 - Sistem terbuka, yaitu suatu sistem dimana dapat dimungkinkan terjadinya perpindahan kalor serta materi.
 - Sistem tertutup, yaitu suatu sistem dimana dapat dimungkinkan terjadinya perpindahan kalor, tetapi tidak terjadi perpindahan materi.
 - Sistem terisolasi, yaitu suatu sistem dimana tidak dimungkinkan terjadinya perpindahan kalor dan materi.
4. Reaksi eksoterm adalah kondisi di mana terjadi pelepasan kalor oleh sistem. Dengan dilepasnya kalor oleh sistem maka kalor pada keadaan akhir reaksi akan lebih kecil daripada keadaan awal, maka nilai perubahan entalpinya akan kurang dari nol atau bernilai negatif. Ciri reaksi eksoterm adalah terjadinya kenaikan suhu pada sistem.
5. Reaksi eksoterm adalah kondisi di mana terjadi pelepasan kalor oleh sistem. Dengan dilepasnya kalor oleh sistem maka kalor pada keadaan akhir reaksi akan lebih kecil daripada keadaan awal, maka nilai perubahan entalpinya akan kurang dari nol atau bernilai negatif. Ciri reaksi eksoterm adalah terjadinya kenaikan suhu pada sistem.
6. Persamaan termokimia adalah persamaan reaksi yang disertai nilai perubahan entalpinya. Perubahan arah ataupun angka koefisien pada persamaan termokimia akan turut merubah besarnya nilai perubahan entalpinya.
7. Diagram tingkat energi merupakan penulisan persamaan termokimia dalam bentuk diagram. Untuk reaksi eksoterm akan diikuti tanda panah ke bawah, karena entalpi produk lebih kecil daripada entalpi reaktan, reaksi endoterm tanda panah akan mengarah ke atas karena entalpi produk lebih besar daripada entalpi reaktan.

D. Penugasan Mandiri

Untuk lebih memantapkan pemahaman perubahan entalpi, silahkan kalian kerjakan soal berikut:

1. Buatlah tabel seperti contoh di bawah ini dan isilah dengan peristiwa atau aktivitas yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari serta identifikasilah peristiwa atau aktivitas tersebut ke dalam proses eksoterm atukah endoterm dengan cara memberi tanda cek (\checkmark), masing-masing minimal 5 item !

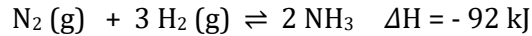
Nomor	Peristiwa atau aktivitas	Jenis Perubahan Entalpi	
		Eksoterm	Endoterm
1			
2			
3			
Dst			

2. Perhatikan beberapa data hasil praktikum sekelompok siswa!
 - a. Pelarutan NaOH dalam tabung reaksi dengan air mengakibatkan dasar tabung menjadi hangat.
 - b. Pencampuran antara kristal Ba(OH)₂ dengan kristal NH₄Cl menyebabkan tabung reaksi menjadi sangat dingin, menimbulkan aroma menyengat dan timbun embun di luar tabung reaksi.

- c. Pengenceran asam nitrat pekat dengan aquades mengakibatkan gelas kimia menjadi hangat.
- d. Pelarutan urea, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ dengan air mengakibatkan permukaan gelas kimia menjadi dingin.

Tentukan data tersebut di atas termasuk ke dalam reaksi eksoterm atau endoterm. Tuliskan alasan kalian!

3. Diketahui persamaan termokimia:



Buatlah diagram tingkat energi dari persamaan termokimia tersebut.

E. Latihan Soal

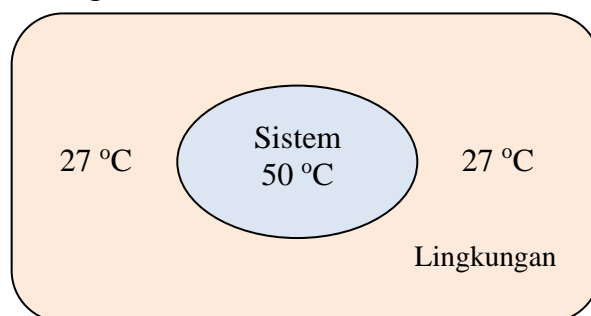
Kerjakan Latihan Soal berikut dengan jujur, mandiri serta penuh semangat! Berusahalah mengerjakan secara mandiri terlebih dahulu tanpa melihat kunci jawaban. Setelah selesai mengerjakan, cocokkan jawabanmu dengan kunci soal, bila jawabanmu ada yang belum sesuai dengan kunci, bacalah dan berusaha pahami pembahasannya. Selamat berlatih dan semangat.

1. Berikut ini beberapa persamaan reaksi yang umumnya terjadi di sekitar kita:

- (1) $6 \text{CO}_2 (\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 (\text{aq}) + 6 \text{O}_2 (\text{g})$
 (2) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 (\text{s}) + 6 \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 6 \text{CO}_2 (\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O} (\text{g})$
 (3) $\text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{O} (\text{g})$
 (4) $\text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{O} (\text{s})$
 (5) $\text{H}_2\text{O} (\text{s}) \rightarrow \text{H}_2\text{O} (\text{l})$

Persamaan reaksi yang terjadi secara endoterm terjadi pada nomor....

- A. (1) dan (2)
 B. (1) dan (4)
 C. (2) dan (3)
 D. (3) dan (5)
 E. (4) dan (5)
2. Perhatikan gambar berikut!



Berdasar gambar tersebut maka dapat disimpulkan bahwa kondisi tersebut adalah

....

- A. Endoterm karena kalor masuk ke sistem
 B. Endoterm karena kalor menuju lingkungan
 C. Eksoterm karena kalor meninggalkan lingkungan
 D. Eksoterm karena kalor masuk ke sistem
 E. Eksoterm karena kalor ke luar menuju lingkungan

3. Perhatikan beberapa pernyataan hasil percobaan :
- (1) Pereaksian dua zat yang diawali dengan pembakaran, setelah reaksi berjalan pembakaran dihentikan dan ternyata reaksi tersebut terus berlanjut.
 - (2) Pelarutan suatu zat pada terlarut tertentu ternyata mengakibatkan kenaikan suhu larutan yang signifikan pada hasil pelarutannya.
 - (3) Dua zat dicampurkan belum terjadi reaksi, dengan pemanasan ternyata zat mulai bereaksi, sesaat, setelah bereaksi dan pemanasan dihentikan ternyata zat tersebut berhenti bereaksi.
 - (4) Pelarutan suatu zat pada pelarut tertentu ternyata mengakibatkan penurunan suhu larutan.
 - (5) Pencampuran dua zat dan secara spontan menghasilkan nyala api diatas zat tersebut.
- Berdasar pernyataan tersebut, yang merupakan peristiwa endoterm yang benar adalah
- A. (1) dan (3)
 - B. (2) dan (3)
 - C. (3) dan (4)
 - D. (3) dan (5)
 - E. (4) dan (5)
4. Berikut di bawah ini yang **bukan** merupakan peristiwa endoterm adalah
- A. Proses pencairan es batu
 - B. Pernafasan
 - C. Fotosintesis
 - D. Proses penjemuran baju
 - E. Proses memasak
5. Pada proses pembuatan es batu di dalam freezer, air wujud cair berubah menjadi padatan, hal tersebut merupakan proses
- A. Eksoterm karena kalor dari freezer masuk ke air yang wujud cair
 - B. Eksoterm karena kalor dari freezer keluar ke air yang wujud cair
 - C. Eksoterm karena kalor air wujud cair keluar menuju freezer
 - D. Endoterm karena kalor dari freezer masuk ke air wujud cair
 - E. Endoterm karena kalor dari wujud cair menuju freezer
6. Perhatikan data berikut :
- Reaksi I : $C_3H_8 + 5 O_2 \rightarrow 3 CO_2 + 4 H_2O$ $\Delta H = - P$ kJ
- Reaksi II : $NH_4Cl + NaOH \rightarrow NH_3 + NaCl$ $\Delta H = + Q$ kJ
- Pernyataan yang benar dari data tersebut adalah
- A. Reaksi I sistem melepas kalor , reaksi eksoterm
 - B. Reaksi II sistem menyerap kalor, reaksi eksoterm
 - C. Reaksi II lingkungan menyerap kalor, reaksi eksoterm
 - D. Reaksi I lingkungan menyerap kalor, reaksi endoterm
 - E. Reaksi II lingkungan menyerap kalor, reaksi endoterm
7. Perhatikan diagram tingkat energi reaksi berikut ini :



Pernyataan yang tepat dari diagram di atas adalah

- A. Reaksi eksoterm, $\Delta H > 0$
- B. Reaksi eksoterm, $\Delta H < 0$
- C. Reaksi eksoterm, $\Delta H = 0$
- D. Reaksi endoterm, $\Delta H > 0$
- E. Reaksi endoterm, $\Delta H < 0$

8. Sekelompok praktikan melakukan percobaan dengan mencampurkan kristal barium hidroksida, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ dengan kristal amonium klorida, NH_4Cl pada tabung reaksi, kemudian menutup mulut tabung reaksi menggunakan ibu jari dan mengocok tabung reaksi tersebut selama 1 menit. Setelah pengocokan selesai, hasil pengamatannya adalah sebagai berikut:

- menyebabkan tabung reaksi menjadi sangat dingin
- menimbulkan aroma menyengat
- timbul embun di permukaan luar tabung reaksi.

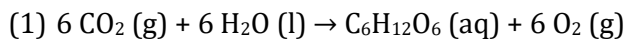
Berdasar data tersebut, pernyataan yang tepat berikut ini berkaitan dengan perubahan entalpi adalah

- A. reaksi eksoterm karena kalor keluar sehingga tabung menjadi dingin
- B. reaksi eksoterm karena reaksi menghasilkan aroma menyengat
- C. reaksi eksoterm karena menghasilkan embun pada permukaan tabung
- D. reaksi endoterm karena tabung menjadi dingin
- E. reaksi endoterm karena reaksi menghasilkan aroma menyengat

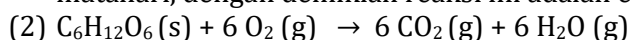
Jawaban dan Pembahasan Soal

1. Jawaban D

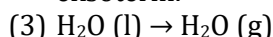
Pembahasan:



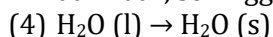
Reaksi ini merupakan reaksi fotosintesis yang terjadi pada tumbuhan berklorofil. Proses fotosintesis hanya dapat berlangsung dengan adanya sinar matahari, dengan demikian reaksi ini adalah endoterm



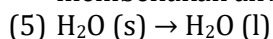
Reaksi ini merupakan reaksi pembakaran glukosa oleh oksigen yang terdapat dalam sel pada saat kita bernafas. Dengan bernafas kira menghirup oksigen untuk terjadinya pembakaran dalam tubuh, sehingga reaksi ini adalah reaksi eksoterm.



Reaksi ini merupakan proses penguapan, yang tentu saja membutuhkan kalor dari luar, sehingga reaksi ini adalah reaksi endoterm.



Reaksi ini merupakan proses pembekuan air. Air dapat membeku bila kalor dalam air dikeluarkan, hal inilah yang mendasari prinsip freezer untuk membekukan air. Reaksi ini adalah reaksi eksoterm.

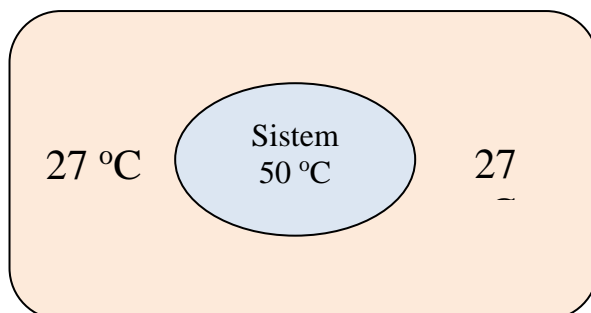


Reaksi ini merupakan proses peleburan es dari padatan menjadi cair, hal ini dapat terjadi bila ada kalor masuk ke dalam es batu, sehingga proses ini adalah proses endoterm.

Jadi reaksi yang terjadi secara endoterm terjadi pada nomor (1), (3) dan (5).

2. Jawaban E.

Pembahasan:



Pada gambar tersebut dapat dipergatikan bahwa suhu sistem sebesar 50 °C, sedangkan suhu lingkungan sebesar 27 °C, dengan demikian suhu sistem lebih tinggi dari pada suhu lingkungan. Berdasar Hukum Termodinamika, kalor mengalir dari suhu tinggi ke rendah, berarti kalor dari sistem keluar menuju lingkungan. Maka dapat disimpulkan peristiwa tersebut adalah reaksi eksoterm. Jawaban yang paling tepat adalah E, eksoterm karena kalor ke luar dari sistem.

3. Jawaban C

Pembahasan:

Terdapat 5 pernyataan:

- (1) Pereaksian dua zat yang diawali dengan pembakaran, setelah reaksi berjalan pembakaran dihentikan dan ternyata reaksi tersebut terus berlanjut. Pada peristiwa di atas, reaksi akan tetap berjalan meskipun pembakaran telah dihentikan, hal tersebut berarti proses reaksi akan terus berjalan. Hal tersebut berarti sistem akan terus terjadi reaksi pembakaran yang mengeluarkan kalor, berarti eksoterm.
- (2) Pelarutan suatu zat pada terlarut tertentu ternyata mengakibatkan kenaikan suhu larutan yang signifikan pada hasil pelarutannya. Pada peristiwa di atas, pada saat pelarutan, terjadi kenaikan suhu, hal tersebut berarti suhu sistem lebih tinggi dari suhu lingkungan dan akan terjadi proses perpindahan kalor dari sistem menuju lingkungan. Oleh karena terjadi proses perpindahan kalor dari sistem berarti prosesnya adalah eksoterm.
- (3) Dua zat dicampurkan belum terjadi reaksi, dengan pemanasan ternyata zat mulai bereaksi, sesaat, setelah bereaksi dan pemanasan dihentikan ternyata zat tersebut berhenti bereaksi. Pada peristiwa di atas, reaksi berhenti pada saat pembakaran telah dihentikan, hal tersebut berarti proses reaksi tersebut membutuhkan kalor terus menerus agar reaksi berlanjut dan tidak dapat bereaksi bila tidak ada suplai kalor dari luar. Dengan demikian berarti peristiwa tersebut berarti endoterm.
- (4) Pelarutan suatu zat pada pelarut tertentu ternyata mengakibatkan penurunan suhu larutan. Proses pelarutan pada nomor 4) menghasilkan penurunan suhu, berarti suhu sistem menjadi lebih rendah dari suhu lingkungan, hal ini berakibat akan terjadinya perpindahan kalor dari lingkungan menuju sistem. Karena terjadi proses perpindahan kalor menuju sistem maka peristiwa tersebut adalah endoterm.
- (5) Pencampuran dua zat dan secara spontan menghasilkan nyala api di atas zat tersebut. Pada peristiwa di atas, secara spontan menghasilkan nyala api, hal ini berarti suhu sistem lebih tinggi dari lingkungan, akibatnya akan terjadi perpindahan kalor dari sistem menuju lingkungan. Hal tersebut merupakan reaksi eksoterm. Jadi yang merupakan reaksi endoterm adalah (3) dan (4)

4. Jawaban B.

Pembahasan:

Peristiwa yang bukan endoterm berarti peristiwa tersebut adalah eksoterm, yaitu terdapat perpindahan kalor dari sistem menuju lingkungan atau menghasilkan kalor.

➤ Proses pencairan es batu

Pada proses ini, yang merupakan sistem adalah es batu. Suhu es batu lebih rendah dari lingkungan, maka kalor akan berpindah dari lingkungan menuju sistem, jadi peristiwa tersebut adalah endoterm.

➤ Pernafasan

Pada proses pernafasan terjadi proses memindahkan oksigen dari luar ke dalam tubuh, yang selanjutnya pada proses ini terjadi pembakaran glukosa oleh

oksigen. Pada proses pembakaran ini akan menghasilkan energi, sehingga proses pernafasan merupakan peristiwa eksoter.

➤ Fotosintesis

Proses fotosintesis atau asimilasi ini terjadi di dalam klorofil, yaitu proses reaksi antara CO_2 dan air, dengan bantuan sinar matahari untuk menghasilkan glukosa dan gas oksigen. Tanpa adanya sinar matahari tidak akan terjadi proses fotosintesis, hal tersebut proses ini membutuhkan kalor dari lingkungan, maka termasuk proses endoterm.

➤ Proses penjemuran baju

Tujuan menjemur baju adalah agar kering, dengan demikian harus terjadi penguapan air yang terdapat pada baju. Untuk mengubah air menjadi uap air agar lepas dari baju maka sangat dibutuhkan kalor dari lingkungan. Dengan demikian maka termasuk proses endoterm.

➤ Proses memasak

Pada proses memasak tentunya sangat dibutuhkan kalor agar bahan makanan yang dimasak menjadi matang. Jadi proses ini terus menerus membutuhkan kalor, jadi proses memasak adalah peristiwa endoterm.

5. Jawaban C

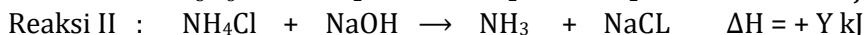
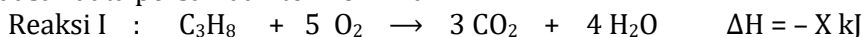
Pembahasan:

Pada proses pembuatan es batu di dalam freezer, air wujud cair berubah menjadi padatan, hal tersebut merupakan proses eksoterm karena suhu air wujud cair lebih tinggi dari pada suhu lingkungan di dalam freezer sehingga kalor air akan keluar menuju lingkungan.

6. Jawaban A

Pembahasan:

Berdasar data persamaan termokimia:



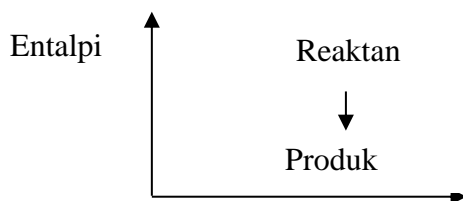
Pada reaksi I, ΔH bernilai negatif (<0), hal tersebut menunjukkan reaksi tersebut merupakan reaksi yang eksoterm. Pada reaksi eksoterm terjadi perpindahan kalor dari sistem menuju lingkungan.

Pada reaksi II, ΔH bernilai positif (>0), hal tersebut menunjukkan reaksi tersebut merupakan reaksi yang eksoterm. Pada reaksi endoterm terjadi perpindahan kalor dari lingkungan menuju sistem.

Jadi pernyataan yang tepat adalah Reaksi I sistem melepas kalor, reaksi eksoterm (A).

7. Jawaban B

Pembahasan:



Pada diagram entalpi di atas, posisi reaktan lebih tinggi dari produk, hal ini berarti entalpi reaktan lebih besar dari entalpi produk. Hal tersebut berarti terjadi proses

perpindahan kalor dari sistem menuju lingkungan yang mengakibatkan turunnya entalpi produk. Dengan demikian diagram entalpi tersebut menunjukkan peristiwa eksoterm. Besarnya ΔH adalah entalpi produk – entalpi reaktan, dengan demikian kecil dikurangi besar maka nilai $\Delta H < 0$.

8. Jawaban D

Pembahasan:

Reaksi antara $\text{Ba}(\text{OH})_2$ dengan NH_4Cl yang menyebabkan menjadi dinginnya tabung reaksi merupakan reaksi endoterm. Dengan turunnya suhu sistem, maka suhu lingkungan menjadi lebih tinggi, sehingga kalor lingkungan akan masuk ke dalam sistem. Gejala lain seperti timbulnya bau menyengat tidak terkait dengan perpindahan kalor.

F. Penilaian Diri

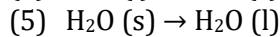
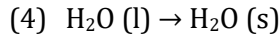
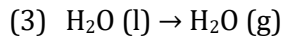
Siswaku yang saya sayangi, untuk mengetahui ketercapaian penguasaan dalam mempelajari modul ini, silahkan kalian jawab pertanyaan-pertanyaan berikut di bawah ini dengan jujur dan bertanggungjawab!

NO	PERTANYAAN	JAWABAN	
		YA	TIDAK
1	Saya dapat menjelaskan pengertian konsep sistem dan lingkungan		
2	Saya dapat menyebutkan dan menjelaskan macam-macam sistem		
3	Saya dapat menjelaskan pengertian dan ciri-ciri reaksi eksoterm		
4	Saya dapat menjelaskan pengertian dan ciri-ciri reaksi endoterm		
5	Saya dapat menuliskan dan menjelaskan persamaan termokimia		
6	Saya dapat menuliskan dan menjelaskan diagram tingkat energi		

Bila dalam menjawab pertanyaan di atas masih terdapat jawaban "Tidak", maka segera lakukan pengulangan pembelajaran, terutama pada bagian yang masih terdapat jawaban "Tidak".

EVALUASI

1. Terdapat beberapa benda dalam kehidupan sekitar kita:
 - a. Segelas kopi panas dengan tutup
 - b. Segelas teh panas tanpa tutup
 - c. Termos air panasKetiga benda bila diasumsikan menjadi sistem yang diurutkan menjadi sistem terisolasi, sistem tertutup dan sistem terbuka, maka urutan yang tepat adalah
 - A. a - b - c
 - B. a - c - b
 - C. b - a - c
 - D. c - b - a
 - E. c - a - b
2. Pelarutan detergen menyebabkan wadah pelarutan menjadi panas akan tetapi pelarutan pupuk urea dengan pelarut air ternyata mengakibatkan penurunan suhu pada larutan yang dihasilkan. Pernyataan yang benar dari peristiwa di atas adalah
 - A. Pelarutan detergen merupakan peristiwa eksoterm karena terjadi pelepasan kalor
 - B. Pelarutan detergen merupakan peristiwa eksoterm karena terjadi penyerapan kalor.
 - C. Pelarutan detergen merupakan peristiwa endoterm karena terjadi penyerapan kalor.
 - D. Pelarutan urea merupakan peristiwa endoterm karena terjadi menghasilkan kalor.
 - E. Pelarutan urea merupakan peristiwa eksoterm karena terjadi penyerapan kalor.
3. Perhatikan beberapa pernyataan hasil percobaan :
 - (1) Pereaksian dua zat yang diawali dengan pembakaran, setelah reaksi berjalan pembakaran dihentikan dan ternyata reaksi tersebut terus berlanjut.
 - (2) Pelarutan suatu zat pada terlarut tertentu ternyata mengakibatkan kenaikan suhu larutan yang signifikan pada hasil pelarutannya.
 - (3) Dua zat dicampurkan belum terjadi reaksi, dengan pemanasan ternyata zat mulai bereaksi, sesaat, setelah bereaksi dan pemanasan dihentikan ternyata zat tersebut berhenti bereaksi.
 - (4) Pelarutan suatu zat pada pelarut tertentu ternyata mengakibatkan penurunan suhu larutan.
 - (5) Pencampuran dua zat dan secara spontan menghasilkan nyala api diatas zat tersebut.Berdasar pernyataan tersebut, yang merupakan peristiwa endoterm dan eksoterm berturut-turut adalah
 - A. (1) dan (2)
 - B. (1) dan (3)
 - C. (2) dan (3)
 - D. (3) dan (4)
 - E. (3) dan (5)
4. Berikut ini beberapa persamaan reaksi yang umumnya terjadi di sekitar kita:
 - (1) $6 \text{CO}_2 (\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 (\text{aq}) + 6 \text{O}_2 (\text{g})$
 - (2) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 (\text{s}) + 6 \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 6 \text{CO}_2 (\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O} (\text{g})$



Persamaan reaksi yang terjadi secara eksoterm terjadi pada nomor....

- A. (1) dan (2)
- B. (1) dan (4)
- C. (2) dan (3)
- D. (2) dan (4)
- E. (3) dan (5)

5. Berikut ini beberapa persamaan reaksi yang umumnya terjadi disekitar kita :

- (1) Fotosintesis
- (2) Pernapasan
- (3) Pelarutan Urea
- (4) Es yang mencair
- (5) Pembakaran LPG

Peristiwa tersebut di atas yang merupakan peristiwa endoterm dan eksoterm berturut-turut terdapat pada nomor

- A. (1) dan (3)
- B. (2) dan (3)
- C. (2) dan (5)
- D. (3) dan (4)
- E. (4) dan (5)

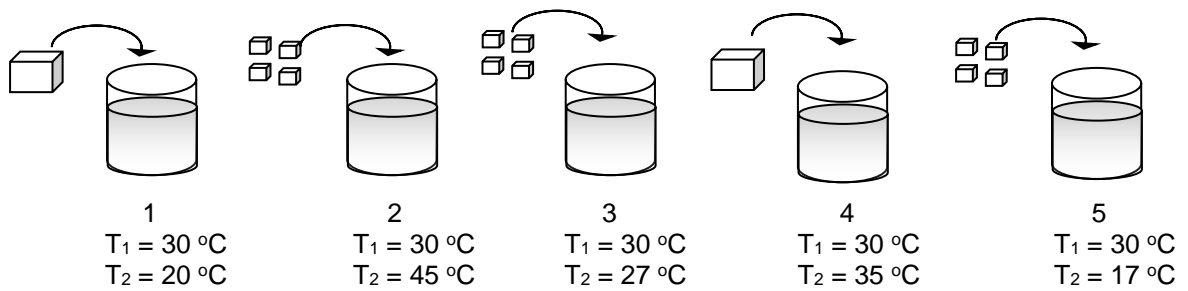
6. Perhatikan data percobaan berikut :

Nomor	Reaktan I	Reaktan II	Suhu sebelum reaksi	Suhu sesudah reaksi
1	A	B	27 °C	30 °C
2	C	D	27 °C	35 °C
3	E	F	27 °C	25 °C
4	G	H	27 °C	15 °C
5	I	J	27 °C	37 °C

Reaksi tersebut di atas yang merupakan reaksi eksoterm dan endoterm berturut-turut adalah reaksi nomor

- A. 1 dan 2
- B. 2 dan 3
- C. 3 dan 4
- D. 3 dan 5
- E. 4 dan 5

7. Perhatikan ilustrasi beberapa percobaan reaksi:



Berdasar ilustrasi diatas, maka yang keduanya merupakan reaksi eksoterm adalah percobaan nomor

- A. 1 dan 2
- B. 1 dan 5
- C. 2 dan 3
- D. 2 dan 4
- E. 4 dan 5

8. Diagram energi suatu reaksi digambarkan sebagai berikut :

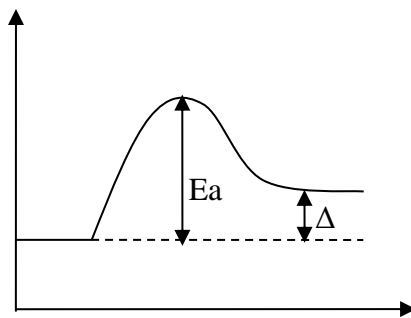
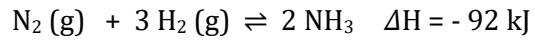


Diagram entalpi di atas menunjukkan reaksi kimia yang terjadi pada reaksi

- A. endoterm, karena harga $\Delta H = +$
 - B. endoterm, karena harga $\Delta H = 0$
 - C. endoterm, karena harga $\Delta H = -$
 - D. eksoterm, karena harga $\Delta H = -$
 - E. eksoterm, karena harga $\Delta H = +$
9. Sekelompok siswa melakukan percobaan dengan melarutkan padatan NaOH dengan air dalam tabung reaksi. Setelah beberapa saat padatan NaOH dimasukkan ke dalam air dan mulai larut dan dasar tabung reaksi dipegang ternyata dirasakan semakin panas. Berkaitan dengan perubahan entalpi, pernyataan berikut yang tepat adalah
- A. Reaksinya eksoterm karena kalor lingkungan mengalir ke sistem
 - B. Reaksinya eksoterm karena kalor sistem mengalir ke lingkungan
 - C. Reaksinya eksoterm karena baik kalor sistem maupun kalor lingkungan saling bertukar
 - D. Reaksinya endoterm karena kalor lingkungan mengalir ke sistem
 - E. Reaksinya endoterm karena kalor sistem mengalir ke lingkungan

10. Jika diketahui:



Perubahan entalpi pada penguraian gas NH_3 menjadi unsur-unsurnya merupakan reaksi

- A. Eksoterm karena nilai ΔH akan tetap meski arah reaksi berubah
- B. Eksoterm karena nilai ΔH berubah sesuai dengan perubahan arah reaksi
- C. Endoterm karena nilai ΔH berubah sesuai dengan perubahan arah reaksi
- D. Endoterm karena nilai ΔH akan tetap meski arah reaksi berubah
- E. Endoterm karena nilai ΔH akan tetap meski arah reaksi maupun angka koefisien berubah

Kunci Jawaban

Cocokkanlah jawaban kalian dengan Kunci Jawaban di bawah ini, kemudian lakukan sesuai instruksi pada pedoman penskoran!

Kunci Jawaban	
Nomor	Opsi Jawaban
1	E
2	A
3	E
4	D
5	E
6	B
7	D
8	A
9	B
10	C

Pedoman Penskoran

Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi tingkat penguasaan:

90 - 100%	= baik sekali
80 - 89%	= baik
70 - 79%	= cukup
< 70%	= kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. Bagus! Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

DAFTAR PUSTAKA

<https://manyogya1.sch.id/berita/2018/233/0/Api-Unggun-Menjadi-Puncak-Acara-Kemah-Bhakti-MAN-1-Yogyakarta.html> [diakses pada 17 September 2020]

Sudarmo, Unggul & Mitayani, Nanik, 2014, *Kimia untuk SMA /MA kelas XI*, Jakarta, Airlangga

Sudiono, Sri & Juari Santosa, Sri dan Pranowo, Deni, 2007, *Kimia Kelas XI untuk SMA dan MA*, Jakarta, Intan Pariwara



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020



Modul Pembelajaran SMA

KIMIA



KELAS
XI



JENIS-JENIS DAN PENENTUAN ENTALPI REAKSI KIMIA KELAS XI

**PENYUSUN
Wahyu Sriyanto, S.Pd.
SMAN 1 Karangsembung**

DAFTAR ISI

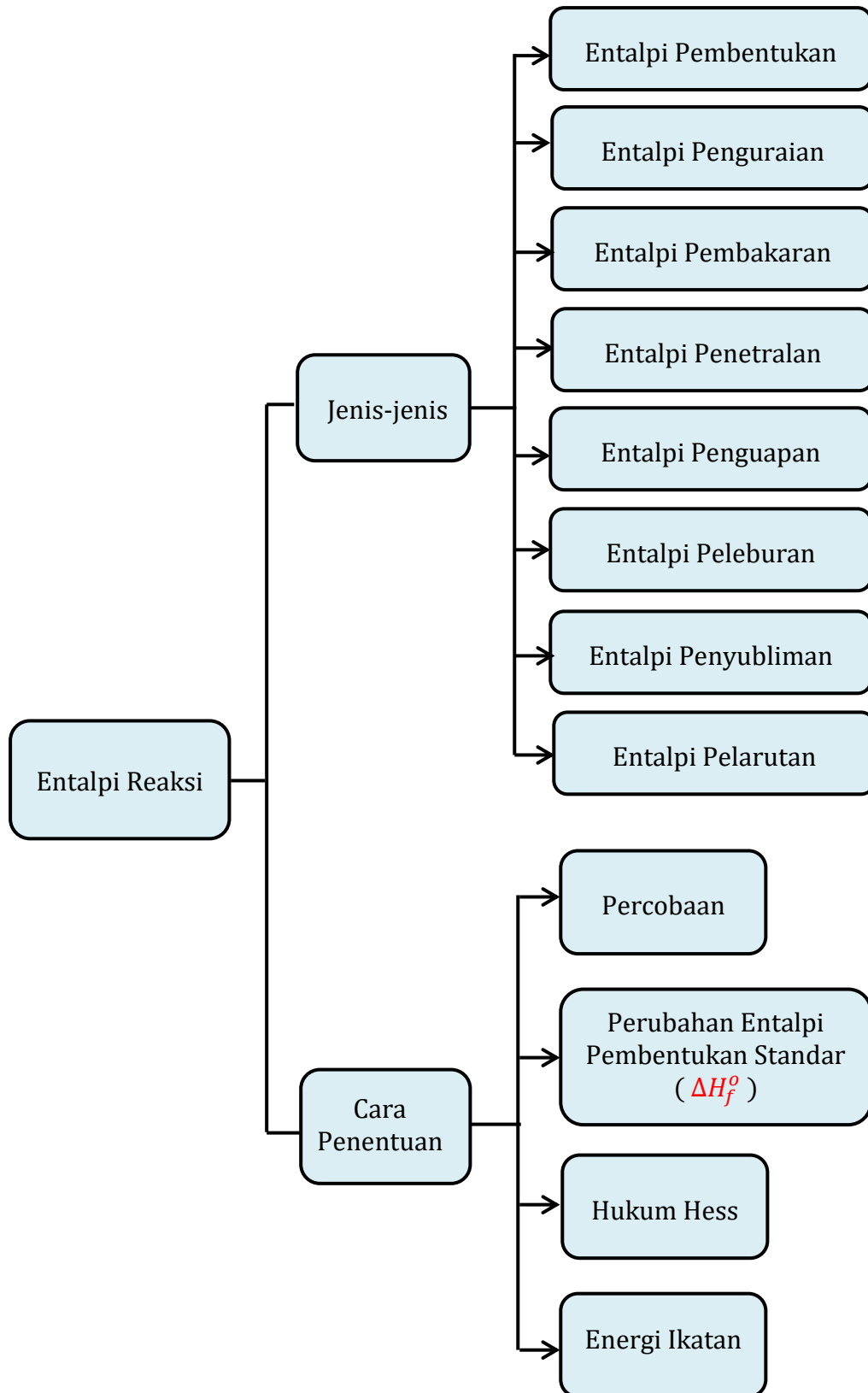
PENYUSUN	2
DAFTAR ISI	3
GLOSARIUM	5
PETA KONSEP	6
PENDAHULUAN	7
A. Identitas Modul	7
B. Kompetensi Dasar	7
C. Deskripsi Singkat Materi	7
D. Petunjuk Penggunaan Modul	7
E. Materi Pembelajaran	8
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	9
JENIS-JENIS ENTALPI REAKSI	9
A. Tujuan Pembelajaran	9
B. Uraian Materi	9
C. Rangkuman	11
D. Penugasan Mandiri	12
E. Latihan Soal	12
F. Penilaian Diri	15
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	16
PENENTUAN ENTALPI REAKSI BERDASAR PERCOBAAN dan PERUBAHAN ENTALPI PEMBENTUKAN STANDAR	16
A. Tujuan Pembelajaran	16
B. Uraian Materi	16
C. Rangkuman	19
D. Penugasan Mandiri	19
E. Latihan Soal	20
F. Penilaian Diri	24
KEGIATAN PEMBELAJARAN 3	25
PENENTUAN ENTALPI REAKSI BERDASAR HUKUM HESS dan DATA ENERGI IKATAN	25
A. Tujuan Pembelajaran	25
B. Uraian Materi	25

C. Rangkuman	27
D. Penugasan Mandiri	28
E. Latihan Soal	29
F. Penilaian Diri	32
EVALUASI	33
DAFTAR PUSTAKA.....	37

GLOSARIUM

Entalpi	: Besarnya energi yang diukur pada tekanan tetap.
Entalpi Reaksi	: Besarnya entalpi yang menyertai reaksi.
Perubahan Entalpi Pembentukan Standar (ΔH_f°)	: Perubahan entalpi yang dibutuhkan atau dilepaskan pada pembentukan 1 mol senyawa dari unsur-unsurnya yang diukur pada keadaan standar.
Perubahan Entalpi Penguraian Standar (ΔH_d°)	: Perubahan entalpi yang dibutuhkan atau dilepaskan pada penguraian 1 mol senyawa menjadi unsur-unsur penyusunnya yang diukur pada keadaan standar.
Perubahan Entalpi Pembakaran Standar (ΔH_c°)	: Perubahan entalpi yang dibutuhkan atau dilepaskan pada pembakaran sempurna 1 mol zat yang diukur pada keadaan standar.
Perubahan Entalpi Penetralkan Standar (ΔH_n°)	: Perubahan entalpi yang dibutuhkan atau dilepaskan pada penetralan 1 mol asam oleh basa atau 1 mol basa oleh asam yang diukur pada keadaan standar.
Perubahan Entalpi Penguapan Standar (ΔH_{vap}°)	: Perubahan entalpi yang dibutuhkan atau dilepaskan pada penguapan 1 mol zat dalam fasa cair menjadi fasa gas yang diukur pada keadaan standar.
Perubahan Entalpi Peleburan Standar (ΔH_{fus}°)	: Perubahan entalpi yang dibutuhkan atau dilepaskan pada pencairan 1 mol zat dalam fasa padat menjadi fasa cair yang diukur pada keadaan standar.
Perubahan Entalpi Penyubliman Standar (ΔH_{sub}°)	: Perubahan entalpi yang dibutuhkan atau dilepaskan pada penyubliman 1 mol zat dalam fasa padat menjadi fasa gas yang diukur pada keadaan standar.
Perubahan Entalpi Pelarutan Standar (ΔH_{sol}°)	: Perubahan entalpi yang dibutuhkan atau dilepaskan pada pelarutan 1 mol zat terlarut yang diukur pada keadaan standar.
Kalorimeter	: alat yang digunakan untuk mengukur perubahan energi termal atau perpindahan kalor reaksi.
Hukum Hess (Hukum penjumlahan kalor)	: Jika suatu reaksi berlangsung dalam dua tahap atau lebih, maka perubahan entalpi reaksi tersebut sama dengan jumlah perubahan entalpi dari semua tahapannya
Energi Ikatan	: Energi yang berkait dengan pemutusan atau pembentukan ikatan kimia

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Kimia
Kelas	: XI
Alokasi Waktu	: 12 Jam Pelajaran
Judul Modul	: Jenis-jenis dan Cara Penentuan Entalpi Reaksi

B. Kompetensi Dasar

- 3.5 Menjelaskan jenis entalpi reaksi, Hukum Hess dan konsep energi ikatan
- 4.5 Membandingkan perubahan entalpi beberapa reaksi berdasarkan data hasil percobaan

C. Deskripsi Singkat Materi

Salam jumpa siswa sekalian, semoga kalian selalu sehat dan semangat dalam belajar. Pada modul ini kalian akan mempelajari konsep jenis entalpi reaksi, Hukum Hess dan konsep energi ikatan. Entalpi merupakan besarnya energi yang diukur pada tekanan tetap yang dimiliki oleh suatu sistem. Entalpi reaksi yaitu besarnya entalpi yang mengikuti suatu reaksi. Perubahan entalpi berdasar reaksinya dibedakan menjadi entalpi pembentukan, entalpi penguraian, entalpi pembakaran, entalpi penetralan, entalpi penguapan, entalpi peleburan, entalpi penyubliman dan entalpi pelarutan.

Selain berbagai jenis entalpi, akan dipelajari pula tentang hukum Hess, atau dikenal juga dengan hukum penjumlahan kalor reaksi, yang menyatakan bahwa jika suatu reaksi berlangsung dalam dua tahap atau lebih, maka perubahan entalpi reaksi tersebut sama dengan jumlah perubahan entalpi dari semua tahapannya. Dalam kalimat lain dapat dinyatakan bahwa besarnya kalor reaksi tidak bergantung pada tahapan reaksinya, tetapi bergantung pada keadaan awal dan keadaan akhir, artinya bagaimanapun tahapan reaksinya, kalau keadaan awal dan akhir zatnya sama maka besarnya entalpi reaksi akan sama. Energi ikatan adalah energi yang berkaitan dengan pemutusan atau pembentukan ikatan kimia. Setelah mengikuti kegiatan pembelajaran dalam modul ini, harapannya kalian mampu menguasai kompetensi sesuai yang diharapkan.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Para siswaku yang hebat, agar kalian dapat mencapai kompetensi yang diharapkan, dalam mempelajari modul ini silahkan ikuti petunjuk-petunjuk sebagai berikut:

1. Modul ini terdiri dari 3 kegiatan pembelajaran, baca dan pelajari modul ini secara berurutan dan berusaha untuk memahami isinya.
2. Untuk mengetahui pemahamanmu terhadap materi yang dipelajari, jawablah setiap pertanyaan yang ada latihan soal, uji pemahaman diri serta pada kegiatan evaluasi.

3. Jika ada materi yang belum kalian pahami, maka baca dan pelajari kembali peta konsep dan deskripsi serta uraian materi pada modul ini dengan seksama.
4. Pelajari soal dan penjelasan penyelesaiannya pada latihan soal dengan seksama serta dengan pemahaman, bukan dengan cara dihafalkan.
5. Dalam mengerjakan soal, baik itu latihan soal maupun evaluasi, berusahalah kalian mengerjakan sesuai dengan kemampuan kalian, belajarlah percaya diri dengan tidak melihat kunci jawaban terlebih dahulu sebelum kalian menyelesaikan soal-soal tersebut. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan kemudahan bagi kalian dalam mempelajari materi pada modul ini.

E. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi **3** kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

Pertama : Jenis-jenis Entalpi Reaksi

Kedua : Penentuan Entalpi Reaksi Berdasar Data Percobaan dan Perubahan Entalpi Pembentukan Standar (ΔH_f°)

Ketiga : Penentuan Entalpi Reaksi Berdasar Hukum Hess dan Energi Ikatan

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

JENIS-JENIS ENTALPI REAKSI

A. Tujuan Pembelajaran

Para siswaku yang saya banggakan, setelah melakukan kegiatan pembelajaran ini diharapkan kalian dapat:

1. Menjelaskan pengertian entalpi reaksi
2. Menyebutkan jenis-jenis entalpi reaksi
3. Menjelaskan pengertian entalpi pembentukan
4. Menjelaskan pengertian entalpi penguraian
5. Menjelaskan pengertian entalpi pembakaran
6. Menjelaskan pengertian entalpi penetralan
7. Menjelaskan pengertian entalpi penguapan
8. Menjelaskan pengertian entalpi peleburan
9. Menjelaskan pengertian entalpi penyubliman
10. Menjelaskan pengertian entalpi pelarutan

B. Uraian Materi

Seperti yang telah kalian pelajari pada kegiatan pembelajaran sebelumnya, entalpi reaksi adalah besarnya entalpi yang menyertai suatu reaksi. Besarnya entalpi reaksi juga sangat beragam, ada yang menyerap, ada pula yang melepas kalor. Perhatikan gambar berikut!



Gambar 1
Perobohan Gedung Dengan Peledakan
(sumber: <https://news.detik.com/berita/d-3225080>)

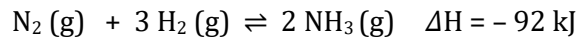
Gambar tersebut menunjukkan besarnya entalpi reaksi dapat dimanfaatkan untuk merobohkan gedung bertingkat hanya hitungan detik. Akan tetapi tidak semua entalpi reaksi yang dihasilkan sama, bergantung kepada reaksinya.

Berdasar jenis reaksinya, entalpi reaksi dibedakan menjadi 8 jenis, yaitu:

1. Entalpi Pembentukan

Entalpi pembentukan merupakan entalpi yang dibutuhkan atau dilepaskan pada pembentukan 1 mol senyawa dari unsur-unsurnya. Apabila pengukuran perubahan entalpi pembentukan dilakukan pada keadaan standar (25 °C dan tekanan 1 atm) maka disebut perubahan entalpi pembentukan standar (ΔH_f^0)

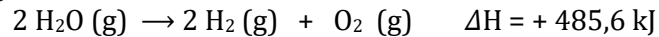
Contoh :



Pada reaksi di atas, untuk membentuk 2 mol gas amonia, NH_3 , terjadi pelepasan kalor sebesar 92 kJ. Dengan demikian untuk membentuk 1 mol gas amonia akan terjadi pelepasan kalor sebesar $92/2$ kJ atau sebesar 46 kJ. Karena persamaan termokimia di atas merupakan pembentukan senyawa dari unsur-unsurnya maka dapat disimpulkan perubahan entalpi pembentukannya = - 46 kJ/mol.

2. Entalpi Penguraian

Perubahan entalpi yang dibutuhkan atau dilepaskan pada penguraian 1 mol senyawa menjadi unsur-unsur penyusunnya yang diukur pada keadaan standar. Apabila pengukuran perubahan entalpi penguraian dilakukan pada keadaan standar (25 °C dan tekanan 1 atm) maka disebut perubahan entalpi penguraian standar (ΔH_d^0). Contoh:

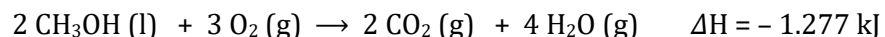


Pada reaksi di atas, untuk menguraikan 2 mol uap air (H_2O), dibutuhkan kalor sebesar 485,6 kJ. Dengan demikian untuk menguraikan 1 mol uap air akan membutuhkan kalor sebesar $485,6/2$ atau sebesar 242,8 kJ. Karena persamaan termokimia di atas merupakan penguraian senyawa menjadi unsur-unsurnya maka dapat disimpulkan perubahan entalpi pembentukannya = + 242,8 kJ/mol.

3. Entalpi Pembakaran

Perubahan entalpi yang dibutuhkan atau dilepaskan pada pembakaran sempurna 1 mol zat yang diukur pada keadaan standar. Apabila pengukuran perubahan entalpi pembakaran dilakukan pada keadaan standar (25 °C dan tekanan 1 atm) maka disebut perubahan entalpi pembakaran standar (ΔH_c^0)

Contoh:



Pada reaksi pembakaran di atas, untuk membakar sempurna 2 mol metanol (CH_3OH), menghasilkan kalor sebesar 1.277 kJ. Dengan demikian pada pembakaran 1 mol metanol akan menghasilkan kalor sebesar $1.277/2$ atau sebesar 638,5 kJ. Karena persamaan termokimia di atas merupakan pembakaran sempurna maka dapat disimpulkan perubahan entalpi pembakarannya = - 638,5 kJ/mol.

4. Entalpi Penetralan

Perubahan entalpi yang dibutuhkan atau dilepaskan pada penetralan 1 mol asam oleh basa atau 1 mol basa oleh asam yang diukur pada keadaan standar. Apabila pengukuran perubahan entalpi penetralan dilakukan pada keadaan standar (25°C dan tekanan 1 atm) maka disebut perubahan entalpi penetralan standar (ΔH_n^0)

Contoh:

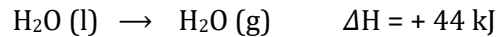


Pada reaksi penetralan di atas, untuk menetralkan 2 mol NaOH membutuhkan 1 mol H_2SO_4 dengan menghasilkan kalor sebesar 200 kJ. Dengan demikian perubahan entalpi penetralan $\text{NaOH} = -200 \text{ kJ}/2 \text{ mol} = -100 \text{ kJ/mol}$, sedangkan penetralan $\text{H}_2\text{SO}_4 = -200 \text{ kJ}/1 \text{ mol} = -200 \text{ kJ/mol}$.

5. Entalpi Penguapan

Perubahan entalpi yang dibutuhkan atau dilepaskan pada penguapan 1 mol zat dalam fasa cair menjadi fasa gas yang diukur pada keadaan standar. Apabila pengukuran perubahan entalpi penguapan dilakukan pada keadaan standar (25 °C dan tekanan 1 atm) maka disebut perubahan entalpi penguapan standar (ΔH_{vap}^0)

Contoh:

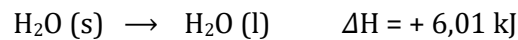


Pada proses penguapan 1 mol H₂O dari fasa cair menjadi fasa gas, dibutuhkan kalor sebesar 44 kJ, dengan demikian perubahan entalpi penguapan = + 44 kJ/mol.

6. Entalpi Peleburan

Perubahan entalpi yang dibutuhkan atau dilepaskan pada pencairan 1 mol zat dalam fasa padat menjadi fasa cair yang diukur pada keadaan standar. Apabila pengukuran perubahan entalpi peleburan dilakukan pada keadaan standar (25 °C dan tekanan 1 atm) maka disebut perubahan entalpi peleburan standar (ΔH_{fus}^0)

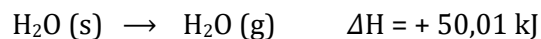
Contoh:



Pada proses peleburan 1 mol H₂O dari fasa padat menjadi fasa cair, dibutuhkan kalor sebesar 6,01 kJ, dengan demikian perubahan entalpi peleburan H₂O = + 6,01 kJ/mol.

7. Entalpi Penyubliman

Perubahan entalpi yang dibutuhkan atau dilepaskan pada penyubliman 1 mol zat dalam fasa padat menjadi fasa gas yang diukur pada keadaan standar. Apabila pengukuran perubahan entalpi penyubliman dilakukan pada keadaan standar (25°C dan tekanan 1 atm) maka disebut perubahan entalpi penyubliman standar (ΔH_{sub}^0). Contoh:

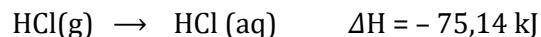


Pada proses penyubliman 1 mol H₂O dari fasa padat menjadi fasa gas, dibutuhkan kalor sebesar 50,01 kJ, dengan demikian perubahan entalpi penyubliman H₂O = +50,01 kJ/mol.

8. Entalpi Pelarutan

Perubahan entalpi yang dibutuhkan atau dilepaskan pada pelarutan 1 mol zat terlarut yang diukur pada keadaan standar. Apabila pengukuran perubahan entalpi pelarutan dilakukan pada keadaan standar (25 °C dan tekanan 1 atm) maka disebut perubahan entalpi pelarutan standar (ΔH_{sol}^0)

Contoh:



Pada proses pelarutan 1 mol HCl dari fasa gas menjadi fasa larutan, menghasilkan kalor sebesar 75,14 kJ, dengan demikian perubahan entalpi pelarutan HCl = - 75,14 kJ/mol.

C. Rangkuman

Untuk lebih menguatkan pemahaman kalian, mari kita rangkum materi laju reaksi sebagai berikut:

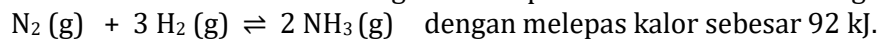
1. Entalpi Pembentukan

- Entalpi pembentukan merupakan entalpi yang dibutuhkan atau dilepaskan pada pembentukan 1 mol senyawa dari unsur-unsurnya.
2. Entalpi Penguraian
Entalpi yang dibutuhkan atau dilepaskan pada penguraian 1 mol senyawa menjadi unsur-unsur penyusunnya.
 3. Entalpi Pembakaran
Entalpi yang dibutuhkan atau dilepaskan pada pembakaran sempurna 1 mol zat.
 4. Entalpi Penetralkan
Perubahan entalpi yang dibutuhkan atau dilepaskan pada penetralan 1 mol asam oleh basa atau 1 mol basa oleh asam.
 5. Entalpi Penguapan
Entalpi yang dibutuhkan atau dilepaskan pada penguapan 1 mol zat dalam fasa cair menjadi fasa gas.
 6. Entalpi Peleburan
Entalpi yang dibutuhkan atau dilepaskan pada pencairan 1 mol zat dalam fasa padat menjadi fasa cair.
 7. Entalpi Penyubliman
Entalpi yang dibutuhkan atau dilepaskan pada penyubliman 1 mol zat dalam fasa padat menjadi fasa gas.
 8. Entalpi Pelarutan
Entalpi yang dibutuhkan atau dilepaskan pada pelarutan 1 mol zat terlarut.

D. Penugasan Mandiri

Siswaku yang hebat, untuk memanfaatkan waktu lebih efektif dan melatih ketrampilan dalam pengerjaan soal, silahkan kerjakan soal berikut:

Amoniak, NH_3 adalah suatu senyawa yang sangat dibutuhkan dalam industri kimia, baik itu sebagai bahan baku pembuatan pupuk, sebagai pendingin maupun lainnya. Produksi amoniak dikenal dengan istilah proses Harber- Bosch dengan reaksi :



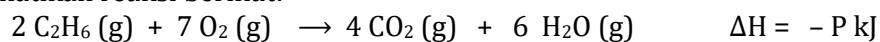
Berdasar data tersebut:

- a. Tuliskan persamaan termokimia pada proses Harber – Bosch!
- b. Tentukan besarnya perubahan entalpi pembentukan dari amoniak!
- c. Tuliskan persamaan termokimia penguraian amoniak
- d. Tentukan ΔH_f° amoniak.

E. Latihan Soal

Kerjakan Latihan Soal berikut dengan jujur, mandiri serta penuh semangat! Berusahalah mengerjakan secara mandiri terlebih dahulu tanpa melihat kunci jawaban. Setelah selesai mengerjakan, cocokkan jawabanmu dengan kunci soal, bila jawabanmu ada yang belum sesuai dengan kunci, bacalah dan berusaha pahami pembahasannya. Selamat berlatih dan semangat.

1. Perhatikan reaksi berikut!

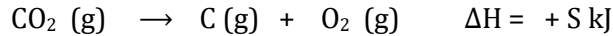


Berdasar data tersebut di atas maka ΔH_c° C_2H_6 adalah kJ/mol

- A. $- 2P$
- B. $- P$
- C. $- P/2$

- D. + P/2
E. + 2P

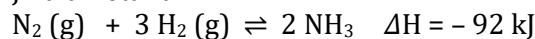
2. Perhatikan reaksi berikut!



Berdasar data tersebut di atas maka ΔH_f° CO_2 adalah kJ/mol

- A. + 2S
B. + S
C. - S/2
D. - S
E. - 2S

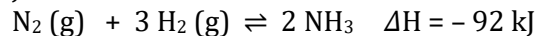
3. Jika diketahui:



Besarnya perubahan entalpi penguraian standar gas NH_3 adalah

- A. - 92 kJ/mol
B. - 46 kJ/mol
C. + 46 kJ/mol
D. + 92 kJ/mol
E. + 184 kJ/mol

4. Jika diketahui:



Besarnya ΔH_f° pada reaksi tersebut adalah

- A. - 92 kJ/mol
B. - 46 kJ/mol
C. + 46 kJ/mol
D. + 92 kJ/mol
E. + 184 kJ/mol

5. Diketahui perubahan entalpi pembentukan standar $\text{Na}_2\text{SO}_4 (\text{s})$ sebesar - 1.267 kJ.

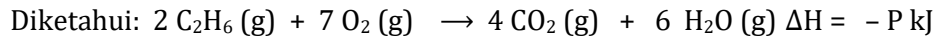
Persamaan termokimia yang tepat untuk pernyataan di atas adalah

- A. $\text{Na}_2\text{SO}_4 (\text{s}) \rightarrow 2 \text{Na} (\text{s}) + \text{S} (\text{s}) + 2 \text{O}_2 (\text{g}) \quad \Delta H = - 1.267 \text{ kJ}$
B. $\text{Na}_2\text{SO}_4 (\text{s}) \rightarrow 2 \text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-} (\text{aq}) \quad \Delta H = - 1.267 \text{ kJ}$
C. $2 \text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-} (\text{aq}) \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 (\text{s}) \quad \Delta H = - 1.267 \text{ kJ}$
D. $2 \text{Na} (\text{s}) + \text{SO}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 (\text{s}) \quad \Delta H = - 1.267 \text{ kJ}$
E. $2 \text{Na} (\text{s}) + \text{S} (\text{s}) + 2 \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 (\text{s}) \quad \Delta H = - 1.267 \text{ kJ}$

Kunci Jawaban dan Pembahasan Soal Latihan

1. Jawaban C

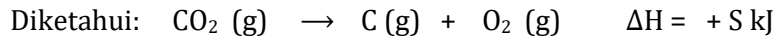
Pembahasan:



Berdasar reaksi tersebut, kalor yang **dilepaskan** pada pembakaran **2 mol** C_2H_6 sebesar **P kJ**. Sedangkan ΔH_c° adalah perubahan entalpi pembakaran standar, yaitu untuk pembakaran **1 mol**, maka $\Delta H_c^\circ \text{ C}_2\text{H}_6$ adalah $- P \text{ kJ}/2 \text{ mol} = - P/2 \text{ kJ/mol}$.

2. Jawaban D

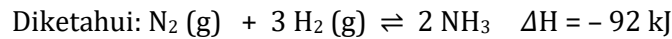
Pembahasan:



Reaksi tersebut merupakan reaksi penguraian, sedangkan yang ditanyakan adalah $\Delta H_f^\circ \text{ CO}_2$, hal itu berarti perubahan entalpi pembentukan standar, oleh karena itu reaksi harus berbalik arah, dengan berubah arah reaksi maka nilai ΔH yang awalnya bertanda positif (+) harus berubah menjadi tanda negatif (-). Karena reaksi tersebut telah 1 mol, maka $\Delta H_f^\circ \text{ CO}_2 = - S \text{ kJ/mol}$.

3. Jawaban C

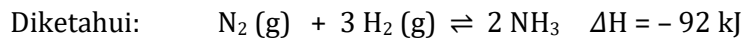
Pembahasan:



Reaksi tersebut merupakan reaksi pembentukan, sedangkan yang ditanyakan adalah perubahan entalpi pembentukan standar, oleh karena itu reaksi harus berbalik arah, dengan berubah arah reaksi maka nilai ΔH yang awalnya bertanda negatif (-) harus berubah menjadi tanda positif (+). Karena reaksi tersebut masih menguraikan 2 mol, maka besarnya perubahan entalpi penguraian standar gas NH_3 adalah $+ 92 \text{ kJ}/2 \text{ mol} = + 46 \text{ kJ/mol}$.

4. Jawaban B

Pembahasan:

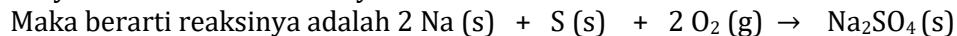


Reaksi tersebut merupakan reaksi pembentukan, dan yang ditanyakan adalah Besarnya ΔH_f° pada reaksi tersebut maka berarti arah reaksi telah sesuai, karena reaksi tersebut masih membentuk 2 mol, maka besarnya ΔH_f° pada reaksi tersebut adalah $- 92 \text{ kJ}/2 \text{ mol} = - 46 \text{ kJ/mol}$.

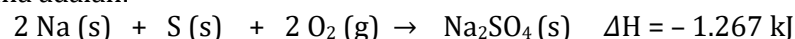
5. Jawaban E

Pembahasan:

Diketahui perubahan entalpi pembentukan standar $\text{Na}_2\text{SO}_4 (\text{s})$ sebesar $- 1.267 \text{ kJ/mol}$. Perubahan entalpi pembentukan standar adalah pembentukan 1 mol senyawa dari unsur-unsurnya.



Besarnya ΔH pada reaksi tersebut = $- 1.267 \text{ kJ}$. Dengan demikian persamaan termokimia adalah:



F. Penilaian Diri

Siswaku yang saya sayangi, untuk mengetahui ketercapaian penguasaan dalam mempelajari modul ini, silahkan kalian jawab pertanyaan-pertanyaan berikut di bawah ini dengan jujur dan bertanggungjawab!

NO	PERTANYAAN	JAWABAN	
		YA	TIDAK
1	Saya dapat menjelaskan pengertian entalpi reaksi		
2	Saya dapat menyebutkan jenis-jenis entalpi reaksi		
3	Saya dapat menjelaskan pengertian entalpi pembentukan		
4	Saya dapat menjelaskan pengertian entalpi penguraian		
5	Saya dapat menjelaskan pengertian entalpi pembakaran		
6	Saya dapat menjelaskan pengertian entalpi penetralan		
7	Saya dapat menjelaskan pengertian entalpi penguapan		
8	Saya dapat menjelaskan pengertian entalpi peleburan		
9	Saya dapat menjelaskan pengertian entalpi penyubliman		
10	Saya dapat menjelaskan pengertian entalpi pelarutan		

Bila dalam menjawab pertanyaan di atas masih terdapat jawaban "Tidak", maka segera lakukan pengulangan pembelajaran, terutama pada bagian yang masih terdapat jawaban "Tidak".

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

PENENTUAN ENTALPI REAKSI BERDASAR PERCOBAAN dan PERUBAHAN ENTALPI PEMBENTUKAN STANDAR

A. Tujuan Pembelajaran

Para siswaku yang saya banggakan, setelah melakukan kegiatan pembelajaran ini diharapkan kalian dapat:

1. Menjelaskan pengertian kalorimeter
2. Menjelaskan cara penentuan besarnya entalpi reaksi berdasar data percobaan
3. Menghitung besarnya entalpi reaksi berdasar data percobaan
4. Menjelaskan cara penentuan besarnya entalpi reaksi berdasar perubahan entalpi pembentukan standar (ΔH_f°)
5. Menghitung besarnya entalpi reaksi berdasar perubahan entalpi pembentukan standar (ΔH_f°)

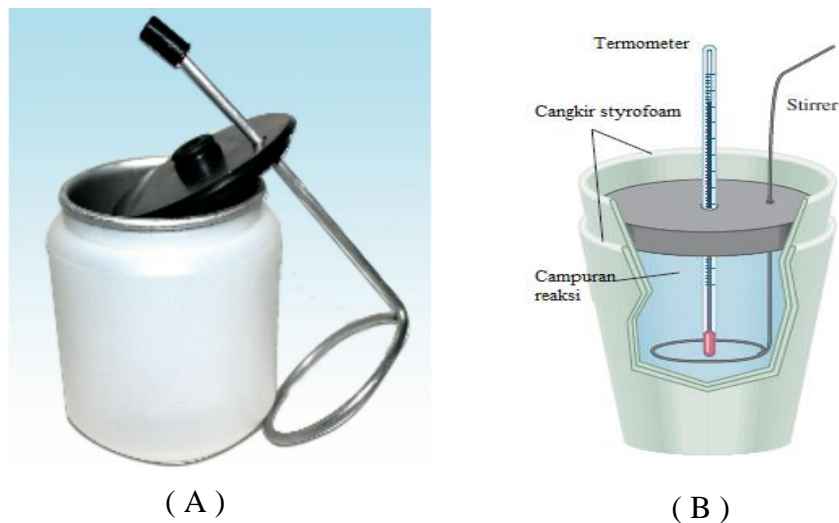
B. Uraian Materi

1. Penentuan Entalpi Reaksi Berdasar Data Percobaan

Kalorimetri yaitu Perubahan entalpi adalah perubahan kalor yang diukur pada tekanan konstan, untuk menentukan perubahan entalpi dilakukan dengan cara yang sama dengan penentuan perubahan kalor yang dilakukan pada tekanan konstan. Salah satu cara pengukuran kalor reaksi dapat dengan menggunakan kalorimeter. Cara penentuan kalor reaksi dengan menggunakan kalorimeter disebut kalorimetri. Alat yang digunakan adalah kalorimeter yaitu alat yang digunakan untuk mengukur perubahan energi termal atau perpindahan kalor. Perubahan kalor pada suatu reaksi dapat diukur melalui pengukuran perubahan suhu yang terjadi pada reaksi tersebut.



Gambar 1.
Kalorimeter Bomb
(Sumber : <https://apayangdimaksud.com/kalorimeter/>)



Gambar 2

Kalorimeter Sederhana di laboratorium kimia (A) dan kalorimeter dari gelas styrofoam

(Sumber : <https://www.tokopedia.com/alpermedia/kalorimeter-tekanan-tetap> dan <http://www.chem.co.id/2019/01/65-kalorimetri.html>)

Kalorimeter adalah suatu sistem terisolasi (tidak ada perpindahan materi maupun energi dengan lingkungan di luar kalorimeter). Secara garis besar Kalorimeter dibedakan menjadi dua, yaitu kalorimeter bom dan kalorimeter sederhana. Prinsip kerja kalorimetri adalah dengan penerapan azas Black, yakni dua buah zat atau lebih dicampur menjadi satu maka zat yang suhunya tinggi akan melepaskan kalor sedangkan zat yang suhunya rendah akan menerima kalor, sampai tercapai kesetimbangan termal.

Menurut azas Black : Kalor yang dilepas = kalor yang diterima

Rumus yang digunakan adalah :

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

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

dengan :

q = jumlah kalor (J)

m = massa zat (g)

ΔT = perubahan suhu (oC atau K)

c = kalor jenis (J / g.oC) atau (J / g. K)

C = kapasitas kalor (J / oC) atau (J / K)

Kalorimeter merupakan sistem terisolasi sehingga tidak ada kalor yang terbuang ke lingkungan, maka kalor reaksi = kalor yang diserap/ dibebaskan oleh larutan dan kalorimeter dengan tanda berbeda.

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

Pada prakteknya $q_{\text{kalorimeter}}$ sering diabaikan pada perhitungannya.

Contoh soal:

Sebanyak 4 gram natrium hidroksida (Mr NaOH = 40) dimasukkan ke dalam kalorimeter yang berisi 400 ml air, ternyata larutan hasil reaksi mengalami kenaikan 10 oC dari suhu mula-mula. Bila massa jenis air = 1 gram/ml dan kalor

jenis larutan = $4,2 \text{ J gr}^{-1}\text{C}^{-1}$, tentukan perubahan entalpi pelarutan natrium hidroksida! (asumsikan masa larutan hanya masa air)

Jawab:

Berdasar data dari soal : masa air = $V \cdot \rho = 400 \text{ mL} \cdot 1 \text{ g/mL} = 400 \text{ g}$

$$c = 4,2 \text{ J gr}^{-1}\text{C}^{-1}$$

$$\Delta T = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\begin{aligned} q &= m \cdot c \cdot \Delta T \\ &= 400 \text{ g} \cdot 4,2 \text{ J gr}^{-1}\text{C}^{-1} \cdot 10 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ &= 16.800 \text{ J} \\ &= 16,8 \text{ kJ} \end{aligned}$$

2. Penentuan Entalpi Reaksi Berdasar Perubahan Entalpi Pembentukan Standar (ΔH_f°)

Kalor suatu reaksi dapat ditentukan berdasar data entalpi pembentukan zat pereaksi dan zat produknya. Dalam hal ini, zat pereaksi dianggap terlebih dahulu terurai menjadi unsur-unsurnya, kemudian unsur-unsur tersebut bereaksi membentuk zat produk. Entalpi pembentukan zat yang diukur pada keadaan standar merupakan harga ΔH_f° , oleh karena itu perubahan entalpi Adapun rumus perhitungannya adalah:

$$\Delta H = \Sigma \Delta H_f^{\circ}(\text{produk}) - \Sigma \Delta H_f^{\circ}(\text{reaktan})$$

Contoh soal:

Diketahui perubahan entalpi pembentukan standar:

$$\text{CH}_3\text{OH (l)} = -238,6 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{CO}_2 \text{ (g)} = -393,5 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{H}_2\text{O (l)} = -286,0 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{Ar H} = 1, \text{ Ar C} = 12, \text{ Ar O} = 16$$

- Tentukan entalpi pembakaran metanol, CH_3OH !
- Tentukan jumlah kalor yang dibebaskan pada pembakaran 8 gram metanol!

Jawab:

- Reaksi pembakaran metanol berarti metanol direaksikan dengan oksigen, sebagai berikut: $\text{CH}_3\text{OH (l)} + 3/2\text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{CO}_2 \text{ (g)} + 2\text{H}_2\text{O (g)}$ $\Delta H = ?$

$$\begin{aligned} \Delta H &= \Sigma \Delta H_f^{\circ}(\text{produk}) - \Sigma \Delta H_f^{\circ}(\text{reaktan}) \\ &= (1 \cdot \Delta H_f^{\circ} \text{CO}_2 + 2 \cdot \Delta H_f^{\circ} \text{H}_2\text{O}) - (\Delta H_f^{\circ} \text{CH}_3\text{OH} + 3/2 \cdot \Delta H_f^{\circ} \text{O}_2) \\ &= (-393,5 \text{ kJ} + 2 \text{ mol} \cdot -286,0 \text{ kJ/mol}) - (-238,6 \text{ kJ} + 3/2 \text{ mol} \cdot 0 \text{ kJ/mol}) \\ &= (-393,5 \text{ kJ} + (-572 \text{ kJ})) - (-238,6 \text{ kJ}) \\ &= -965,5 \text{ kJ} + 238,6 \text{ kJ} \\ &= -726,9 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Jadi perubahan entalpi pembakaran metanol = $-726,9 \text{ kJ/mol}$.

- Kalor yang dibebaskan pada pembakaran 8 gram metanol:
8 gram metanol = $8 \text{ gram} / 32 \text{ gram} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,25 \text{ mol}$
Maka kalor yang dibebaskan pada pembakaran 8 gram metanol adalah:
= $0,25 \text{ mol} \cdot -726,9 \text{ kJ/mol}$
= $-181,725 \text{ kJ}$

Jadi kalor yang dibebaskan pada pembakaran 8 gram metanol = $181,725 \text{ kJ}$

C. Rangkuman

Untuk lebih menguatkan pemahaman kalian, mari kita rangkum materi laju reaksi sebagai berikut:

1. Kalorimeter adalah suatu alat untuk mengukur kalor yang dilepaskan atau diserap pada suatu reaksi kimia.
2. Untuk menentukan besarnya entalpi reaksi berdasar data percobaan adalah dengan cara menghitung kalor yang dilepas atau diserap, dengan prinsip bahwa kalor yang dilepas atau diserap dapat kita tentukan dengan mengukur perubahan suhu larutan.
3. Menghitung besarnya entalpi reaksi berdasar data percobaan dengan rumus:
 $q = m.c. \Delta T$
 dengan q = jumlah kalor (joule)
 c = kalor jenis zat / larutan ($\text{Joule.g}^{-1}\text{°C}^{-1}$)
 ΔT = perubahan suhu ($T_{\text{akhir}} - T_{\text{awal}}$)
4. Cara penentuan besarnya entalpi reaksi berdasar perubahan entalpi pembentukan standar (ΔH_f°) adalah dengan menghitung selisih antara perubahan entalpi pembentukan standar (ΔH_f°) produk dan perubahan entalpi pembentukan standar (ΔH_f°) reaktannya.
5. Cara menghitung besarnya entalpi reaksi berdasar perubahan entalpi pembentukan standar (ΔH_f°):

$$\Delta H = (\Delta H_f^\circ)_{\text{produk}} - (\Delta H_f^\circ)_{\text{reaktan}}$$

D. Penugasan Mandiri

Siswaku yang hebat, untuk memanfaatkan waktu lebih efektif dan melatih ketrampilan dalam pengerjaan soal, silahkan kerjakan soal berikut:

1. Sebanyak 4 gram natrium hidroksida ($M_r \text{ NaOH} = 40$) dimasukkan ke dalam kalorimeter yang berisi 400 ml air, ternyata larutan hasil reaksi mengalami kenaikan 10 °C dari suhu mula-mula, Bila massa jenis air = 1 gram/ml dan kalor jenis larutan = $4,2 \text{ J gr}^{-1}\text{°C}^{-1}$, tentukan perubahan entalpi pelarutan natrium hidroksida dalam satuan kJ mol^{-1}

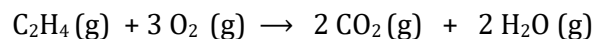
2. Diketahui :

$$\Delta H_f^\circ \text{ H}_2\text{O(g)} = -285 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ \text{ CO}_2\text{(g)} = -393 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ \text{ C}_2\text{H}_4\text{(g)} = +227 \text{ kJ/mol}$$

Tentukan jumlah kalor yang dibebaskan pada pembakaran 2,8 gram gas C_2H_4 ($A_r \text{ C} = 12$, $A_r \text{ H} = 1$) sesuai reaksi :



E. Latihan Soal

Kerjakan Latihan Soal berikut dengan jujur, mandiri serta penuh semangat! Berusahalah mengerjakan secara mandiri terlebih dahulu tanpa melihat kunci jawaban. Setelah selesai mengerjakan, cocokkan jawabanmu dengan kunci soal, bila jawabanmu ada yang belum sesuai dengan kunci, bacalah dan berusaha pahami pembahasannya. Selamat berlatih dan semangat.

- Sebanyak 30 gram urea ($M_r \text{ Urea} = 60$) dimasukkan ke dalam kalorimeter yang berisi 500 ml air. Hasil pengamatan termometer menunjukkan terjadi perubahan suhu dimana suhu awal air adalah 28°C kemudian mengalami penurunan menjadi 21°C . Bila massa larutan dianggap hanya masa air dan kalor jenis larutan = $4,2 \text{ J gr}^{-1}\text{C}^{-1}$. Besarnya perubahan entalpi pelarutan urea dalam satuan kJ mol^{-1} yang tepat adalah
 - 29,4 kJ/mol
 - 14,7 kJ/mol
 - + 14,7 kJ/mol
 - + 29,4 kJ/mol
 - + 58,8 kJ/mol
- Sebanyak 4 gram natrium hidroksida ($M_r \text{ NaOH} = 40$) dimasukkan ke dalam kalorimeter yang berisi 500 ml air, ternyata larutan hasil reaksi mengalami kenaikan 8°C dari suhu mula-mula, Bila massa larutan dianggap hanya massa air ($m_j \text{ air} = 1 \text{ gram/ml}$) dan kalor jenis larutan = $4,2 \text{ J gr}^{-1}\text{C}^{-1}$. Besarnya perubahan entalpi pelarutan natrium hidroksida dalam satuan kJ mol^{-1} adalah
 - + 168,0 kJ/mol
 - + 16,80 kJ/mol
 - 1,680 kJ/mol
 - 16,80 kJ/mol
 - 168,0 kJ/mol
- Diketahui : $\Delta H^\circ_f \text{C}_2\text{H}_6 (\text{g}) = - 84,7 \text{ kJ/mol}$
 $\Delta H^\circ_f \text{H}_2\text{O} (\text{g}) = - 242 \text{ kJ/mol}$
 $\Delta H^\circ_f \text{CO}_2 (\text{g}) = - 394 \text{ kJ/mol}$
 Bila C_2H_6 dibakar sempurna menurut reaksi :

$$2\text{C}_2\text{H}_6 (\text{g}) + 7\text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 4\text{CO}_2 (\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O} (\text{g})$$
 Besarnya perubahan entalpi dari reaksi tersebut adalah
 - 1.4520 kJ
 - 1.5760 kJ
 - 2.858,6 kJ
 - 3.128,0 kJ
 - 3.197,4 kJ
- Diketahui : $\Delta H^\circ_f \text{C}_2\text{H}_2 (\text{g}) = + 52 \text{ kJ/mol}$
 $\Delta H^\circ_f \text{H}_2\text{O} (\text{g}) = - 242 \text{ kJ/mol}$
 $\Delta H^\circ_f \text{CO}_2 (\text{g}) = - 394 \text{ kJ/mol}$
 Bila 5,2 gram gas C_2H_2 ($A_r \text{ C} = 12, \text{ H} = 1$) dibakar sempurna menurut reaksi :

$$2 \text{C}_2\text{H}_2 (\text{g}) + 5 \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 4 \text{CO}_2 (\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O} (\text{g})$$
 Besarnya perubahan entalpi dari reaksi tersebut adalah
 - 21,64 kJ

- B. - 43,28 kJ
- C. - 108,2 kJ
- D. - 216,4 kJ
- E. - 432,8 kJ

Kunci Jawaban dan Pembahasan Soal Latihan

1. Jawaban : + 29,4 kJ/mol

Pembahasan:

Berdasar data dari soal : masa air = $V \cdot \rho = 500 \text{ mL} \cdot 1 \text{ g/mL} = 500 \text{ g}$

$$c = 4,2 \text{ J gr}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$\Delta T = 21^{\circ}\text{C} - 28^{\circ}\text{C} = -7^{\circ}\text{C}$$

$$\begin{aligned} q &= m \cdot c \cdot \Delta T \\ &= 500 \text{ g} \cdot 4,2 \text{ J gr}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \cdot -7^{\circ}\text{C} \\ &= -14.700 \text{ J} \\ &= -14,7 \text{ kJ} ; \text{ karena } q \text{ reaksi} = -q \text{ sistem, maka } q \text{ reaksi} = -(-14,7 \text{ kJ}) \\ &= +14,7 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Diminta dengan satuan kJ/mol, berarti mol urea = $30 \text{ gram} / 60 \text{ gram.mol}^{-1} = 0,5 \text{ mol}$

$$\begin{aligned} &= +14,7 \text{ kJ} / 0,5 \text{ mol} \\ &= +29,4 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

2. Jawaban : - 168 kJ/mol

Pembahasan

Berdasar data dari soal : masa air = $V \cdot \rho = 500 \text{ mL} \cdot 1 \text{ g/mL} = 500 \text{ g}$

$$c = 4,2 \text{ J gr}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$\Delta T = 8^{\circ}\text{C}$$

$$\begin{aligned} q &= m \cdot c \cdot \Delta T \\ &= 500 \text{ g} \cdot 4,2 \text{ J gr}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \cdot 8^{\circ}\text{C} \\ &= +16.800 \text{ J} \\ &= +16,8 \text{ kJ} ; \text{ karena } q \text{ reaksi} = -q \text{ sistem, maka } q \text{ reaksi} = -(+16,8 \text{ kJ}) \\ &= -16,8 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Diminta dengan satuan kJ/mol, berarti mol NaOH = $4 \text{ gram} / 40 \text{ gram.mol}^{-1} = 0,1 \text{ mol}$

$$\begin{aligned} &= -16,8 \text{ kJ} / 0,1 \text{ mol} \\ &= -168 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

3. Jawaban - 2.858,6 kJ

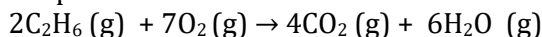
Pembahasan:

Diketahui : $\Delta H_f^{\circ} \text{C}_2\text{H}_6 (\text{g}) = -84,7 \text{ kJ/mol}$

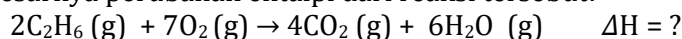
$\Delta H_f^{\circ} \text{H}_2\text{O} (\text{g}) = -242 \text{ kJ/mol}$

$\Delta H_f^{\circ} \text{CO}_2 (\text{g}) = -394 \text{ kJ/mol}$

Bila C_2H_6 dibakar sempurna menurut reaksi :



Tentukan besarnya perubahan entalpi dari reaksi tersebut!



$$\begin{aligned} \Delta H &= \Sigma \Delta H_f^{\circ} (\text{produk}) - \Sigma \Delta H_f^{\circ} (\text{reaktan}) \\ &= (4 \cdot \Delta H_f^{\circ} \text{CO}_2 + 6 \cdot \Delta H_f^{\circ} \text{H}_2\text{O}) - (2 \cdot \Delta H_f^{\circ} \text{C}_2\text{H}_6 + 7 \cdot \Delta H_f^{\circ} \text{O}_2) \\ &= (4 \cdot \text{mol} \cdot -394 \text{ kJ/mol} + 6 \cdot \text{mol} \cdot -242,0 \text{ kJ/mol}) - (2 \cdot -84,7 \text{ kJ} + 7 \cdot \text{mol} \cdot 0 \text{ kJ/mol}) \\ &= (-1.576 \text{ kJ} + (-1.452 \text{ kJ})) - (-169,4 \text{ kJ}) \end{aligned}$$

$$= -3.028 \text{ kJ} + 169,4 \text{ kJ}$$

$$= -2.858,6 \text{ kJ}$$

Jadi perubahan entalpi reaksi tersebut = - 2.858,6 kJ.

4. Jawaban 216,4 kJ

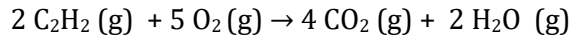
Pembahasan

Diketahui : $\Delta H^{\circ}_f \text{C}_2\text{H}_2 (\text{g}) = + 52 \text{ kJ/mol}$

$\Delta H^{\circ}_f \text{H}_2\text{O} (\text{g}) = - 242 \text{ kJ/mol}$

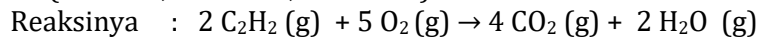
$\Delta H^{\circ}_f \text{CO}_2 (\text{g}) = - 394 \text{ kJ/mol}$

Bila 5,2 gram gas C_2H_2 (Ar C = 12, H = 1) dibakar sempurna menurut reaksi :



Tentukan besarnya perubahan entalpi dari reaksi tersebut !

(Ar H = 1, Ar C = 12, Ar O = 16)



$$\Delta H = \Sigma \Delta H^{\circ}_f (\text{produk}) - \Sigma \Delta H^{\circ}_f (\text{reaktan})$$

$$= (4.\Delta H^{\circ}_f \text{CO}_2 + 2.\Delta H^{\circ}_f \text{H}_2\text{O}) - (2.\Delta H^{\circ}_f \text{C}_2\text{H}_2 + 5.\Delta H^{\circ}_f \text{O}_2)$$

$$= (4\text{mol} \cdot -394 \text{ kJ/mol} + 2\text{mol} \cdot -242,0 \text{ kJ/mol}) - (2\text{mol} \cdot +52\text{kJ} + 3/2 \text{ mol} \cdot 0 \text{ kJ/mol})$$

$$= (-1.576 \text{ kJ} + (-484\text{kJ})) - (+104 \text{ kJ})$$

$$= -2.060 \text{ kJ} - 104 \text{ kJ}$$

$$= -2.164 \text{ kJ}$$

Besarnya perubahan entalpi pada pembakaran 5,2 gram C_2H_2 :

$$5,2 \text{ gram } \text{C}_2\text{H}_2 = 5,2 \text{ gram} / 26 \text{ gram} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,2 \text{ mol}$$

Maka kalor yang dibebaskan pada pembakaran 5,2 gram C_2H_2 adalah:

$$= 0,2 \text{ mol} \cdot -2.164 \text{ kJ/mol}$$

$$= -216,4 \text{ kJ}$$

Koefisien C_2H_2

Besarnya perubahan entalpi pada pembakaran 5,2 gram $\text{C}_2\text{H}_2 = -216,4 \text{ kJ}$

F. Penilaian Diri

Siswaku yang saya sayangi, untuk mengetahui ketercapaian penguasaan dalam mempelajari modul ini, silahkan kalian jawab pertanyaan-pertanyaan berikut di bawah ini dengan jujur dan bertanggungjawab!

NO	PERTANYAAN	JAWABAN	
		YA	TIDAK
1	Saya dapat menjelaskan pengertian kalorimeter		
2	Saya dapat menjelaskan cara penentuan besarnya entalpi reaksi berdasar data percobaan		
3	Saya dapat menghitung besarnya entalpi reaksi berdasar data percobaan		
4	Saya dapat menjelaskan cara penentuan besarnya entalpi reaksi berdasar perubahan entalpi pembentukan standar (ΔH_f°)		
5	Saya dapat menghitung besarnya entalpi reaksi berdasar perubahan entalpi pembentukan standar (ΔH_f°)		

Bila dalam menjawab pertanyaan di atas masih terdapat jawaban "Tidak", maka segera lakukan pengulangan pembelajaran, terutama pada bagian yang masih terdapat jawaban "Tidak".

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

PENENTUAN ENTALPI REAKSI BERDASAR HUKUM HESS dan DATA ENERGI IKATAN

A. Tujuan Pembelajaran

Para siswaku yang saya banggakan, setelah melakukan kegiatan pembelajaran ini diharapkan kalian dapat:

1. Menjelaskan pengertian Hukum Hess
2. Menjelaskan cara penentuan besarnya entalpi reaksi berdasar Hukum Hess
3. Menghitung besarnya entalpi reaksi berdasar Hukum Hess
4. Menjelaskan pengertian energi ikatan
5. Menjelaskan cara penentuan besarnya entalpi reaksi berdasar data energi ikatan
6. Menghitung besarnya entalpi reaksi berdasar data energi ikatan

B. Uraian Materi

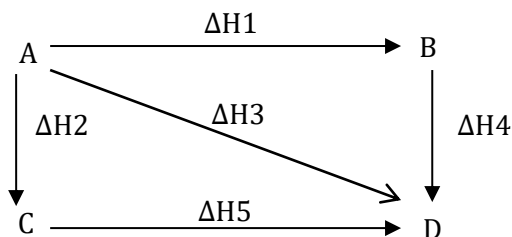
1. Penentuan Entalpi Reaksi Berdasar Hukum Hess

Pengukuran perubahan entalpi suatu reaksi kadangkala tidak dapat ditentukan langsung dengan kalorimeter, misalnya penentuan perubahan entalpi pembentukan standar $\Delta H_f^{\circ} \text{CO}$. Reaksi pembakaran karbon tidak mungkin hanya menghasilkan gas CO saja tanpa disertai terbentuknya gas CO₂. Jadi, bila dilakukan pengukuran perubahan entalpi dari reaksi tersebut; yang terukur tidak hanya reaksi pembentukan gas CO saja tetapi juga perubahan entalpi dari reaksi pembentukan gas CO₂.

Untuk mengatasi hal tersebut, Henry Hess melakukan serangkaian percobaan dan menyimpulkan bahwa perubahan entalpi suatu reaksi merupakan fungsi keadaan. Artinya : “ perubahan entalpi suatu reaksi hanya tergantung pada keadaan awal (zat-zat pereaksi) dan keadaan akhir (zat-zat hasil reaksi) dari suatu reaksi dan tidak tergantung pada jalannya reaksi.”

Menurut hukum Hess, karena entalpi adalah fungsi keadaan, perubahan entalpi dari suatu reaksi kimia adalah sama, walaupun langkah-langkah yang digunakan untuk memperoleh produk berbeda. Dengan kata lain, hanya keadaan awal dan akhir yang berpengaruh terhadap perubahan entalpi, bukan langkah-langkah yang dilakukan untuk mencapainya. Jika suatu reaksi berlangsung dalam dua tahap atau lebih, maka perubahan entalpi reaksi tersebut sama dengan jumlah perubahan entalpi dari semua tahapannya. Secara matematis pernyataan ini dapat dituliskan, $\Delta H_{\text{reaksi}} = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \dots$

Hal ini menyebabkan perubahan entalpi suatu reaksi dapat dihitung sekalipun tidak dapat diukur secara langsung. Caranya adalah dengan melakukan operasi aritmatika pada beberapa persamaan reaksi yang perubahan entalpinya diketahui. Persamaan-persamaan reaksi tersebut diatur sedemikian rupa sehingga penjumlahan semua persamaan akan menghasilkan reaksi yang kita inginkan. Untuk lebih jelasnya perhatikan ilustrasi berikut!



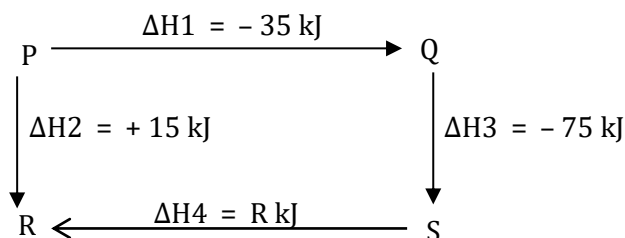
Dari ilustrasi tersebut, keadaan awal adalah A, sedangkan keadaan akhir adalah D. Untuk mencapai keadaan akhir, dari keadaan awal terdapat 3 jalur:

- A - B - D dengan entalpi reaksi $\Delta H1 + \Delta H4$
- A - D dengan entalpi reaksi $\Delta H3$
- A - C - D dengan entalpi reaksi $\Delta H2 + \Delta H5$

Dengan demikian, menurut Hukum Hess dapat dibuat persamaan :

$$\Delta H1 + \Delta H4 = \Delta H3 = \Delta H2 + \Delta H5$$

Contoh Soal 1:



Tentukan R !

Jawab:

Dari diagram siklus dapat dibuat persamaan :

$$\Delta H2 = \Delta H1 + \Delta H3 + \Delta H4$$

$$\Delta H4 = \Delta H2 - (\Delta H1 + \Delta H3)$$

$$\Delta H4 = +15 \text{ kJ} - (-35 \text{ kJ} + -75 \text{ kJ})$$

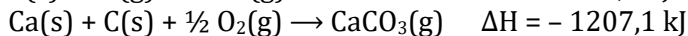
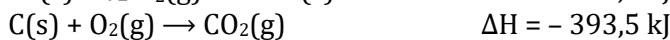
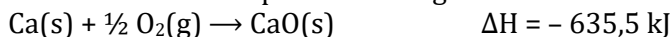
$$\Delta H4 = +15 \text{ kJ} - (-110 \text{ kJ})$$

$$\Delta H4 = +15 \text{ kJ} + 110 \text{ kJ}$$

$$\Delta H4 = +125 \text{ kJ}$$

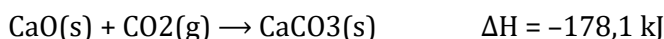
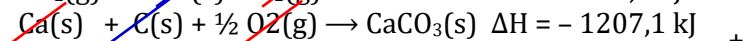
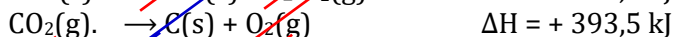
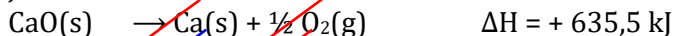
Contoh Soal 2:

Diketahui data entalpi reaksi sebagai berikut :



Hitunglah perubahan entalpi reaksi : $\text{CaO(s)} + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CaCO}_3(\text{s})$!

Jawab :



2. Penentuan Entalpi Reaksi Berdasar Data Energi Ikatan

Reaksi kimia antarmolekul dapat dianggap berlangsung dalam 2 tahap yaitu :

- Pemutusan ikatan pada pereaksi
- Pembentukan ikatan pada produk

Sesuai dengan hukum Hess, ΔH reaksi total adalah ΔH tahap-I + ΔH tahap-II.

ΔH tahap-I = \sum Energi ikatan pada pereaksi (yang putus)

ΔH tahap-II = $-\sum$ Energi ikatan pada produk (yang terbentuk).

ΔH reaksi = \sum Energi ikatan pereaksi yang putus - \sum Energi ikatan produk yang terbentuk

= \sum Epemutusan - \sum Epengikatan

= \sum Eruas kiri - \sum Eruas kanan

Energi yang dibutuhkan untuk memutuskan 1 mol ikatan kimia dalam suatu molekul gas menjadi atom-atomnya dalam fase gas disebut energi ikatan atau energi disosiasi (D). Untuk molekul kompleks, energi yang dibutuhkan untuk memecah molekul itu sehingga membentuk atom-atom bebas disebut energi atomisasi. Harga energi atomisasi ini merupakan jumlah energi ikatan atom-atom dalam molekul tersebut. Untuk molekul kovalen yang terdiri dari dua atom, seperti H_2 , O_2 , N_2 , atau HI yang mempunyai satu ikatan, maka energi atomisasi sama dengan energi ikatan. Energi yang diperlukan untuk reaksi pemutusan ikatan telah diukur.

Contoh Soal:

Diketahui energi ikatan:

C - H = 415 kJ/mol

C = C = 607 kJ/mol

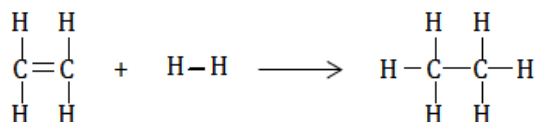
C - C = 348 kJ/mol

H - H = 436 kJ/mol

Ditanya :

ΔH reaksi pada reaksi : $C_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow C_2H_6(g)$

Jawab:



ΔH reaksi = \sum energi pemutusan ikatan - \sum energi pembentukan ikatan

= $\{4 (\text{C} - \text{H}) + (\text{C} = \text{C}) + (\text{H} - \text{H})\} - \{6 (\text{C} - \text{H}) + (\text{C} - \text{C})\}$

= $\{(4 \times 415) + 607 + 436\} - \{6 \times 415 + 348\}$

= $(1660 + 1043) - (2490 + 348)$

= $2703 - 2838$

= -135 kJ

Jadi, $C_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow C_2H_6(g)$ $\Delta H = -135 \text{ kJ}$

C. Rangkuman

Untuk lebih menguatkan pemahaman kalian, mari kita rangkum materi laju reaksi sebagai berikut:

1. Hukum Hess atau Hukum penjumlahan kalor menyatakan bahwa jika suatu reaksi berlangsung dalam dua tahap atau lebih, maka perubahan entalpi reaksi tersebut sama dengan jumlah perubahan entalpi dari semua tahapannya.

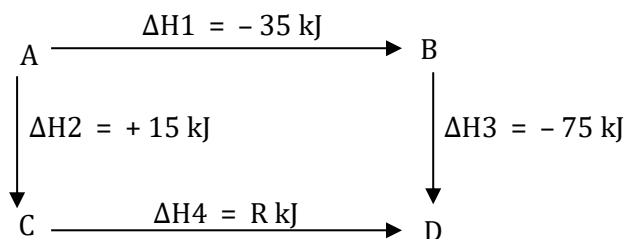
2. Cara menghitung atau menentukan besarnya entalpi reaksi berdasar Hukum Hess adalah dengan cara menentukan terlebih dahulu persamaan penjumlahan kalornya, karena dengan Hukum Hess dapat dibuat persamaan penjumlahan kalornya.
3. Energi ikatan adalah energi yang berkaitan dengan pemutusan atau pembentukan ikatan kimia ikatan.
4. Cara menentukan atau menghitung besarnya entalpi reaksi berdasar data energi ikatan adalah mencari selisih energi pemutusan dengan energi penggabungan (pengikatan). Untuk menghitung besarnya entalpi reaksi berdasar data energi ikatan diawali dengan menghitung jumlah ikatan yang ada pada tiap senyawanya, baik itu zat reaktan maupun zat produk. Setelah masing-masing jumlah energi pemutusan (zat reaktan) dan energi penggabungan (zat produk) diketahui, barulah ditentukan selisihnya dengan rumus:

$$\Delta H = \Sigma \text{energi pemutusan} - \Sigma \text{energi penggabungan}$$

D. Penugasan Mandiri

Siswaku yang hebat, untuk memanfaatkan waktu lebih efektif dan melatih ketrampilan dalam pengerjaan soal, silahkan kerjakan soal berikut:

1. Diketahui diagram siklus reaksi sebagai berikut :



Dengan menerapkan Hukum Hess, tentukan nilai R !

2. Diketahui data energi ikat rata-rata :

$$\text{C} = \text{C} = 614 \text{ kJ/mol}$$

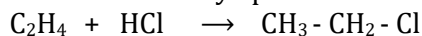
$$\text{C} - \text{C} = 348 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{C} - \text{H} = 413 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{C} - \text{Cl} = 328 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{H} - \text{Cl} = 431 \text{ kJ/mol}$$

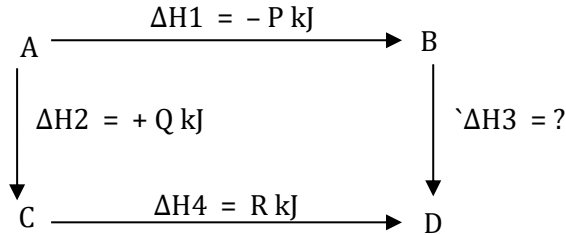
Tentukan besarnya perubahan entalpi pada reaksi :



E. Latihan Soal

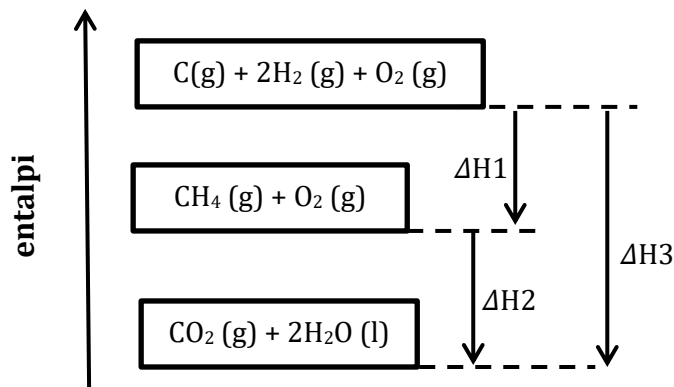
Kerjakan Latihan Soal berikut dengan jujur, mandiri serta penuh semangat! Berusahalah mengerjakan secara mandiri terlebih dahulu tanpa melihat kunci jawaban. Setelah selesai mengerjakan, cocokkan jawabanmu dengan kunci soal, bila jawabanmu ada yang belum sesuai dengan kunci, bacalah dan berusaha pahami pembahasannya. Selamat berlatih dan semangat.

1. Diketahui diagram siklus reaksi sebagai berikut :



Besarnya nilai ΔH_3 adalah

- A. $\Delta H_3 = +Q \text{ kJ} + R \text{ kJ} - P \text{ kJ}$
 - B. $\Delta H_3 = +Q \text{ kJ} - R \text{ kJ} - P \text{ kJ}$
 - C. $\Delta H_3 = +R \text{ kJ} + P \text{ kJ} - Q \text{ kJ}$
 - D. $\Delta H_3 = +R \text{ kJ} - (P \text{ kJ} + Q \text{ kJ})$
 - E. $\Delta H_3 = +Q \text{ kJ} + R \text{ kJ} + P \text{ kJ}$
2. Diketahui data reaksi sebagai berikut!
- $\text{H}_2\text{O} (\text{g}) \rightarrow \text{H}_2 (\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2 (\text{g}) \quad \Delta H = + 57,8 \text{ kkal}$
- $\text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{H}_2 (\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2 (\text{g}) \quad \Delta H = + 68,3 \text{ kkal}$
- $\text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{O} (\text{s}) \quad \Delta H = - 1,40 \text{ kkal}$
- Besarnya ΔH untuk perubahan es menjadi uap air adalah
- A. + 11,9 kkal
 - B. + 9,10 kkal
 - C. + 9,00 kkal
 - D. - 9,00 kkal
 - E. - 11,9 kkal
3. Perhatikan diagram tingkat energy dibawah ini!



Berdasarkan diagram diatas, hubungan ΔH_1 , ΔH_2 , ΔH_3 yang benar adalah

- A. $\Delta H_2 = \Delta H_1 - \Delta H_3$
- B. $\Delta H_2 = \Delta H_1 + \Delta H_3$
- C. $\Delta H_3 = \Delta H_1 - \Delta H_2$
- D. $\Delta H_3 = \Delta H_1 + \Delta H_2$
- E. $\Delta H_3 = \Delta H_2 - \Delta H_1$

4. Diketahui data energi ikat rata-rata sebagai berikut :

$$\text{C} - \text{H} = + 414 \text{ kJ / mol}$$

$$\text{C} = \text{C} = + 620 \text{ kJ / mol}$$

$$\text{H} - \text{H} = + 436 \text{ kJ / mol}$$

$$\text{C} - \text{C} = + 343 \text{ kJ / mol}$$

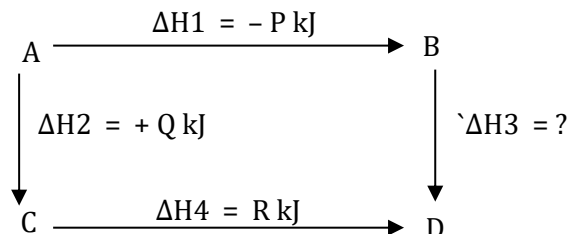
Perubahan entalpi reaksi : $\text{C}_3\text{H}_6 + \text{H}_2 \rightarrow \text{C}_3\text{H}_8$ sebesar

- A. - 229 kJ
- B. -115 kJ
- C. - 44 kJ
- D. + 115 kJ
- E. +229 kJ

Kunci Jawaban dan Pembahasan Soal Latihan

1. Jawaban: E. $\Delta H_3 = +Q \text{ kJ} + R \text{ kJ} + P \text{ kJ}$

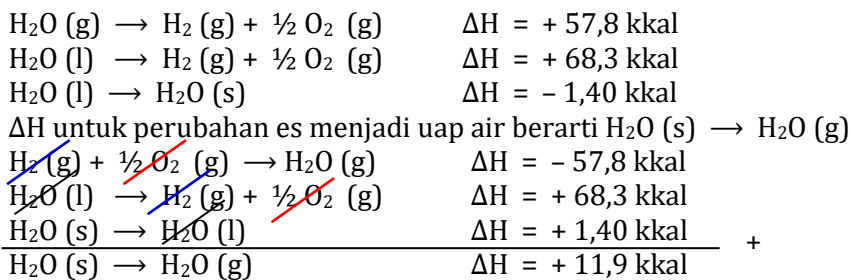
Pembahasan



$$\begin{aligned} \Delta H_2 + \Delta H_4 &= \Delta H_1 + \Delta H_3 \\ \Delta H_3 &= (\Delta H_2 + \Delta H_4) - \Delta H_1 \\ \Delta H_3 &= (+Q \text{ kJ} + R \text{ kJ}) - (-P \text{ kJ}) \\ \Delta H_3 &= +Q \text{ kJ} + R \text{ kJ} + P \text{ kJ} \end{aligned}$$

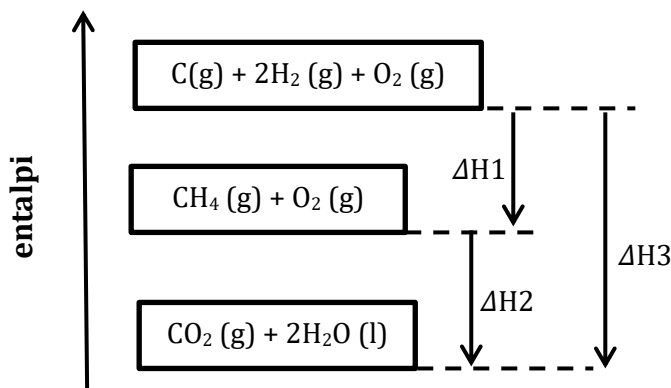
2. Jawaban: A. + 11,90 kkal

Pembahasan



3. Jawaban D. ($\Delta H_3 = \Delta H_1 + \Delta H_2$)

Pembahasan



Keadaan awal : $\text{C}(\text{g}) + 2\text{H}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g})$

Keadaan akhir : $\text{CO}_2 (\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O} (\text{l})$

Ada 2 jalur, yaitu

a. jalur bertahap = $\Delta H_1 + \Delta H_2$

b. jalur langsung = ΔH_3

Berdasar Hukum Hess maka besarnya entalpi adalah sama, berarti :

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 = \Delta H_3$$

4. Jawaban: B. -115 kJ

Pembahasan:

Diketahui data energi ikat rata-rata sebagai berikut :

$$\text{C} - \text{H} = + 414 \text{ kJ / mol}$$

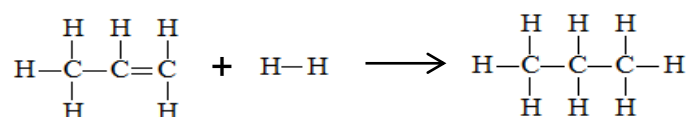
$$\text{C} = \text{C} = + 620 \text{ kJ / mol}$$

$$\text{H} - \text{H} = + 436 \text{ kJ / mol}$$

$$\text{C} - \text{C} = + 343 \text{ kJ / mol}$$

Besarnya perubahan entalpi reaksi : $\text{C}_3\text{H}_6 + \text{H}_2 \rightarrow \text{C}_3\text{H}_8$

Untuk mempermudah dibuat rumus struktur:



$$\begin{aligned}
 \Delta H \text{ reaksi} &= \Sigma \text{ energi pemutusan ikatan} - \Sigma \text{ energi pembentukan ikatan} \\
 &= \{6 (\text{C} - \text{H}) + (\text{C} = \text{C}) + (\text{C} - \text{C}) + (\text{H} - \text{H})\} - \{8 (\text{C} - \text{H}) + 2.(\text{C} - \text{C})\} \\
 &= \{(6 \times 414) + 620 + 343 + 436\} - \{8 \times 414 + 2 \times 343\} \\
 &= 3053 - 3168 \\
 &= -115 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

F. Penilaian Diri

Siswaku yang saya sayangi, untuk mengetahui ketercapaian penguasaan dalam mempelajari modul ini, silahkan kalian jawab pertanyaan-pertanyaan berikut di bawah ini dengan jujur dan bertanggungjawab!

NO	PERTANYAAN	JAWABAN	
		YA	TIDAK
1	Saya dapat menjelaskan pengertian Hukum Hess		
2	Saya dapat menjelaskan cara penentuan besarnya entalpi reaksi berdasar Hukum Hess		
3	Saya dapat menghitung besarnya entalpi reaksi berdasar Hukum Hess		
4	Saya dapat menjelaskan pengertian energi ikatan		
5	Saya dapat menjelaskan cara penentuan besarnya entalpi reaksi berdasar data energi ikatan		
6	Saya dapat menghitung besarnya entalpi reaksi berdasar data energi ikatan		

Bila dalam menjawab pertanyaan di atas masih terdapat jawaban "Tidak", maka segera lakukan pengulangan pembelajaran, terutama pada bagian yang masih terdapat jawaban "Tidak".

EVALUASI

1. Diketahui suatu reaksi: $2 \text{H}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} (\text{g}) \quad \Delta H = -U \text{ kJ}$
Berdasar data tersebut di atas maka $\Delta H_d^0 \text{H}_2\text{O}$ adalah kJ/mol.
 - A. + U
 - B. + U/2
 - C. - U/2
 - D. - U
 - E. - 2U

2. Suatu reaksi: $\text{CO}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{C} (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \quad \Delta H = +S \text{ kJ}$
Berdasar data tersebut di atas maka $\Delta H_f^0 \text{CO}_2$ adalah ... kJ/mol.
 - A. + 2S
 - B. + S
 - C. - S/2
 - D. - S
 - E. - 2S

3. Jika diketahui:
 $\text{N}_2 (\text{g}) + 3 \text{H}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3 \quad \Delta H = -92 \text{ kJ}$
Perubahan entalpi pada penguraian 1 mol gas NH_3 menjadi unsur-unsurnya adalah
 - A. - 92 kJ
 - B. - 46 kJ
 - C. + 46 kJ
 - D. + 184 kJ
 - E. + 92 kJ

4. Perhatikan beberapa reaksi berikut!

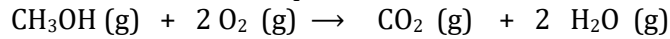
a) $2 \text{H}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} (\text{g})$	$\Delta H = -U \text{ kJ}$
b) $2 \text{NH}_3 (\text{g}) \rightarrow \text{N}_2 (\text{g}) + 3 \text{H}_2 (\text{g})$	$\Delta H = -V \text{ kJ}$
c) $\text{CO}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{C} (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g})$	$\Delta H = +S \text{ kJ}$
d) $\frac{1}{2} \text{N}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{NO}_2 (\text{g})$	$\Delta H = -R \text{ kJ}$
e) $2 \text{C}_2\text{H}_6 (\text{g}) + 7 \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 4 \text{CO}_2 (\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O} (\text{g})$	$\Delta H = -P \text{ kJ}$

 Berdasar data di atas, pernyataan berikut di bawah ini yang tepat adalah
 - A. $\Delta H_c^0 \text{C}_2\text{H}_6 = -2P \text{ kJ/mol}$
 - B. $\Delta H_f^0 \text{NH}_3 = -V/2 \text{ kJ/mol}$
 - C. $\Delta H_d^0 \text{NH}_3 = +V/2 \text{ kJ/mol}$
 - D. $\Delta H_f^0 \text{NO}_2 = +R \text{ kJ/mol}$
 - E. $\Delta H_d^0 \text{CO}_2 = +S \text{ kJ/mol}$

5. Sebanyak 4 gram natrium hidroksida (Mr NaOH = 40) dimasukkan ke dalam kalorimeter yang berisi 400 ml air, ternyata larutan hasil reaksi mengalami kenaikan 10°C dari suhu mula-mula, Bila massa larutan dianggap 400 gr dan kalor jenis larutan = $4,2 \text{ J gr}^{-1}\text{C}^{-1}$, maka perubahan entalpi pelarutan natrium hidroksida tersebut adalah kJ/mol
 - A. 1,680
 - B. 3,360

- C. 33,60
- D. 67,20
- E. 168,0

6. Diketahui suatu reaksi pembakaran metanol, CH₃OH sebagai berikut :



Dan nilai perubahan entalpi pembentukan standar :

$$\Delta H_f^\circ \text{CH}_3\text{OH} = - 238,6 \text{ kJ/mol}$$

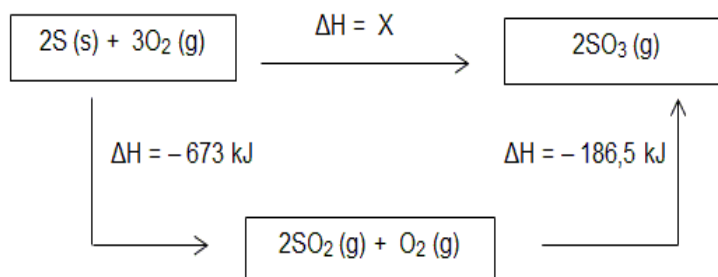
$$\Delta H_f^\circ \text{CO}_2 = - 393,5 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O} = - 286,0 \text{ kJ/mol}$$

Besarnya nilai perubahan entalpi untuk reaksi di atas adalah

- A. - 1.204,1 kJ/mol
 - B. - 726,90 kJ/mol
 - C. - 626,90 kJ/mol
 - D. - 440,90 kJ/mol
 - E. - 440,90 kJ/mol
7. Sebanyak 4,6 gram etanol (C₂H₅OH) dibakar, dan panasnya digunakan untuk memanaskan 500 mL air terjadi kenaikan suhu dari 27°C menjadi 47 °C , Jika Ar C = 12, H = 1, O = 16, Cp = 4,2 J/g K , m_j air = 1 g/mL, maka besarnya perubahan entalpi pembakaran dari etanol tersebut adalah kJ/mol.
- A. - 420
 - B. - 210
 - C. - 84
 - D. - 42
 - E. - 21
8. Dalam ruangan dengan tekanan udara 1 atm, sebanyak 2 liter air (ρ = 1 gram/mL) dipanaskan dengan pembakaran 11 gram gas propana (Mr = 44) dari suhu 27 °C sampai mendidih. Bila diasumsikan kalor hasil pembakaran yang digunakan untuk menaikkan suhu air adalah 90% serta kalor jenis air = 4,2 J/gram °C, besarnya ΔH^o gas propana tersebut adalah
- A. + 2.800 kJ/mol
 - B. + 2.520 kJ/mol
 - C. + 2.268 kJ/mol
 - D. - 2.268 kJ/mol
 - E. - 2.520 kJ/mol

9. Perhatikan siklus Hess berikut !



Berdasar siklus Hess di atas, besarnya perubahan entalpi pembentukan standar atau ΔH_f° SO_3 (g) adalah kJ/mol

- A. - 859,50
- B. - 486,50
- C. - 429,75
- D. + 486,50
- E. + 859,50

10. Diketahui data energi ikat rata-rata sebagai berikut :

$$\text{C} - \text{H} = 415 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{C} = \text{C} = 607 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{H} - \text{H} = 436 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{C} - \text{C} = 348 \text{ kJ/mol}$$

Besarnya perubahan entalpi pada reaksi : $\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_3$ tersebut adalah kJ.

- A. - 235
- B. - 180
- C. - 135
- D. + 135
- E. + 180

KUNCI JAWABAN EVALUASI

Cocokkanlah jawaban kalian dengan Kunci Jawaban di bawah ini, kemudian lakukan sesuai instruksi pada pedoman penskoran!

Kunci Jawaban	
Nomor	Opsi Jawaban
1	B
2	D
3	C
4	E
5	E
6	B
7	A
8	D
9	C
10	C

Pedoman Penskoran

Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi ini.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi tingkat penguasaan:

- 90 - 100% = baik sekali
- 80 - 89% = baik
- 70 - 79% = cukup
- < 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Sudarmo, Unggul & Mitayani, Nanik, 2014, *Kimia untuk SMA /MA kelas XI*, Jakarta, Erlangga
- Sudiono, Sri & Juari Santosa, Sri dan Pranowo, Deni, 2007, *Kimia Kelas XI untuk SMA dan MA*, Jakarta, Intan Pariwara
- Purba, Michael, 2017, *Kimia untuk SMA /MA kelas XI - 2*, Jakarta, Erlangga
- <https://news.detik.com/berita/d-3225080/4-teknik-membongkar-gedung-diledakkan-sampai-digerogoti-dari-dalam> [diakses pada 19 September 2020]



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020



Modul Pembelajaran SMA

KIMIA



KELAS
XI



**FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI LAJU REAKSI
DAN TEORI TUMBUKAN
KIMIA KELAS XI**

**PENYUSUN
Wahyu Sriyanto, S.Pd.
SMAN 1 Karangsembung**

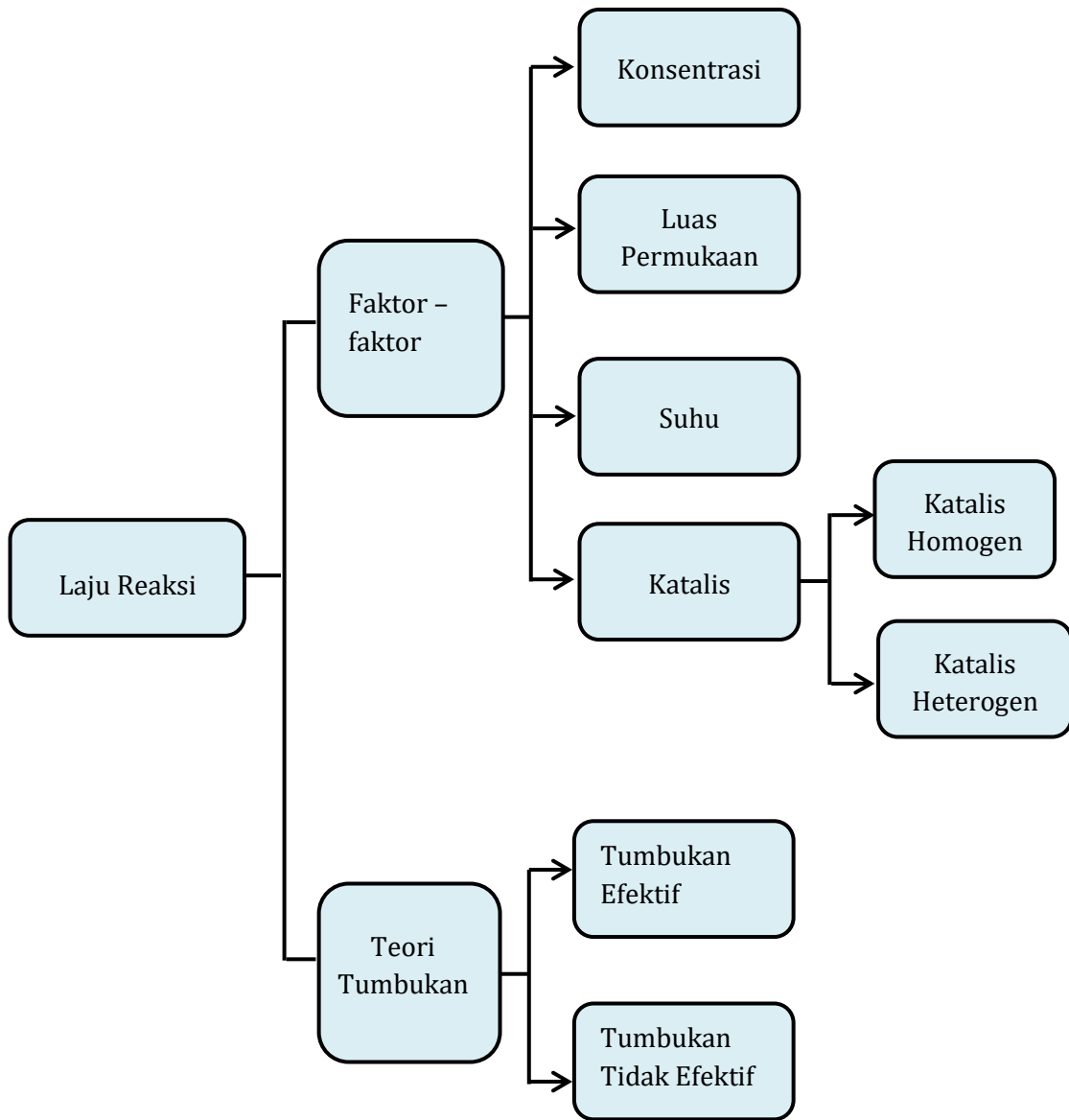
DAFTAR ISI

PENYUSUN	2
DAFTAR ISI	3
GLOSARIUM	4
PETA KONSEP	5
PENDAHULUAN	6
A. Identitas Modul	6
B. Kompetensi Dasar	6
C. Deskripsi Singkat Materi	6
D. Petunjuk Penggunaan Modul	6
E. Materi Pembelajaran	7
KEGIATAN PEMBELAJARAN	8
FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI LAJU REAKSI DAN TEORI TUMBUKAN	8
A. Tujuan Pembelajaran	8
B. Uraian Materi	8
C. Rangkuman	13
D. Penugasan	14
E. Latihan Soal	14
F. Penilaian Diri	18
EVALUASI	19
DAFTAR PUSTAKA	23

GLOSARIUM

Laju reaksi	: Perubahan konsentrasi dari reaktan ataupun produk per satu satuan waktu.
Teori Tumbukan	: Teori yang menyatakan bahwa partikel-partikel pereaksi atau reaktan harus bertumbukan untuk terjadinya suatu reaksi
Tumbukan efektif	: Tumbukan yang dapat menyebabkan reaksi kimia dapat berlangsung
Energi aktivasi (E_a)	: Energi minimal yang harus dimiliki oleh partikel pereaksi sehingga menghasilkan tumbukan efektif
Konsentrasi	: Banyaknya partikel per satuan volum
Luas permukaan	: Luas total keseluruhan permukaan suatu benda, yang dihitung dengan menjumlahkan seluruh permukaan pada benda tersebut.
Suhu	: Derajat panas benda atau zat
Katalis	: Zat yang dapat mempengaruhi laju reaksi

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Kimia
Kelas	: XI
Alokasi Waktu	: 4 Jam Pelajaran
Judul Modul	: Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Laju Reaksi

B. Kompetensi Dasar

- 3.6 Menjelaskan faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi menggunakan teori tumbukan
- 4.6 Menyajikan hasil penelusuran informasi cara-cara pengaturan dan penyimpanan bahan untuk mencegah perubahan fisika dan kimia yang tak terkendali

C. Deskripsi Singkat Materi

Salam jumpa siswa sekalian, semoga kalian selalu sehat dan semangat dalam belajar. Pada modul ini kalian akan mempelajari konsep laju reaksi, teori tumbukan dan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi laju reaksi berdasar teori tumbukan.

Faktor – faktor yang mempengaruhi laju reaksi antara lain; konsentrasi, luas permukaan, suhu dan katalis. Setelah mengikuti kegiatan pembelajaran dalam modul ini, harapannya kalian mampu menguasai kompetensi sesuai yang diharapkan, sehingga nantinya kalian akan lebih bersyukur atas rahmat yang telah diberikan Tuhan Yang Maha Pengasih dengan menjaga apa yang telah dianugerahkan agar senantiasa terpelihara dengan baik.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Para siswaku yang hebat, agar kalian dapat mencapai kompetensi yang diharapkan, dalam mempelajari modul ini silahkan ikuti petunjuk-petunjuk sebagai berikut:

1. Bacalah modul ini secara berurutan dan berusaha untuk memahami isinya karena materi ini akan menjadi prasyarat pada materi selanjutnya.
2. Untuk mengetahui pemahamanmu terhadap materi yang dipelajari, jawablah setiap pertanyaan yang ada latihan soal, uji pemahaman diri serta pada kegiatan evaluasi!
3. Jika ada materi yang belum kalian pahami, maka baca dan pelajari kembali peta konsep dan deskripsi serta uraian materi pada modul ini dengan seksama.
4. Pelajari soal dan penjelasan penyelesaiannya pada latihan soal dengan seksama serta dengan pemahaman, bukan dengan cara dihafalkan.
5. Dalam mengerjakan soal, baik itu latihan soal maupun evaluasi, berusaha kalian mengerjakan sesuai dengan kemampuan kalian, belajarlah percaya diri dengan tidak melihat kunci jawaban terlebih dahulu sebelum kalian menyelesaikan soal-soal tersebut. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan kemudahan bagi kalian dalam mempelajari materi pada modul ini.

E. Materi Pembelajaran

Para siswa yang berbahagia, pada modul ini terdapat 1 kegiatan pembelajaran yang di dalamnya terdapat konsep, uraian materi, soal latihan dan soal evaluasi mengenai:

- Faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi.
- Teori tumbukan

- Bacalah, kalian akan menuai gagasan
 - Tanamlah gagasan, kalian akan menuai tindakan
 - Tanamlah tindakan, kalian akan menuai kebiasaan
 - Tanamlah kebiasaan, kalian akan menuai karakter
 - Tanamlah karakter, kalian akan menuai **masa depan**

KEGIATAN PEMBELAJARAN

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI LAJU REAKSI DAN TEORI TUMBUKAN

A. Tujuan Pembelajaran

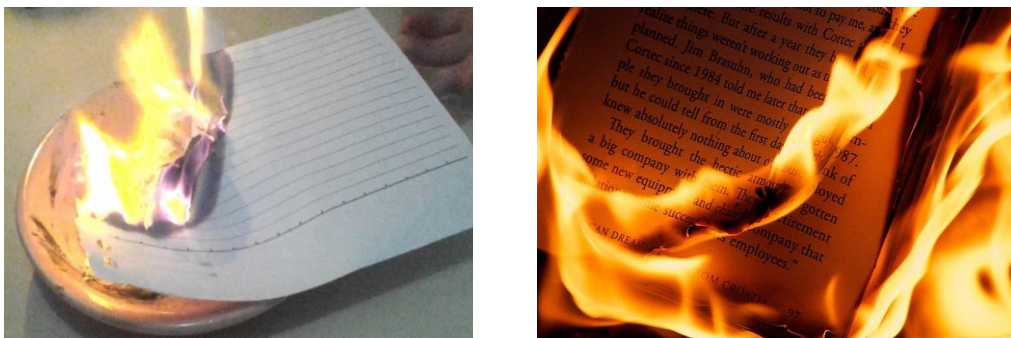
Para siswaku yang saya banggakan, setelah melakukan kegiatan pembelajaran ini diharapkan kalian dapat:

1. Menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi berdasarkan teori tumbukan.
2. Menjelaskan hubungan teori tumbukan dan hubungannya dengan faktor – faktor yang mempengaruhi laju reaksi.

B. Uraian Materi

1. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Laju Reaksi

Siswaku yang luar biasa, perhatikan gambar berikut!



Gambar 1. Pembakaran kertas
(sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=uCBw7wTDOrw> dan www.wallpaperbetter.com)

Apa yang terfikir di benak kalian? Gambar di atas sama-sama menunjukkan pembakaran kertas, manakah yang lebih cepat terbakar? Beda kan? Pada pembakaran di atas kecepatan pembentukan abu dari kertas yang terbakar berupa kertas lembaran dibandingkan dengan kertas yang berupa buku akan memberikan data yang berbeda.

Pada reaksi kimia, pereaksi akan bereaksi untuk membentuk hasil reaksi atau produk, dengan demikian maka pereaksi akan berkurang, sedangkan hasil reaksi atau produk akan bertambah. Apabila perubahan konsentrasi pereaksi atau hasil reaksi dibandingkan dengan banyaknya waktu yang dibutuhkan untuk bereaksi, maka itulah yang dimaksud dengan laju reaksi. Jadi laju reaksi merupakan pernyataan perubahan konsentrasi pereaksi atau hasil reaksi dalam suatu satuan waktu.

Dalam kehidupan sehari-hari kita sering menjumpai reaksi kimia yang berlangsung dengan cepat maupun lambat. Apakah kalian suka melihat nyala kembang api? Kalian juga dapat melakukan sendiri reaksi yang berjalan dengan cepat misalnya dengan membakar selembar kertas. Selain reaksi yang berjalan dengan cepat, pernahkah melihat besi yang berkarat? Perkaratan yang terjadi pada logam tidak secepat laju reaksi pada nyala kembang api tentunya.



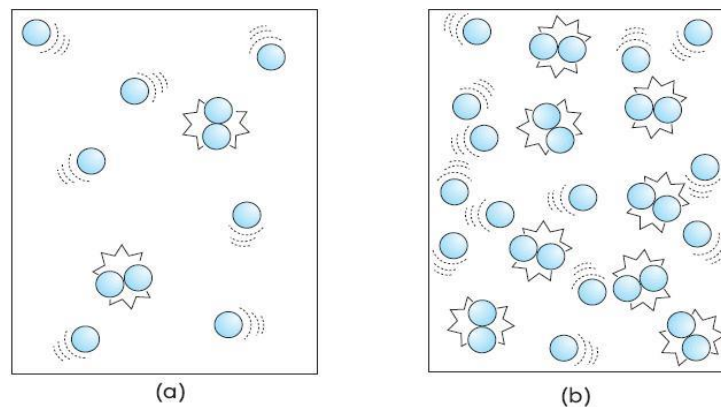
Gambar 2. Nyala kembang api dan perkaratan besi
(Sumber : <https://akcdn.detik.net.id> dan [hot Liputan6.com](http://hotliputan6.com))

Dengan demikian laju reaksi akan berbeda-beda, ada yang berjalan sangat cepat, ada pula yang lambat. Faktor apa saja yang dapat mempengaruhi laju reaksi?

Laju reaksi dapat dipengaruhi beberapa faktor yang antara lain:

a. Konsentrasi

Konsentrasi merupakan banyaknya partikel yang terdapat pada per satuan volum. Dengan demikian semakin tinggi konsentrasinya maka akan semakin banyak partikelnya. Dengan demikian semakin tinggi konsentrasi, semakin besar pula kemungkinan terjadinya tumbukan antar partikel, sehingga semakin tinggi pula laju reaksinya. Agar lebih jelas kalian perhatikan gambar berikut!



Gambar 3. Reaktan dengan konsentrasi yang berbeda
(sumber : nafiun.com)

Gambar (a) menunjukkan konsentrasi yang lebih rendah dibanding (b). Pada gambar (b) menghasilkan tumbukan lebih banyak dibandingkan dengan gambar (a). Dengan demikian laju reaksi pada (b) akan lebih tinggi dibanding reaksi yang terjadi pada (a).

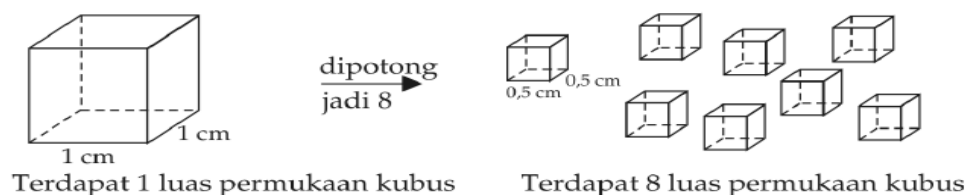
Suatu larutan dengan konsentrasi tinggi tentu mengandung partikel-partikel yang lebih rapat dibandingkan dengan konsentrasi larutan rendah. Larutan

dengan konsentrasi tinggi merupakan larutan pekat dan larutan dengan konsentrasi rendah merupakan larutan encer. Semakin tinggi konsentrasi berarti semakin banyak partikel-partikel dalam setiap satuan volume ruangan, dengan demikian tumbukan antar partikel semakin sering terjadi, semakin banyak tumbukan yang terjadi berarti kemungkinan untuk menghasilkan tumbukan efektif semakin besar, sehingga reaksi berlangsung lebih cepat.

b. Luas Permukaan

Pada reaksi yang reaktannya terdapat dalam fasa padat, laju reaksi dipengaruhi oleh luas permukaan. Pernahkah kalian memperhatikan saat ibu kalian memasak? Mengapa bumbu-bumbu dihaluskan atau bahan yang akan dimasak dipotong menjadi potongan yang lebih kecil? Mengapa tidak berupa bumbu-bumbu tersebut tidak dalam keadaan utuh? Tujuannya agar rasa serta aroma yang berasal dari bumbu-bumbu tersebut agar lebih meresap serta lebih cepat matang bukan? Begitu pula saat kita membakar sebuah buku, buku tersebut akan lebih cepat terbakar bila buku tersebut kita buat menjadi lembaran dibandingkan bila kita membakar buku tersebut dalam keadaan masih dalam keadaan utuh. Dengan dibuat menjadi lembaran-lembaran kertas, maka buku tersebut akan memiliki luas permukaan yang lebih besar.

Maka pada benda padat dengan masa yang sama, semakin kecil ukuran suatu materi, maka mengandung arti memperluas permukaan sentuh materi tersebut. Bayangkan jika kalian mempunyai benda berbentuk kubus dengan ukuran rusuk panjang, lebar, dan tinggi sama, yaitu 1 cm. Berapa luas permukaan kubus tersebut? Secara matematika dapat dihitung bahwa luas permukaan kubus sebesar 6 kali luas sisinya. Karena kubus mempunyai 6 sisi yang sama, maka jumlah luas permukaannya adalah $6 \times 1 \text{ cm} \times 1 \text{ cm} = 6 \text{ cm}^2$. Sekarang jika kubus tersebut dipotong sehingga menjadi 8 buah kubus yang sama besar, maka keempat kubus akan mempunyai panjang, lebar, dan tinggi masing-masing 0,5 cm. Luas permukaan untuk sebuah kubus menjadi $6 \times 0,5 \text{ cm} \times 0,5 \text{ cm} = 1,5 \text{ cm}^2$. Jumlah luas permukaan kubus menjadi $8 \times 1,5 \text{ cm}^2 = 12 \text{ cm}^2$. Jadi, dengan memperkecil ukuran kubus, maka total luas permukaan menjadi semakin banyak.



Gambar 4. Perbandingan luas permukaan kubus yang diperkecil
(Sumber : 2Fhdzawinnuha.wixsite.com)

Jika ukuran partikel suatu benda semakin kecil, maka akan semakin banyak jumlah total permukaan benda tersebut. Dengan menggunakan teori tumbukan dapat dijelaskan bahwa semakin luas permukaan bidang sentuh zat padat semakin banyak tempat terjadinya tumbukan antar partikel zat yang bereaksi sehingga laju reaksinya makin cepat.

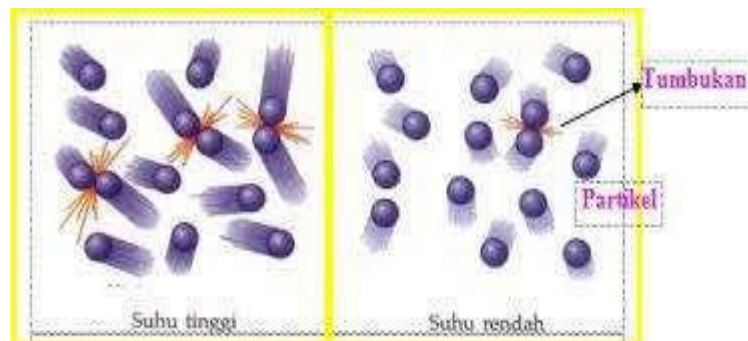
c. Suhu

Pernahkah kalian perhatikan saat memasak, lebih cepat matang mana antara memasak dengan nyala api yang kecil dengan nyala api yang besar? Tentu lebih

cepat matang apabila kita memasak dengan nyala api yang besar bukan? Bagaimana suhu pada api yang besar, lebih besar bukan? Dalam hal ini berarti suhu merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi laju reaksi.

Setiap partikel selalu bergerak, dengan menaikkan temperatur, energi gerak atau energi kinetik partikel bertambah, sehingga tumbukan lebih sering terjadi. Pada frekuensi tumbukan yang semakin besar, maka kemungkinan terjadinya tumbukan efektif yang mampu menghasilkan reaksi juga semakin besar. Begitu pula sebaliknya, apabila suhu diturunkan maka gerakan partikel akan lebih lambat sehingga energi kinetik dari partikel tersebut lebih kecil, sehingga semakin kecil pula kemungkinan tumbukan yang akan menghasilkan tumbukan efektif. Dengan menurunnya kemungkinan tumbukan efektif tentu saja akan berakibat menurun pula laju reaksinya.

Siswaku semua yang berbahagia, untuk lebih jelasnya, silahkan perhatikan gambar berikut!



Gambar 5. Perbandingan gerak partikel pada suhu tinggi dan rendah
(Sumber : Fsimdos.unud.ac.id)

Suhu atau temperatur ternyata juga memperbesar energi potensial suatu zat. Zat-zat yang energi potensialnya kecil, jika bertumbukan akan sukar menghasilkan tumbukan efektif. Hal ini terjadi karena zat-zat tersebut tidak mampu melampaui energi aktivasi. Dengan menaikkan suhu, maka hal ini akan memperbesar energi potensial, sehingga ketika bertumbukan akan menghasilkan reaksi.

Setiap partikel dalam keadaan selalu bergerak. Dengan menaikkan temperatur, maka kecepatan gerak partikel menjadi lebih tinggi, dengan demikian energi gerak atau energi kinetik partikel bertambah, sehingga tumbukan lebih sering terjadi. Dengan frekuensi tumbukan yang semakin besar, maka kemungkinan terjadinya tumbukan efektif yang mampu menghasilkan reaksi juga semakin besar.

d. Katalis

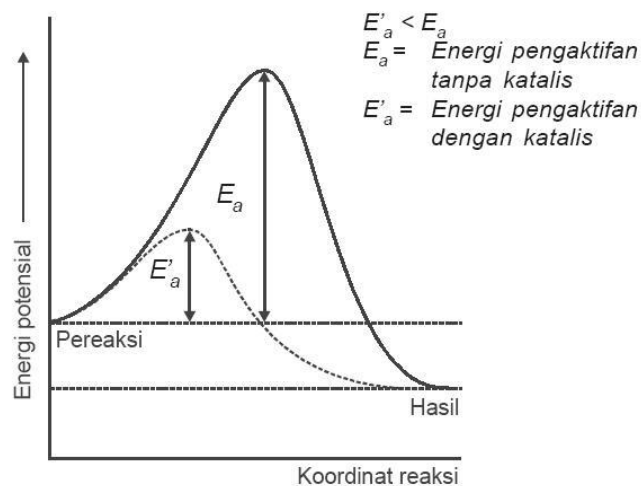
Faktor yang mempengaruhi laju reaksi berikutnya adalah katalis. Apa itu katalis? Katalis adalah zat yang dapat mempengaruhi laju reaksi. Katalis adalah suatu zat yang dapat mempengaruhi laju reaksi, tanpa dirinya mengalami perubahan yang kekal. Suatu katalis mungkin dapat terlibat dalam proses reaksi atau mengalami perubahan selama reaksi berlangsung, tetapi setelah reaksi itu selesai maka katalis akan diperoleh kembali dalam jumlah yang sama. Apabila katalis tersebut dapat mempercepat laju reaksi maka dikenal dengan istilah katalisator, namun apabila katalis tersebut memperlambat laju suatu

reaksi maka disebut inhibitor atau katalis negatif. Hanya saja secara umum istilah katalis digunakan untuk zat yang dapat mempercepat reaksi.

Untuk muridku semua, apakah reaksi harus dalam keadaan cepat semuanya? Bukankah lebih cepat lebih baik, sehingga reaksi dapat segera selesai? Tidak semua reaksi diharapkan berjalan dengan lebih cepat. Untuk reaksi-reaksi yang sifatnya merugikan maka reaksi diharapkan berjalan selambat mungkin, misalnya reaksi pembusukan dan reaksi perkaratan pada logam.

Berdasar wujud atau fasanya, katalis dibedakan menjadi katalis homogen dan katalis heterogen. Disebut katalis homogen apabila wujud atau fasa katalis tersebut sama dengan fasa zat pereaksinya, begitu pula sebaliknya, apabila fasa katalis berbeda dengan fasa zat pereaksinya maka disebut katalis heterogen. Contohnya misalnya pada reaksi pembentukan gas SO_3 , pada reaksi tersebut dapat digunakan gas NO dan gas NO_2 , maka gas NO dan gas NO_2 tersebut disebut katalis homogen, karena fasa atau wujudnya sama, yaitu sama-sama gas.

Bagaimana prinsip kerja katalis dalam mempercepat suatu reaksi? Katalis dapat mempercepat laju reaksi karena atalis menyediakan alternatif jalur reaksi dengan energi aktivasi yang lebih rendah dibanding jalur reaksi tanpa katalis sehingga reaksinya menjadi semakin cepat. Perhatikan grafik berikut!



Grafik 1. Perbandingan besarnya Energi potensial reaksi tanpa dan dengan katalis

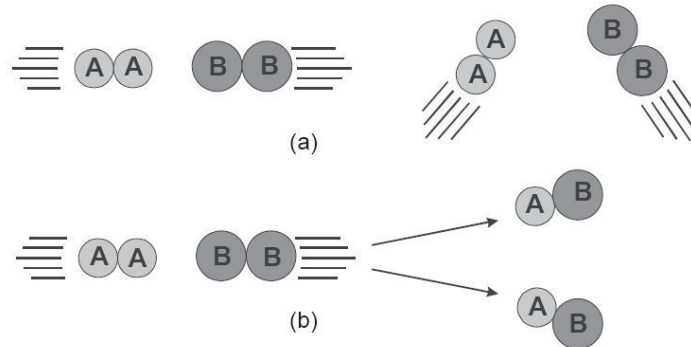
(Sumber: www.nafiun.com)

Dengan rendahnya energi aktivasi pada reaksi yang menggunakan katalis dibanding reaksi yang tanpa katalis, maka reaksi tersebut akan memiliki laju reaksi lebih cepat.

2. Teori Tumbukan

Bagaimana pendapat kalian belajar menggunakan modul ini? Mudah bukan? Setelah mempelajari konsep laju reaksi selanjutnya kalian akan mempelajari tentang teori tumbukan. Pada pembelajaran laju reaksi dikenal suatu pendekatan untuk menjelaskan tentang laju reaksi yaitu teori tumbukan. Pendekatan ini digunakan untuk mempermudah logika berfikir kritis dan logis serta untuk menjelaskan secara ilmiah tentang laju reaksi. Teori ini menyatakan bahwa partikel-partikel reaktan atau pereaksi harus saling bertumbukan terlebih dahulu sebelum terjadinya reaksi. Tumbukan antar partikel reaktan yang berhasil

menghasilkan reaksi disebut tumbukan efektif, sedangkan tumbukan yang tidak menghasilkan reaksi disebut tumbukan tidak efektif. Tidak semua tumbukan dapat menghasilkan tumbukan efektif. Energi minimum yang harus dimiliki oleh partikel reaktan untuk bertumbukan efektif disebut energi aktivasi (E_a). Untuk lebih jelasnya perhatikan ilustrasi di bawah ini!



Gambar 6.
Tumbukan tidak efektif dan tumbukan efektif
(sumber : nafiun.com)

Pada ilustrasi (a), AA dan BB bertumbukan, akan tetapi dari tumbukan tersebut tidak menghasilkan zat baru, hal tersebut berarti tumbukan tersebut tidak menghasilkan reaksi kimia. Berbeda dengan ilustrasi (a), pada ilustrasi (b) tumbukan antara AA dan BB dapat menghasilkan zat baru berupa 2 buah AB. Hal tersebut berarti tumbukan pada ilustrasi (b) menyebabkan terjadinya reaksi. Tumbukan pada ilustrasi (b) inilah yang dikenal dengan istilah tumbukan efektif. Semoga penjelasan pada modul ini dapat kalian pahami dengan baik.

C. Rangkuman

Untuk lebih menguatkan pemahaman kalian, mari kita rangkum materi laju reaksi sebagai berikut:

1. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi laju reaksi adalah konsentrasi, luas permukaan, suhu dan katalis.
2. Prinsip kerja konsentrasi dapat menaikkan laju reaksi disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi, semakin banyak partikel yang bertumbukan sehingga meningkatkan laju reaksi.
3. Luas permukaan dapat mempengaruhi laju reaksi karena semakin luas permukaan, akan semakin banyak partikel yang bertumbukan, sehingga semakin besar pula laju reaksinya.
4. Prinsip kerja suhu dapat menaikkan laju reaksi adalah dengan meningkatkan energi kinetik dari partikel-partikel pereaksi.
5. Prinsip kerja katalis dapat meningkatkan laju reaksi adalah dengan cara menurunkan energi aktivasi reaksi tersebut.
6. Teori tumbukan adalah suatu teori yang menyatakan bahwa untuk memulai suatu reaksi, partikel-partikel reaktan atau pereaksi harus saling bertumbukan terlebih dahulu.
7. Tumbukan antar partikel reaktan yang berhasil menghasilkan reaksi disebut tumbukan efektif, sedangkan tumbukan yang tidak menghasilkan reaksi disebut tumbukan tidak efektif.

D. Penugasan

Carilah 3 aktivitas atau peristiwa di kehidupan sehari-hari yang ada kaitannya dengan laju reaksi. Analisislah aktivitas atau peristiwa tersebut dengan menghubungkan faktor manakah yang turut berpengaruh pada peristiwa tersebut!

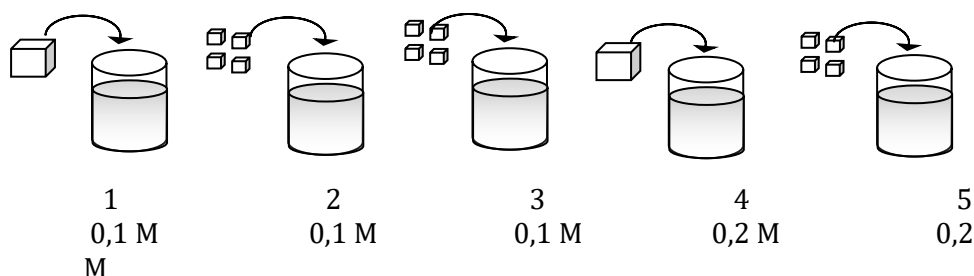
E. Latihan Soal

Kerjakan Latihan Soal berikut dengan jujur, mandiri serta penuh semangat! Berusahalah mengerjakan secara mandiri terlebih dahulu tanpa melihat kunci jawaban. Setelah selesai mengerjakan, cocokkan jawabanmu dengan kunci soal, bila jawabanmu ada yang belum sesuai dengan kunci, bacalah dan berusaha pahami pembahasannya. Selamat berlatih dan semangat.

Perhatikan pernyataan di bawah ini untuk menjawab soal nomor 1 dan 2:

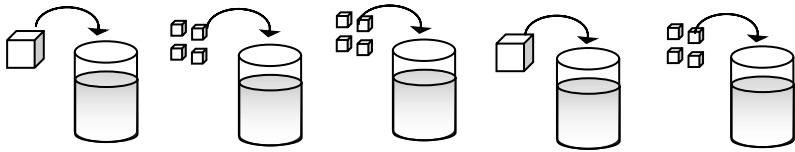
- Makanan yang disimpan di ruangan biasa lebih cepat basi dibanding yang disimpan di refrigerator.
 - Pada makanan kaleng terdapat asam benzoat yang berfungsi sebagai pengawet makanan.
 - Pada saat memasak, bahan masakan dipotong menjadi potongan yang lebih kecil agar lebih cepat masak.
- Apabila hal di atas dikaitkan dengan laju reaksi maka faktor yang mempengaruhi laju reaksi pada a) dan c) berturut-turut adalah
 - suhu dan katalis
 - katalis dan suhu
 - suhu dan luas permukaan
 - luas permukaan dan suhu
 - katalis dan luas permukaan
 - Berdasar keterangan di atas, maka pernyataan di bawah ini yang paling tepat adalah
 - Pada kerusakan makanan, laju kerusakan makanan tidak dipengaruhi oleh suhu.
 - Penurunan suhu ternyata dapat menurunkan energi aktivasi laju kerusakan makanan.
 - Asam benzoat pada makanan kaleng berfungsi sebagai katalisator reaksi kerusakan makanan.
 - Pemotongan bahan masakan menjadi potongan yang lebih kecil meningkatkan luas permukaan bahan makanan.
 - Pemotongan bahan masakan menjadi potongan yang lebih kecil meningkatkan energi kinetik bahan makanan sehingga mempercepat pemasakan.

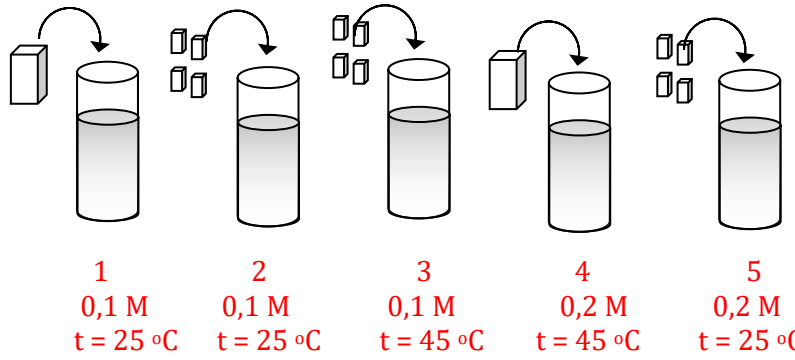
Perhatikan ilustrasi percobaan laju reaksi dengan berbagai perlakuan seperti berikut untuk menjawab nomor 3 dan 4 !



3. Pada percobaan 1 dan 3 laju reaksi dipengaruhi oleh
- Suhu
 - Konsentrasi
 - Luas permukaan
 - Luas permukaan dan suhu
 - Luas permukaan dan konsentrasi
4. Laju reaksi yang dipengaruhi oleh suhu dan konsentrasi adalah percobaan nomor
- 1 dan 4
 - 1 dan 5
 - 2 dan 4
 - 2 dan 5
 - 3 dan 4
5. Perhatikan beberapa pernyataan berikut:
- Untuk dapat menaikan energi aktivasi dengan cara penambahan katalis
 - Setiap terjadi tumbukan partikel reaktan akan menghasilkan reaksi
 - Peningkatan suhu dapat menyebabkan penurunan energi aktivasi
 - Sebelum terjadinya suatu reaksi pasti terjadi tumbukan
 - Tidak semua tumbukan akan menghasilkan reaksi
- Pernyataan di atas yang sesuai dengan teori tumbukan adalah pernyataan dengan nomor
- 1, 2 dan 3
 - 1 dan 3
 - 2 dan 4
 - 4 dan 5
 - Hanya 5

Kunci Jawaban dan Pembahasan Latihan Soal

No	Kunci Jawaban	Pembahasan
1	C	<p>Peristiwa pertama adalah makanan yang disimpan di ruangan biasa lebih cepat basi dibanding yang disimpan di refrigerator. Hal ini berarti ada perbedaan suhu antara ruangan biasa dengan di dalam refrigerator atau lemari pendingin.</p> <p>Peristiwa kedua adalah pada saat memasak, bahan masakan dipotong menjadi potongan yang lebih kecil agar lebih cepat masak. Hal ini berarti terjadi penambahan total luas permukaan pada bahan masakan. Jadi faktor yang mempengaruhi laju reaksi pada peristiwa tersebut berturut-turut adalah suhu dan luas permukaan.</p>
2	D	<ul style="list-style-type: none"> • Pada kerusakan makanan, laju kerusakan makanan tidak dipengaruhi oleh suhu. Pernyataan tersebut salah karena kita dapat mencegah makanan agar tidak rusak atau basi dengan cara memasukan ke dalam lemari pendingin. • Penurunan suhu ternyata dapat menurunkan energi aktivasi laju kerusakan makanan. Pernyataan ini salah karena yang dapat menurunkan energi aktivasi adalah dengan adanya penambahan katalis. • Asam benzoat pada makanan kaleng berfungsi sebagai katalisator reaksi kerusakan makanan. Pernyataan ini juga salah, karena asam benzoat pada makanan bersifat memperlambat laju kerusakan makanan, berarti bukan katalisator, tetapi inhibitor. • Pemotongan bahan masakan menjadi potongan yang lebih kecil meningkatkan luas permukaan bahan makanan. Pernyataan ini benar, karena dengan memotong-motong bahan masakan menjadi lebih kecil berarti akan memperluas total luas permukaan sehingga pada makanan tersebut akan menjadi lebih cepat matang. • Pemotongan bahan masakan menjadi potongan yang lebih kecil meningkatkan energi kinetik bahan makanan sehingga mempercepat pemasakan. Pernyataan ini salah karena untuk menaikkan energi kinetik partikel, hal yang harus dilakukan adalah dengan cara meningkatkan suhu.
3	D	 <p>1 0,1 M $t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$</p> <p>2 0,1 M $t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$</p> <p>3 0,1 M $t = 45\text{ }^{\circ}\text{C}$</p> <p>4 0,2 M $t = 45\text{ }^{\circ}\text{C}$</p> <p>5 0,2 M $t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$</p> <p>Pada percobaan 1 dan 3 laju reaksi dipengaruhi oleh luas permukaan dan suhu. Perhatikan kondisi gambar nomor 1 dan 3!</p>

		<table border="1"> <tr> <td>Gambar 1</td> <td>Gambar 3</td> <td>Faktor yang mempengaruhi laju reaksi</td> </tr> <tr> <td>Bongkahan besar</td> <td>Butiran kecil</td> <td>Luas permukaan beda</td> </tr> <tr> <td>0,1 M</td> <td>0,1 M</td> <td>Konsentrasi sama</td> </tr> <tr> <td>25 °C</td> <td>45 °C</td> <td>Suhu beda</td> </tr> </table> <p>Berdasar pengamatan tersebut maka faktor yang mempengaruhi laju reaksi adalah yang faktornya berbeda, maka jawabannya adalah luas permukaan dan suhu.</p>	Gambar 1	Gambar 3	Faktor yang mempengaruhi laju reaksi	Bongkahan besar	Butiran kecil	Luas permukaan beda	0,1 M	0,1 M	Konsentrasi sama	25 °C	45 °C	Suhu beda												
Gambar 1	Gambar 3	Faktor yang mempengaruhi laju reaksi																								
Bongkahan besar	Butiran kecil	Luas permukaan beda																								
0,1 M	0,1 M	Konsentrasi sama																								
25 °C	45 °C	Suhu beda																								
4	A	 <p>Laju reaksi yang dipengaruhi oleh suhu dan konsentrasi, berarti suhu dan konsentrasinya berbeda, luas permukaan atau bentuknya sama, dan percobaan tersebut terdapat pada nomor 1 dan 4</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Faktor</th> <th>Nomor 1</th> <th>Nomor 2</th> <th>Nomor 3</th> <th>Nomor 4</th> <th>Nomor 5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Luas permukaan</td> <td>Bongkah</td> <td>Butiran</td> <td>Butiran</td> <td>Bongkah</td> <td>Butiran</td> </tr> <tr> <td>Suhu</td> <td>25 °C</td> <td>25 °C</td> <td>45 °C</td> <td>45 °C</td> <td>25 °C</td> </tr> <tr> <td>Konsentrasi</td> <td>0,1 M</td> <td>0,1 M</td> <td>0,1 M</td> <td>0,2 M</td> <td>0,2 M</td> </tr> </tbody> </table>	Faktor	Nomor 1	Nomor 2	Nomor 3	Nomor 4	Nomor 5	Luas permukaan	Bongkah	Butiran	Butiran	Bongkah	Butiran	Suhu	25 °C	25 °C	45 °C	45 °C	25 °C	Konsentrasi	0,1 M	0,1 M	0,1 M	0,2 M	0,2 M
Faktor	Nomor 1	Nomor 2	Nomor 3	Nomor 4	Nomor 5																					
Luas permukaan	Bongkah	Butiran	Butiran	Bongkah	Butiran																					
Suhu	25 °C	25 °C	45 °C	45 °C	25 °C																					
Konsentrasi	0,1 M	0,1 M	0,1 M	0,2 M	0,2 M																					
5	D	<p>Teori tumbukan menyatakan bahwa partikel-partikel reaktan atau pereaksi harus saling bertumbukan terlebih dahulu sebelum terjadinya reaksi. Tumbukan antar partikel reaktan yang berhasil menghasilkan reaksi disebut tumbukan efektif, sedangkan tumbukan yang tidak menghasilkan reaksi disebut tumbukan tidak efektif. Tidak semua tumbukan dapat menghasilkan tumbukan efektif. Energi minimum yang harus dimiliki oleh partikel reaktan untuk bertumbukan efektif disebut energi aktivasi (E_a).</p> <p>Pada soal tersebut terdapat 5 pernyataan yaitu:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Untuk dapat menaikkan energi aktivasi dengan cara penambahan Katalis. Pernyataan ini salah, sebab penambahan katalis dapat menurunkan energi aktivasi, sehingga laju reaksi akan meningkat. 2. Setiap terjadi tumbukan partikel reaktan akan menghasilkan reaksi. Pernyataan ini salah, sebab tidak semua tumbukan menghasilkan reaksi, hanya tumbukan efektif yang dapat menghasilkan reaksi. 3. Peningkatan suhu dapat menyebabkan penurunan energi aktivasi 																								

		<p>Pernyataan ini salah, sebab peningkatan suhu menyebabkan kenaikan energi kinetik partikel, dengan demikian tumbukan yang dihasilkan akan menjadi tumbukan yang efektif.</p> <p>4. Sebelum terjadinya suatu reaksi pasti terjadi tumbukan Pernyataan ini benar, karena reaksi kimia didahului dengan adanya tumbukan antar partikel zat reaktan.</p> <p>5. Tidak semua tumbukan akan menghasilkan reaksi Pernyataan ini benar, hanya tumbukan efektiflah yang menyebabkan terjadinya reaksi.</p>
--	--	--

F. Penilaian Diri

Siswaku yang saya sayangi, untuk mengetahui ketercapaian penguasaan dalam mempelajari modul ini, silahkan kalian jawab pertanyaan-pertanyaan berikut di bawah ini dengan jujur dan bertanggungjawab!

NO	PERTANYAAN	JAWABAN	
		YA	TIDAK
1	Saya dapat menyebutkan 4 faktor yang mempengaruhi laju reaksi		
2	Saya dapat menjelaskan pengaruh konsentrasi terhadap laju reaksi berdasar teori tumbukan		
3	Saya dapat menjelaskan pengaruh luas permukaan terhadap laju reaksi berdasar teori tumbukan		
4	Saya dapat menjelaskan pengaruh suhu terhadap laju reaksi berdasar teori tumbukan		
5	Saya dapat menjelaskan pengaruh katalis terhadap laju reaksi berdasar teori tumbukan		
6	Saya dapat menjelaskan pengertian teori tumbukan		
7	Saya dapat menjelaskan pengertian tumbukan efektif dan tumbukan tidak efektif		
8	Saya dapat menjelaskan hubungan antara teori tumbukan dan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi		

Bila dalam menjawab pertanyaan di atas masih terdapat jawaban "Tidak", maka segera lakukan pengulangan pembelajaran, terutama pada bagian yang masih terdapat jawaban "Tidak".

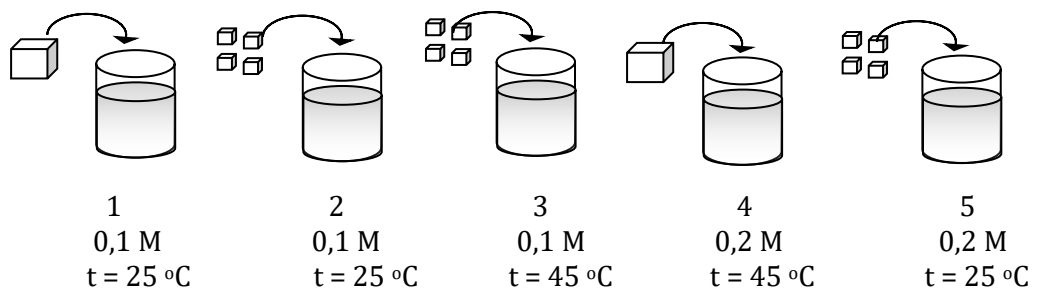
EVALUASI

Kerjakan soal evaluasi berikut secara jujur dan bertanggung jawab dengan cara mengerjakan soal sampai selesai tanpa melihat kunci jawaban terlebih dahulu!

Perhatikan hal di bawah ini untuk menjawab soal nomor 1 dan 2!

- a) Makanan yang disimpan di ruangan biasa lebih cepat basi dibanding yang disimpan di refrigerator.
 - b) Pada makanan kaleng terdapat asam benzoat yang berfungsi sebagai pengawet makanan.
 - c) Pada saat memasak, bahan masakan dipotong menjadi potongan yang lebih kecil agar lebih cepat masak.
1. Apabila hal di atas dikaitkan dengan laju reaksi maka faktor yang mempengaruhi laju reaksi pada b) dan c) berturut-turut adalah ...
 - A. suhu dan katalis
 - B. katalis dan suhu
 - C. suhu dan luas permukaan
 - D. luas permukaan dan suhu
 - E. katalis dan luas permukaan
 2. Berdasar keterangan di atas, maka pernyataan di bawah ini yang paling tepat adalah ...
 - A. Pada kerusakan makanan, laju kerusakan makanan tidak dipengaruhi oleh suhu.
 - B. Penurunan suhu ternyata dapat menurunkan energi aktivasi laju kerusakan makanan.
 - C. Asam benzoat pada makanan kaleng berfungsi sebagai inhibitor reaksi kerusakan makanan.
 - D. Pemotongan bahan masakan menjadi potongan yang lebih kecil menurunkan total luas permukaan bahan makanan.
 - E. Pemotongan bahan masakan menjadi potongan yang lebih kecil meningkatkan energi kinetik bahan makanan sehingga mempercepat pemasakan.
 3. Peningkatan energi kinetik partikel reaktan merupakan hal dasar untuk menaikkan laju reaksi karena dapat meningkatkan frekuensi partikel yang bertumbukan. Hal tersebut merupakan prinsip kenaikan laju reaksi yang disebabkan oleh ...
 - A. Kenaikan suhu
 - B. Penambahan katalis
 - C. Penambahan konsentrasi produk
 - D. Penambahan konsentrasi reaktan
 - E. Peningkatan luas permukaan bidang sentuh
 4. Katalis adalah suatu zat yang dapat mempercepat laju reaksi. Prinsip kerja katalis dalam meningkatkan laju reaksi dengan cara ...
 - A. Menurunkan energi aktivasi
 - B. Menaikkan energi kinetik partikel
 - C. Menaikkan energi potensial partikel
 - D. Meningkatkan jumlah partikel yang bertumbukan efektif karena semakin luasnya permukaan
 - E. Meningkatkan jumlah partikel yang bertumbukan efektif karena kecepatan partikel yang meningkat

Perhatikan ilustrasi percobaan laju reaksi dengan berbagai perlakuan seperti berikut untuk menjawab nomor 5 - 7 !

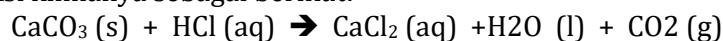


5. Pada percobaan 3 dan 5 laju reaksi dipengaruhi oleh ...
- Suhu
 - Konsentrasi
 - Konsentrasi dan suhu
 - Luas permukaan dan suhu
 - Luas permukaan, suhu dan konsentrasi
6. Laju reaksi yang dipengaruhi oleh suhu, konsentrasi dan luas permukaan adalah percobaan nomor
- 1 dan 3
 - 1 dan 5
 - 2 dan 4
 - 2 dan 5
 - 3 dan 4
7. Pada percobaan 2 dan 3 laju reaksi dipengaruhi oleh
- Suhu
 - Konsentrasi
 - Konsentrasi dan suhu
 - Luas permukaan dan suhu
 - Luas permukaan, suhu dan konsentrasi

Perhatikan tabel data percobaan tentang pereaksian antara batu kapur dengan asam klorida dengan berbagai kondisi untuk menjawab soal nomor 9 dan 10!

No. Percobaan	Bentuk CaCO ₃	Konsentrasi HCl
1	Butiran kasar	0,01 M
2	Serbuk halus	0,01 M
3	Butiran kasar	0,02 M
4	Serbuk halus	0,03 M
5	Butiran kasar	0,03 M

Adapun reaksi kimianya sebagai berikut:



Hasil reaksi berupa gas CO₂ ditampung dengan menggunakan balon dengan ukuran yang sama.

8. Percobaan manakah yang akan memperlihatkan balon akan mengembang paling awal ?
- 1
 - 2

- C. 3
- D. 4
- E. 5

9. Prediksi yang benar dari percobaan yang akan dihasilkan balon akan mengembang terlebih dahulu berturut-turut adalah

- A. 5 – 4 – 2
- B. 4 – 2 – 1
- C. 3 – 4 – 5
- D. 3 – 1 – 2
- E. 5 – 1 – 2

10. Perhatikan beberapa pernyataan berikut:

1. Untuk menaikkan energi kinetik partikel dengan cara peningkatan suhu
2. Penambahan katalis dapat menyebabkan penurunan energi aktivasi
3. Reaksi dapat terjadi tanpa adanya tumbukan dari partikel
4. Setiap terjadi tumbukan efektif akan menghasilkan reaksi
5. Semua tumbukan akan menghasilkan reaksi

Pernyataan di atas yang **tidak** sesuai dengan teori tumbukan adalah pernyataan dengan nomor

- A. 1 dan 2
- B. 1 dan 3
- C. 2 dan 4
- D. 3 dan 5
- E. 4 dan 5

Kunci Jawaban

Cocokkanlah jawaban kalian dengan Kunci Jawaban di bawah ini, kemudian lakukan sesuai instruksi pada pedoman penskoran!

Kunci Jawaban	
Nomor	Opsi Jawaban
1	E
2	C
3	A
4	A
5	C
6	C
7	A
8	D
9	B
10	D

Pedoman Penskoran

Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi tingkat penguasaan:

- 90 - 100% = baik sekali
- 80 - 89% = baik
- 70 - 79% = cukup
- < 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. Bagus! Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

DAFTAR PUSTAKA

- Johari, J.M.C. dan Rachmawati, M, 2006. *Kimia SMA dan MA untuk Kelas XI*, Esis, Jakarta
- Sudarmo, Unggul & Mitayani, Nanik, 2014, *Kimia untuk SMA /MA kelas XI*, Jakarta, Airlangga
- Sudiono, Sri & Juari Santosa, Sri dan Pranowo, Deni, 2007, *Kimia Kelas XI untuk SMA dan MA*, Jakarta, Intan Pariwara
- <https://www.youtube.com/watch?v=uCBw7wTDOrw> [diakses pada 10 September 2020]
- <https://www.wallpaperbetter.com> [diakses pada 10 September 2020]
- www.nafiun.com [diakses pada 10 September 2020]
- <https://jatim.tribunnews.com> [diakses pada 10 September 2020]



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020



Modul Pembelajaran SMA

KIMIA



KELAS
XI



LAJU REAKSI

KIMIA KELAS XI

PENYUSUN

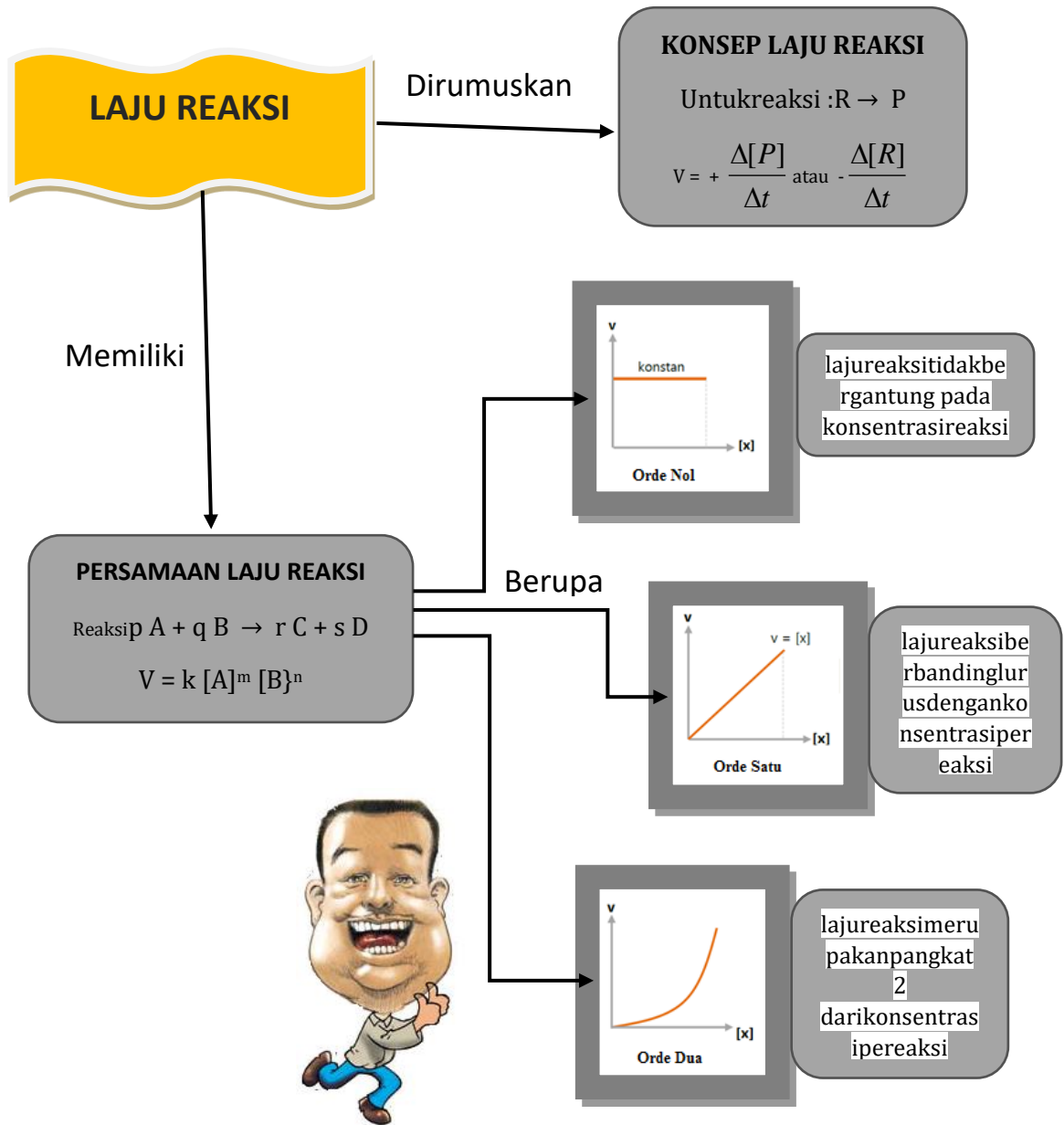
Setiyana, S.Pd.,M.Eng

SMA Negeri 1 Bandongan, Magelang

DAFTAR ISI

PENYUSUN	2
PETA KONSEP	4
GLOSARIUM	5
PENDAHULUAN	6
A. Identitas Modul	6
B. Kompetensi Dasar	6
C. Deskripsi Materi	6
D. Petunjuk Penggunaan Modul	6
E. Materi Pembelajaran	6
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	7
PERSAMAAN LAJU REAKSI	7
A. Tujuan Pembelajaran	7
B. Uraian Materi	7
C. Rangkuman	12
D. Penugasan Mandiri	12
E. Latihan Soal	14
F. Penilaian Diri	18
EVALUASI	19
DAFTAR PUSTAKA	23

PETA KONSEP



GLOSARIUM

Laju reaksi	:	Kecepatan proses pemakaian reaktan dan pembentukan produk dalam suatu reaksi kimia
Persamaan laju reaksi	:	Hubungan antara laju reaksi dengan konsentrasi dari pereaksi dipangkatkan bilangan tertentu
Reaksi orde nol	:	Laju reaksi tidak dipengaruhi oleh besarnya konsentrasi pereaksi
Reaksi orde satu	:	Laju reaksi dipengaruhi oleh besarnya konsentrasi pereaksi
Reaksi orde dua	:	Pada suatu reaksi orde dua, laju reaksi berubah secara kuadrat terhadap perubahan konsentrasinya
Tahap penentu laju reaksi	:	Tahap reaksi kimia yang paling lambat dalam mekanisme reaksi

PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran : Kimia
Kelas / Semester : XI / Ganjil
Alokasi waktu : 6 Jam Pelajaran
Judul Modul : Laju reaksi

B. Kompetensi Dasar

- 3.7 Menentukan orde reaksi dan tetapan laju reaksi berdasarkan data hasil percobaan
- 4.7 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi dan orde reaksi

C. Deskripsi Materi

Modul ini memaparkan tentang konsep laju reaksi dan persamaan laju reaksi. Konsep laju reaksi merupakan prasarat untuk kita mempelajari beberapa konsep lain yang berhubungan misalnya konsep kesetimbangan kimia. Pengetahuan tentang laju reaksi sangat berguna bagi kalian untuk mengembangkan suatu pemikiran tentang pengawetan bahan dan lain-lain.

Laju reaksi adalah perubahan konsentrasi pereaksi atau produk dalam suatu satuan waktu. Laju reaksi dapat dinyatakan sebagai laju berkurangnya konsentrasi suatu pereaksi atau laju bertambahnya konsentrasi suatu produk persatuan waktu.

Laju reaksi dipengaruhi oleh konsentrasi pereaksi. Persamaan laju reaksi menyatakan hubungan antara laju reaksi dengan konsentrasi dari pereaksi dipangkatkan bilangan tertentu

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Untuk menggunakan modul ikutlah langkah langkah di bawah ini:

1. Bacalah peta konsep dan pahami keterkaitan antar materi laju reaksi
2. Berikan respon pada kegiatan observasi lingkungan, kemudian pahami materi pembelajaran 1 dan contoh soal.
3. Perdalam pemahamanmu tentang konsep laju reaksi dengan menghafal rangkuman pembelajaran, baru kemudian mengerjakan penugasan mandiri
4. Akhiri kegiatan dengan mengisi penilaian diri dengan jujur dan ulangi lagi pada bagian yang masih belum sepenuhnya di mengerti
5. Kerjakan soal evaluasi di akhir materi

E. Materi Pembelajaran

Modul ini terdiri dari satu kegiatan pembelajaran tentang konsep laju reaksi dan persamaan laju reaksi dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

PERSAMAAN LAJU REAKSI

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari modul ini, kalian diharapkan dapat:

1. Menuliskan ungkapan laju reaksi
2. Menentukan persamaan laju reaksi dan orde reaksi
3. Menganalisis data untuk menentukan orde reaksi dan laju reaksi

B. Uraian Materi

Observasi Lingkunganmu!

Perhatikan perubahan kimia yang terjadi disekitar kehidupan kalian. Adakah perubahan yang berlangsung cepat atau berlangsung lambat? Amatilah laju reaksi yang terjadi pada proses pembusukan buah-buahan atau makanan, perkaratan logam besi, proses terbentuknya batu bara dan tersulutnya senyawa amonium nitrat.

Tabel 1. Perkiraan laju reaksi proses di sekitar kehidupan siswa

Proses di amati	Perkiraan laju reaksi	Keterangan
Pembusukan buah  (jatim.tribunnews.com/)	Berlangsung sedang, ukuran hari	Makanan dan buah buahan setelah dibiarkan beberapa hari diudara terbuka akan mengalami proses pembusukan dan tidak layak dikonsumsi
Korosi besi  (https://id.quora.com/)	Berlangsung lama, ukuran minggu	Korosi adalah rusaknya benda benda logam karena pengaruh lingkungan antara lain kelembaban udara, air dan zat elektrolit.
Terbentuknya batu bara  (kabar-energi.com)	Berlangsung lama, berjuta juta tahun	Batu bara merupakan bahan bakar fosil yang menjadi sumber energi pembangkit listrik dan berfungsi sebagai bahan bakar pokok untuk produksi baja dan semen
Meledaknya amonium nitrat  (riaunews.com)	Berlangsung cepat, hitungan menit	Amonium nitrat (NH_4NO_3) dari rumus kimianya , mengandung unsur nitrogen yang bermanfaat untuk pertanian. Jika amonium nitrat ini tersulut api akan timbul gas nitro oksida dan uap air yang mudah meledak.
Apakah laju setiap proses reaksi sama? Berikan kesimpulan yang dapat kalian dapatkan!		

1. Konsep laju reaksi

Laju reaksi kimia adalah perubahan konsentrasi pereaksi atau produk dalam suatu satuan waktu.

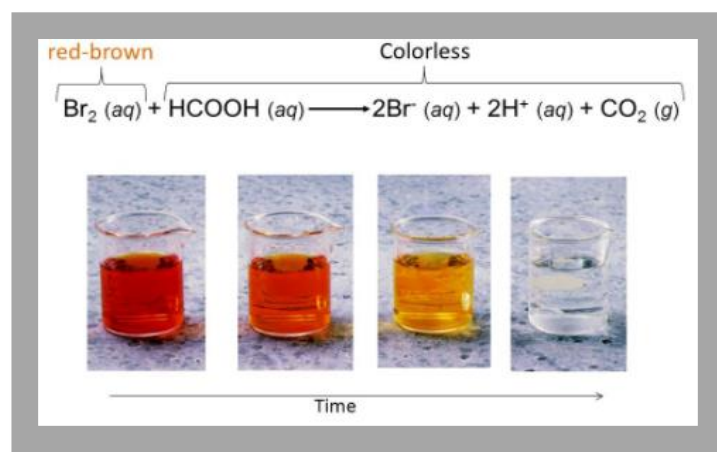
Laju reaksi dapat dinyatakan sebagai laju berkurangnya konsentrasi suatu pereaksi atau laju bertambahnya konsentrasi suatu produk persatuan waktu

Reaksi $R \rightarrow P$

Laju reaksi, $V_A = - \frac{\Delta[R]}{\Delta t}$ atau $V_B = + \frac{\Delta[P]}{\Delta t}$

$-\frac{\Delta[R]}{\Delta t}$: laju pengurangan konsentrasi pereaksi R tiap satuan waktu
 $+\frac{\Delta[P]}{\Delta t}$: laju penambahan konsentrasi produk P tiap satuan waktu

Untuk lebih memahami konsep ini, coba amati gambar hasil reaksi antara bromin (Br_2) dengan asam formiat ($HCOOH$) berikut :



Gambar 1. Hasil uji reaksi Br_2 dengan $HCOOH$

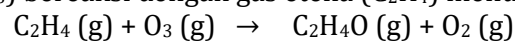
Awal reaksi, bromin berwarna coklat kemerahan. Beberapa saat kemudian, bromin menjadi tidak berwarna. Hal ini menunjukkan adanya pengurangan konsentrasi bromin dalam satu satuan waktu.

Ungkapan laju reaksi dalam eksperimen ini adalah

- Laju berkurangnya konsentrasi pereaksi (larutan Br_2) dalam satu satuan waktu ditunjukkan oleh laju memudarnya warna larutan
- Laju bertambahnya konsentrasi produk (ion Br^-) dalam satu satuan waktu ditunjukkan oleh laju terbentuknya larutan tidak berwarna

CONTOH SOAL

Tentukan laju reaksi pereaksi dan produk jika dalam suatu percobaan gas ozon (O_3) bereaksi dengan gas etena (C_2H_4) menurut reaksi:



Jawab :

Laju reaksi pereaksi,

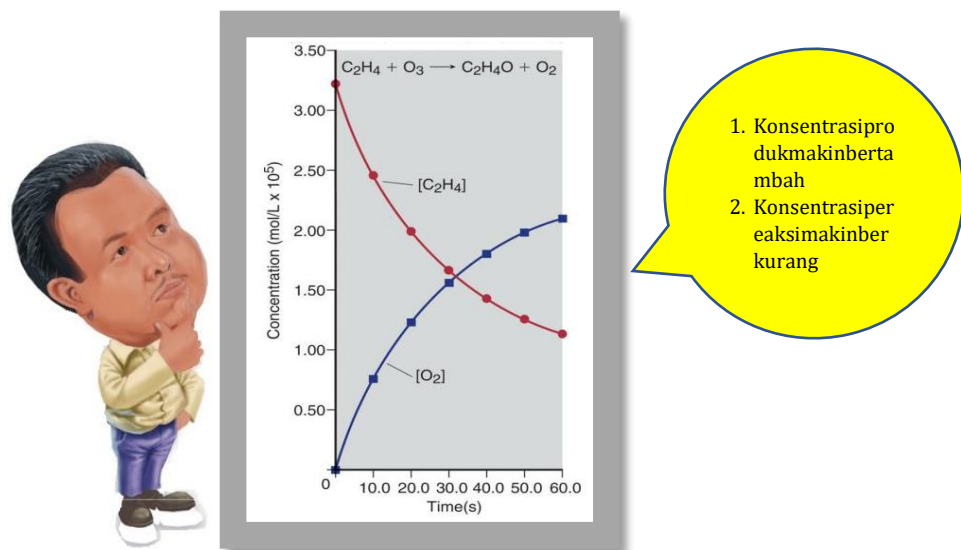
$$V_{C_2H_4} = - \frac{\Delta[C_2H_4]}{\Delta t} \text{ atau } V_{O_3} = - \frac{\Delta[O_3]}{\Delta t}$$

Laju reaksi produk,

$$V_{C_2H_4O} = + \frac{\Delta[C_2H_4O]}{\Delta t} \text{ atau } V_{O_2} = + \frac{\Delta[O_2]}{\Delta t}$$

Pendalaman konsep

Grafik hasil percobaan reaksi gas ozon (O_3) dengan gas etena (C_2H_4) pada suhu 303 K membuktikan bahwa seiring dengan berjalannya reaksi, konsentrasi pereaksi semakin berkurang dan konsentrasi produk semakin bertambah



2. Persamaan laju reaksi

Laju reaksi dipengaruhi oleh konsentrasi pereaksi. Persamaan laju reaksi menyatakan hubungan antara laju reaksi dengan konsentrasi dari pereaksi dipangkatkan bilangan tertentu.

Untuk reaksi : $p A + q B \rightarrow r C + s D$

Persamaan laju reaksi, $V = k [A]^x [B]^y$

Keterangan, k : tetapan laju reaksi,
 x : orde reaksi terhadap A,
 y : orde reaksi terhadap B

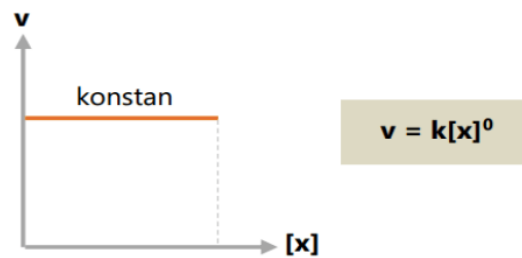
Orde persamaan laju reaksi hanya dapat ditentukan secara eksperimen dan tidak dapat diturunkan dari koefisien persamaan reaksi.

Contoh persamaan laju reaksi berdasarkan hasil eksperimen

- | | |
|-----------------------|---|
| 1. Reaksi kimia | $H_2(g) + I_2(g) \rightarrow 2HI(g)$ |
| Hasil eksperimen | orde reaksi H_2 : 1, orde reaksi I_2 : 1 |
| Persamaan laju reaksi | $V = k [H_2] [I_2]$ |
| 2. Reaksi kimia | $NO_2(g) + CO(g) \rightarrow CO_2(g) + NO(g)$ |
| Hasil eksperimen | orde reaksi NO_2 : 2, orde reaksi CO : 0 |
| Persamaan laju reaksi | $V = k [NO_2]^2$ |

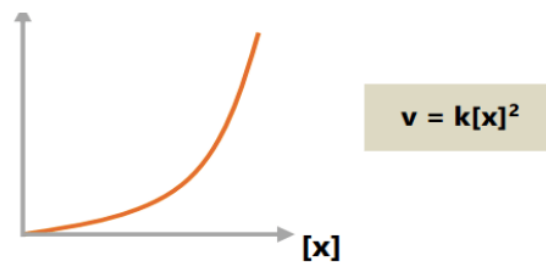
Orde reaksi dapat juga ditentukan dari data percobaan yang digambarkan dengan grafik

a. Reaksi orde nol



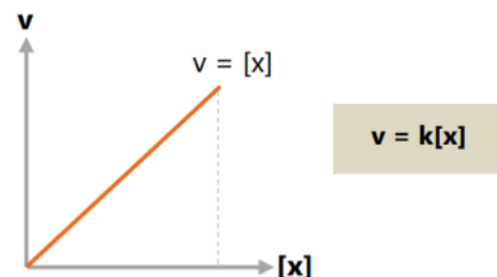
Laju reaksi tidak dipengaruhi oleh besarnya konsentrasi pereaksi. Persamaan laju reaksinya ditulis, $V = k.[A]^0$.

b. Reaksi orde satu



Laju reaksi dipengaruhi oleh besarnya konsentrasi pereaksi. Persamaan laju reaksinya ditulis, $V = k.[A]^1$

c. Reaksi orde dua



Pada suatu reaksi orde dua, laju reaksi berubah secara kuadrat terhadap perubahan konsentrasinya. Persamaan laju reaksinya ditulis, $V = k.[A]^2$

Contoh soal

1. Salah satu reaksi gas yang terjadi dalam kendaraan adalah:
 $\text{NO}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \rightarrow \text{NO}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$



Emisi asap buangan dari colt



Emisi asap buangan dari bus kota

Jika diketahui data eksperimen laju reaksi seperti pada tabel, tentukan orde reaksi $[\text{NO}_2]$ dan $[\text{CO}]$ kemudian tuliskan persamaan laju reaksinya !

Eksperimen	Laju awal (mol/L.s)	$[\text{NO}_2]$ awal (mol/L)	$[\text{CO}]$ awal (mol/L)
1	0,0050	0,10	0,10
2	0,0800	0,40	0,10
3	0,0050	0,10	0,20

Jawab

Dimisalkan persamaan laju reaksi : $V = k [\text{NO}_2]^m [\text{CO}]^n$

- a. Menentukan orde NO_2 (nilai m) digunakan data no 1, 2 (data dimana $[\text{CO}]$ tetap)

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{k \{[\text{NO}_2]^m\}_2 \{[\text{CO}]^n\}_2}{k \{[\text{NO}_2]^m\}_1 \{[\text{CO}]^n\}_1}$$

$$\frac{0,0800}{0,0050} = \frac{k (0,40)^m (0,1)^n}{k (0,10)^m (0,1)^n}$$

$$16 = 4^m$$

$$m = 2$$

- b. Menentukan orde CO (nilai n) digunakan data no 1, 3 (data dimana $[\text{NO}_2]$ tetap)

$$\frac{V_3}{V_1} = \frac{k \{[\text{NO}_2]^m\}_3 \{[\text{CO}]^n\}_3}{k \{[\text{NO}_2]^m\}_1 \{[\text{CO}]^n\}_1}$$

$$\frac{0,0050}{0,0050} = \frac{k (0,1)^m (0,2)^n}{k (0,1)^m (0,1)^n}$$

$$1 = 2^n$$

$$n = 0$$

orde total reaksi : $2 + 0 = 2$

- c. Persamaan laju reaksi $V = k [\text{NO}_2]^2 [\text{CO}]^0$ ditulis $V = k [\text{NO}_2]^2$

C. Rangkuman

1. Laju reaksi adalah laju berkurangnya konsentrasi suatu pereaksi atau laju bertambahnya konsentrasi suatu hasil reaksi dalam satu satuan waktu.

Untuk reaksi : $P + Q \rightarrow R$

$$\text{Maka } V = - \frac{\Delta[P]}{\Delta t} \text{ atau } - \frac{\Delta[Q]}{\Delta t} \text{ atau } + \frac{\Delta[R]}{\Delta t}$$

2. Laju reaksi dalam suatu sistem homogen pada suhu tertentu berbanding lurus dengan konsentrasi zat yang bereaksi, setelah masing-masing konsentrasi dipangkatkan dengan koefisiennya

Untuk reaksi : $p A + q B \rightarrow r C + s D$

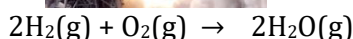
$$\text{Persamaan laju reaksi : } V = k [A]^m [B]^n$$

D. Penugasan Mandiri

Petunjuk :

Orang yang ingin mencapai kesuksesan harus melewati berbagai kesulitan. Kalau kamu menganggap soal-soal ini sebagai kesulitan dan berusaha untuk mengerjakannya dengan jujur, kelak kamu akan sukses!

1. Gas hidrogen merupakan bahan bakar roket dan sumber energi masa depan, karena menghasilkan produk gas non polusi,



- a. Tuliskan laju reaksi $[\text{H}_2]$, $[\text{O}_2]$ dan $[\text{H}_2\text{O}]$!
- b. Saat O_2 turun pada $0,23 \text{ mol/L.s}$ berapa kenaikan terbentuknya H_2O ?

Jawab

Tuliskan reaksi : + \rightarrow

- a. Laju reaksi

$$V_{\text{H}_2} = - \frac{\Delta(\text{.....})}{\Delta t},$$

$$V_{\text{O}_2} = - \frac{\Delta(\text{.....})}{\Delta t},$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = + \frac{\Delta(\text{.....})}{\Delta t}$$

- b. Perbandingan koefisien reaksi

$$V_{\text{H}_2} : V_{\text{O}_2} : V_{\text{H}_2\text{O}} = \text{.....} : \text{.....} : \text{.....}$$

Dimasukkan laju reaksi yang diketahui pada soal

$$V_{\text{O}_2} : V_{\text{H}_2\text{O}} = \text{.....} : \text{.....}$$

$$\text{.....} : V_{\text{H}_2\text{O}} = \text{.....} : \text{.....}$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = \text{..... mol/L.s}$$

2. Laju awal serangkaian eksperimen pada reaksi O₂ dan NO

No	Konsentrasi reaktan awal		Laju awal (mol/L.s)
	O ₂ (mol/L)	NO (mol/L)	
1	1,10 x 10 ⁻²	1,30 x 10 ⁻²	3,21 x 10 ⁻³
2	2,20 x 10 ⁻²	1,30 x 10 ⁻²	6,40 x 10 ⁻³
3	1,10 x 10 ⁻²	2,60 x 10 ⁻²	12,8 x 10 ⁻³
4	3,30 x 10 ⁻²	1,30 x 10 ⁻²	9,60 x 10 ⁻³
5	1,10 x 10 ⁻²	3,90 x 10 ⁻²	28,8 x 10 ⁻³

- a. Tentukan orde O₂ dan orde NO ?
 b. Tentukan persamaan laju reaksi ?

Jawab

- a. Menentukan orde reaksi dari data eksperimen, karena tidak ada reaksi kimia dimisalkan orde O₂ = x dan orde NO = y

- Persamaan laju reaksi : $V = k [O_2]^x [NO]^y$

- Menentukan orde O₂ (nilai x) digunakan data no 1, 2 (data dimana [NO] tetap), maka :

$$V_{data2} = k \{ [O_2]^x \}_{data2} \{ [NO]^y \}_{data2}$$

$$V_{data1} = k \{ [O_2]^x \}_{data1} \{ [NO]^y \}_{data1}$$

$$\frac{V_{data2}}{V_{data1}} = \frac{k [O_2]_{data2}^x [NO]_{data2}^y}{k [O_2]_{data1}^x [NO]_{data1}^y}$$

$$\frac{6,40 \times 10^{-3}}{3,21 \times 10^{-3}} = \frac{k (2,20 \times 10^{-2})^x (1,30 \times 10^{-2})^y}{k (1,10 \times 10^{-2})^x (1,30 \times 10^{-2})^y}$$

$$x = \dots$$

- Menentukan orde NO (nilai y) digunakan data no 1, 3 (data dimana [O₂] tetap), maka :

$$V_{data3} = k \{ [O_2]^x \}_{data3} \{ [NO]^y \}_{data3}$$

$$V_{data1} = k \{ [O_2]^x \}_{data1} \{ [NO]^y \}_{data1}$$

$$\frac{V_{data3}}{V_{data1}} = \frac{k [O_2]_{data3}^x [NO]_{data3}^y}{k [O_2]_{data1}^x [NO]_{data1}^y}$$

$$\frac{12,8 \times 10^{-3}}{3,21 \times 10^{-3}} = \frac{k (1,10 \times 10^{-2})^x (2,60 \times 10^{-2})^y}{k (1,10 \times 10^{-2})^x (1,30 \times 10^{-2})^y}$$

$$y = \dots$$

- b. Dimasukan harga orde reaksi ke dalam persamaan laju reaksi :

$$V = k [O_2]^x [NO]^y$$

- c. Harga k dapat dihitung dengan memasukan salah satu data eksperimen ke dalam persamaan laju reaksi, misalnya diambil data eksperimen no. 1

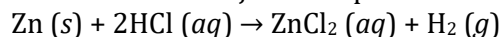
$$V = k [O_2]^x [NO]^y$$

$$3,21 \times 10^{-3} = k (1,10 \times 10^{-2})^x (1,30 \times 10^{-2})^y$$

$$k =$$

E. Latihan Soal

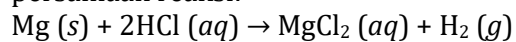
1. Perhatikan data laju reaksi pada suhu 25 °C berikut!



Waktu (detik)	10	20	30
Volume gas H ₂ (mL)	80	200	320

Laju pembentukan gas H₂ rata-rata pada suhu tersebut adalah ...

- A. 8,0 mL/detik
 B. 10,5 mL/detik
 C. 11,0 mL/detik
 D. 11,5 mL/detik
 E. 12,0 mL/detik
2. Logam magnesium direaksikan dengan larutan asam klorida 3 M dengan persamaan reaksi:

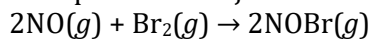


sehingga diperoleh data sebagai berikut:

No.	Suhu (°C)	Waktu (detik)	Volume gas H ₂ yang terjadi (cm ³)
1.	27	0	0
2.	27	10	14
3.	27	20	25

Jika reaksi dilakukan pada suhu 27 °C maka besarnya laju reaksi pembentukan gas tersebut selama 20 detik adalah

- A. 1,10 cm³/det
 B. 1,25 cm³/det
 C. 1,40 cm³/det
 D. 1,80 cm³/det
 E. 2,50 cm³/det
3. Data percobaan laju reaksi



No.	Konsentrasi Awal		Laju Reaksi (M/s)
	[NO] (M)	[Br ₂] (M)	
1	0,10	0,15	12 × 10 ⁻²
2	0,10	0,30	24 × 10 ⁻²
3	0,20	0,30	96 × 10 ⁻²
4	0,30	0,45	48 × 10 ⁻²

Berdasarkan data di atas, orde reaksi total adalah

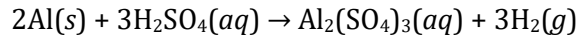
- A. 0
- B. 1
- C. 2
- D. 3
- E. 4

4. Berikut ini diberikan data percobaan laju reaksi $Q(g) + 2T(g) \rightarrow T_2Q(g)$ pada beberapa kondisi:

No.	[Q]	[T]	v (M/det)
1	0,1	0,1	$1,25 \times 10^{-2}$
2	0,2	0,1	5×10^{-2}
3	0,1	0,2	10^{-1}

Jika [Q] dan [T] masing-masing diubah menjadi 0,5 M maka harga laju reaksi (v) saat itu adalah ... M/det.

- A. 5,0
 - B. 7,5
 - C. 10,5
 - D. 12,5
 - E. 39,0
5. Pada percobaan reaksi antara logam aluminium dan asam sulfat sesuai persamaan reaksi:



Gas hidrogen ditampung dan diukur volumenya pada temperatur yang tetap. Data pengukuran tiap waktu sesuai tabel berikut:

No.	Waktu Reaksi (detik)	Volume Gas (ml)
1	0	0
2	15	40
3	30	80

Laju reaksi pembentukan gas hidrogen setelah 30 detik sebesar

- A. 0,83 ml/detik
- B. 1,33 ml/detik
- C. 2,67 ml/detik
- D. 2,50 ml/detik
- E. 7,50 ml/detik

KRETERIA PENILAIAN

Cocokkanlah jawaban kamu dengan Kunci Jawaban Latihan yang terdapat di bawah ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaanmu terhadap materi Kegiatan Belajar .

- Pedoman penilaian
 $\text{Nilai} = (\text{Jawaban benar}/5) \times 100$
- Kategori tingkat penguasaanmu
 90 - 100 = baik sekali
 80 - 89 = baik
 70 - 79 = cukup
 < 70 = kurang
- Apabila mencapai tingkat penguasaan ≥ 80 , Ananda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. Bagus! Namun, jika masih di bawah 80, Ananda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai. Semangat....!

Kunci Jawaban

No	Kunci	Pembahasan
1	E	<p>Laju reaksi dalam satuan volume per waktu dirumuskan sebagai:</p> $v = \frac{\Delta V}{\Delta t}$ <p>Untuk mengetahui laju rata-rata pembentukan gas hidrogen, kita tentukan laju reaksi dalam selang waktu yang sama, misal dalam selang waktu 10 detik.</p> <p>Laju reaksi dalam selang waktu 10 - 20 detik</p> $v = \frac{200-80}{20-10}$ $= 120/10$ $= 12$ <p>Laju reaksi dalam selang waktu 20 - 30 detik</p> $v = \frac{320-200}{30-20}$ $= 120/10$ $= 12$ <p>Jadi, laju pembentukan gas hidrogen rata-rata pada suhu tersebut adalah 12,0 mL/detik.</p>
2	B	<p>Laju reaksi pembentukan gas hidrogen selama 20 detik berarti laju reaksi dari detik ke-0 sampai detik ke-20.</p> $v = \frac{\Delta V}{\Delta t}$ $= \frac{25-0}{20-0}$ $= 1,25$

		Jadi, besarnya laju reaksi pembentukan gas hidrogen selama 20 detik adalah $1,25 \text{ cm}^3/\text{detik}$
3	D	<p>Untuk menentukan orde reaksi [NO], kita berpedoman pada konsentrasi [Br₂] yang tetap, yaitu nomor 2 dan 3. Kemudian kita bandingkan konsentrasi [NO] nomor 2 dan 3 terhadap laju reaksinya.</p> $\left(\frac{0,20}{0,10}\right)^m = \frac{96 \times 10^{-2}}{24 \times 10^{-2}}$ $2^m = 4$ $m = 2$ <p>Sedangkan orde reaksi [Br₂] ditentukan dengan berpedoman pada konsentrasi [NO] yang tetap, yaitu nomor 1 dan 2.</p> $\left(\frac{0,30}{0,15}\right)^n = \frac{24 \times 10^{-2}}{12 \times 10^{-2}}$ $2^n = 2$ $n = 1$ <p>Orde reaksi total adalah jumlah orde reaksi [NO] dan orde reaksi [Br₂].</p> $m + n = 2 + 1$ $= 3$ <p>Jadi, orde reaksi totalnya adalah 3</p>
4	E	<p>Kita tentukan dulu orde reaksi dari [Q] dan [T]. Orde reaksi [Q] dapat ditentukan saat [T] tetap, yaitu nomor 1 dan 2.</p> $\left(\frac{0,2}{0,1}\right)^m = \frac{5 \times 10^{-2}}{1,25 \times 10^{-2}}$ $2^m = 4$ $m = 2$ <p>Orde reaksi [T] dapat ditentukan saat [Q] tetap, yaitu nomor 1 dan 3.</p> $\left(\frac{0,2}{0,1}\right)^n = \frac{10^{-1}}{1,25 \times 10^{-2}}$ $2^n = 8$ $n = 3$ <p>Dengan demikian persamaan laju reaksinya adalah</p> $v = k[Q]^2[T]^3$ <p>Dengan berpedoman pada tabel nomor 1, jika [Q] dan [T] masing-masing diubah menjadi 0,5 M berarti masing-masing dijadikan 5 kali semula</p> $v' = k[5Q]^2[5T]^3$ $= 5^5 k[Q]^2[T]^3$ $= 3125 v$ $= 3125 \times 1,25 \times 10^{-2}$ $= 39$
5	C	Laju reaksi pembentukan gas hidrogen pada detik ke-15:

		$v = \frac{V}{t}$ $= \frac{40 \text{ mL}}{15 \text{ detik}}$ $= 2,67 \text{ mL/detik}$ <p>Laju reaksi pembentukan gas hidrogen pada detik ke-30:</p> $v = \frac{V}{t}$ $= \frac{80 \text{ mL}}{30 \text{ detik}}$ $= 2,67 \text{ mL/detik}$ <p>Laju reaksi pada detik ke-15 dan detik ke-30 mempunyai nilai yang sama. Berarti reaksi tersebut berjalan dengan kecepatan konstan (mempunyai nilai v yang sama setiap nilai t)</p> <p>Jadi, laju reaksi pembentukan gas hidrogen setelah detik 30 detik juga sama, yaitu 2,67 ml/detik</p>
--	--	---

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

NO	PERTANYAAN	JAWABAN	
		YA	TIDAK
1	Apakah kalian memahami pengertian laju reaksi		
2	Apakah kalian dapat menuliskan persamaan laju reaksi		
3	Apakah kalian dapat menentukan orde reaksi dari data hasil eksperimen		
4	Apakah kalian dapat menentukan harga konstanta laju reaksi		

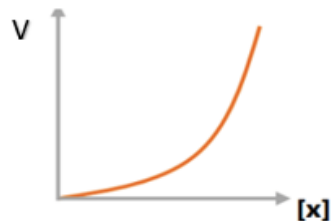
- Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "Tidak".
- Bila semua jawaban "Ya", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.

EVALUASI

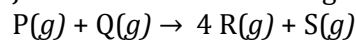
Petunjuk :

Waktunya untuk menguji kemampuanmu dalam mempelajari konsep laju reaksi. Disini, kamu nggak akan ketemu dengan kunci jawaban. Jadi, teruslah bersemangat untuk mencoba dan periksalah pekerjaanmu dengan seksama dan jangan lupa berdoa

1. Diagram suatu reaksi ditunjukkan sebagai berikut:



Jika reaksi kimia dari diagram tersebut:



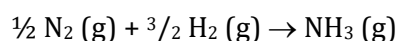
maka rumus laju reaksi yang tidak benar adalah...

- A. $v = \frac{-\Delta[P]}{\Delta t}$ D. $v = \frac{+\Delta[S]}{\Delta t}$
 B. $v = \frac{-\Delta[Q]}{\Delta t}$ E. $v = \frac{-\Delta[R]}{\Delta t}$
 C. $v = \frac{+\Delta[R]}{\Delta t}$

2. Reaksi : $2 H_2 (g) + 2 NO (g) \rightarrow 2 H_2O (g) + N_2 (g)$

Pernyataan berikut benar tentang laju reaksi kecuali

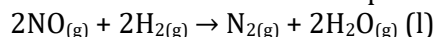
- A. Penambahan konsentrasi H_2 tiap satuan waktu
 B. Penambahan konsentrasi H_2O dan N_2 tiap satuan waktu
 C. Pengurangan konsentrasi H_2 tiap satuan waktu
 D. Pengurangan konsentrasi H_2 dan NO tiap satuan waktu
 E. Penambahan konsentrasi N_2 tiap satuan waktu
3. Laju reaksi didefinisikan sebagai perubahan konsentrasi zat yang bereaksi tiap satuan waktu. Jika pada reaksi:



maka laju reaksi berdasarkan N_2 dinyatakan sebagai V_N dan berdasarkan H_2 dinyatakan sebagai V_H maka

- A. $V_N = V_H$
 B. $V_N = \frac{1}{2} V_H$
 C. $V_N = \frac{1}{3} V_H$
 D. $V_N = \frac{2}{3} V_H$
 E. $V_N = \frac{3}{4} V_H$

4. Berikut ini adalah data hasil percobaan laju reaksi dari reaksi :

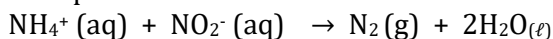


Pada suhu dan tekanan tertentu diperoleh data eksperimen sebagai berikut :

No	[NO] M	[H ₂] M	Laju Reaksi (M/s)
1	0,6	0,1	3,2
2	0,6	0,3	9,6
3	0,2	0,5	1,0
4	0,4	0,5	4,0

Maka persamaan laju reaksinya dapat dinyatakan

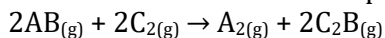
- A. $V = k [\text{NO}]^2$
 B. $V = k [\text{NO}]^2 [\text{H}_2]$
 C. $V = k [\text{H}_2]$
 D. $V = k [\text{NO}]^2 [\text{H}_2]^2$
 E. $V = k [\text{NO}] [\text{H}_2]$
5. Data percobaan dari reaksi :



No	[NH ₄ ⁺] mula-mula, M	[NO ₂ ⁻] mula-mula, M	Laju Reaksi awal (M/dt)
1	0.01	0.2	5,4 x 10 ⁻⁷
2	0.02	0.2	1,08 x 10 ⁻⁶
3	0.04	0.2	2,15 x 10 ⁻⁶
4	0.02	0.02	1,08 x 10 ⁻⁶
5	0.02	0.06	3,24 x 10 ⁻⁶

Rumus laju reaksi adalah

- A. $V = k [\text{NO}_2^-]$
 B. $V = k [\text{NH}_4^+] [\text{NO}_2^-]$
 C. $V = k [\text{NH}_4^+]^2 [\text{NO}_2^-]$
 D. $V = k [\text{NH}_4^+]^2 [\text{NO}_2^-]^2$
 E. $V = k [\text{NH}_4^+] [\text{NO}_2^-]^2$
6. Berikut ini adalah data hasil percobaan laju reaksi :



[AB] (mol L ⁻¹)	[C ₂] (mol L ⁻¹)	Laju Reaksi (mol L ⁻¹ S ⁻¹)
4 x 10 ⁻³	1.5 x 10 ⁻³	3.2 x 10 ⁻⁶
4 x 10 ⁻³	3.0 x 10 ⁻³	6.4 x 10 ⁻⁶
4 x 10 ⁻³	6.0 x 10 ⁻³	1.3 x 10 ⁻⁵
2 x 10 ⁻³	6.0 x 10 ⁻³	3.2 x 10 ⁻⁶
1 x 10 ⁻³	6.0 x 10 ⁻³	7.9 x 10 ⁻⁷

Rumus laju reaksinya adalah...

- A. $V = K [\text{NO}] [\text{H}_2]$
 B. $V = K [\text{NO}] [\text{H}_2]^2$
 C. $V = K [\text{NO}]^2 [\text{H}_2]$
 D. $V = K [\text{H}_2]^2$
 E. $V = K [\text{NO}]^2$

7. Tabel berikut memberikan informasi reaksi : $A + B \rightarrow C + D$

No	[A] awal mol/s	[B] awal mol/s	Waktu reaksi
1	0,4	0,1	152
2	0,8	0,1	76
3	1,2	0,1	52
4	0,4	0,2	152
5	0,4	0,4	152

Tingkat reaksi total adalah ...

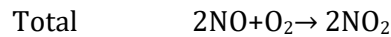
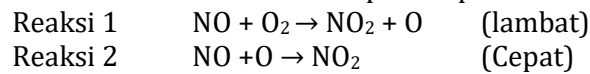
- A. 0 D. 2
 B. $\frac{1}{2}$ E. 3
 C. 1

8. Reaksi pembakaran gas H₂ berikut ini: $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$

Bila laju pembakaran gas H₂ adalah of 4,6 mol det-1, berapa laju konsumsi/ pemakaian oksigen dan pembentukan uap air?

- A. -2,3 mol det-1 (O₂) dan +4,6 mol det-1 (H₂O)
 B. -4,6 mol det-1 (O₂) dan +4,6 mol det-1 (H₂O)
 C. -4,6 mol det-1 (O₂) dan -4,6 mol det-1 (H₂O)
 D. -2,3 mol det-1 (O₂) dan +2,3 mol det-1 (H₂O)
 E. -2,3 mol det-1 (O₂) dan -4,6 mol det-1 (H₂O)

9. Suatu reaksi memiliki beberapa tahapan reaksi sebagai berikut,

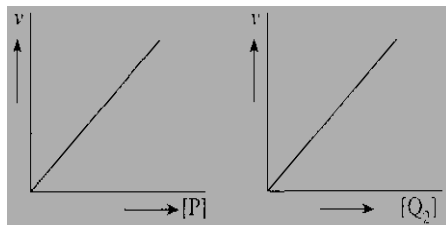


Dari data reaksi di atas, pernyataan di bawah benar, kecuali....

- A. orde terhadap NO = 2
 B. orde terhadap O₂ = 1
 C. penentu orde reaksi adalah reaksi pertama
 D. rumus laju reaksi $v = k[NO][O_2]$
 E. orde total adalah 2

10. Diketahui reaksi : $2P + Q_2 \rightarrow 2PQ$

Jika orde terhadap masing-masing reaktan ditunjukkan oleh grafik di bawah ini:



Orde total untuk reaksi di atas adalah....

- A. 1 D. 4
 B. 2 E. 5
 C. 3

KUNCI JAWABAN

NO SOAL	KUNCI
1	E
2	A
3	C
4	B
5	B
6	C
7	C
8	A
9	A
10	B

DAFTAR PUSTAKA

- <https://jatim.tribunnews.com/2018/02/13/3-trik-aman-agar-buah-pisang-lebih-tahan-lama-dan-tak-mudah-busuk> . (diakses 16 Agustus 2020)
- <https://id.quora.com/Mengapa-bakteri-tetanus-dapat-hidup-pada-karat> (diakses 16 Agustus 2020)
- <https://kabar-energi.com/2019/02/28/bagaimana-prospek-batu-bara-di-tahun-2019/> (diakses 16 Agustus 2020)
- <https://riaunews.com/2020/08/amonium-nitrat-yang-bisa-meledak-hebat-ternyata-akrab-dengan-petani/> (diakses 16 Agustus 2020)
- John e Mcmurry & Robert c Fay & Jordan Fantini. 2012. Chemistry. London: Prentice Hall.
- Setiyana. 2015. My Dream In Chemistry, Kelas XII MIPA semester 1. Bandung : Tinta Emas Publishing
- William L. Masterton, Cecile N. Hurley, Edward Neth. 2011. Chemistry: Principles and Reactions. Cengage Learning Published



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020



Modul Pembelajaran SMA

KIMIA



KELAS
XI



KESETIMBANGAN KIMIA

KIMIA KELAS XI

PENYUSUN
Novitalia Ablinda Sari, S.T
SMA Negeri 5 Palembang

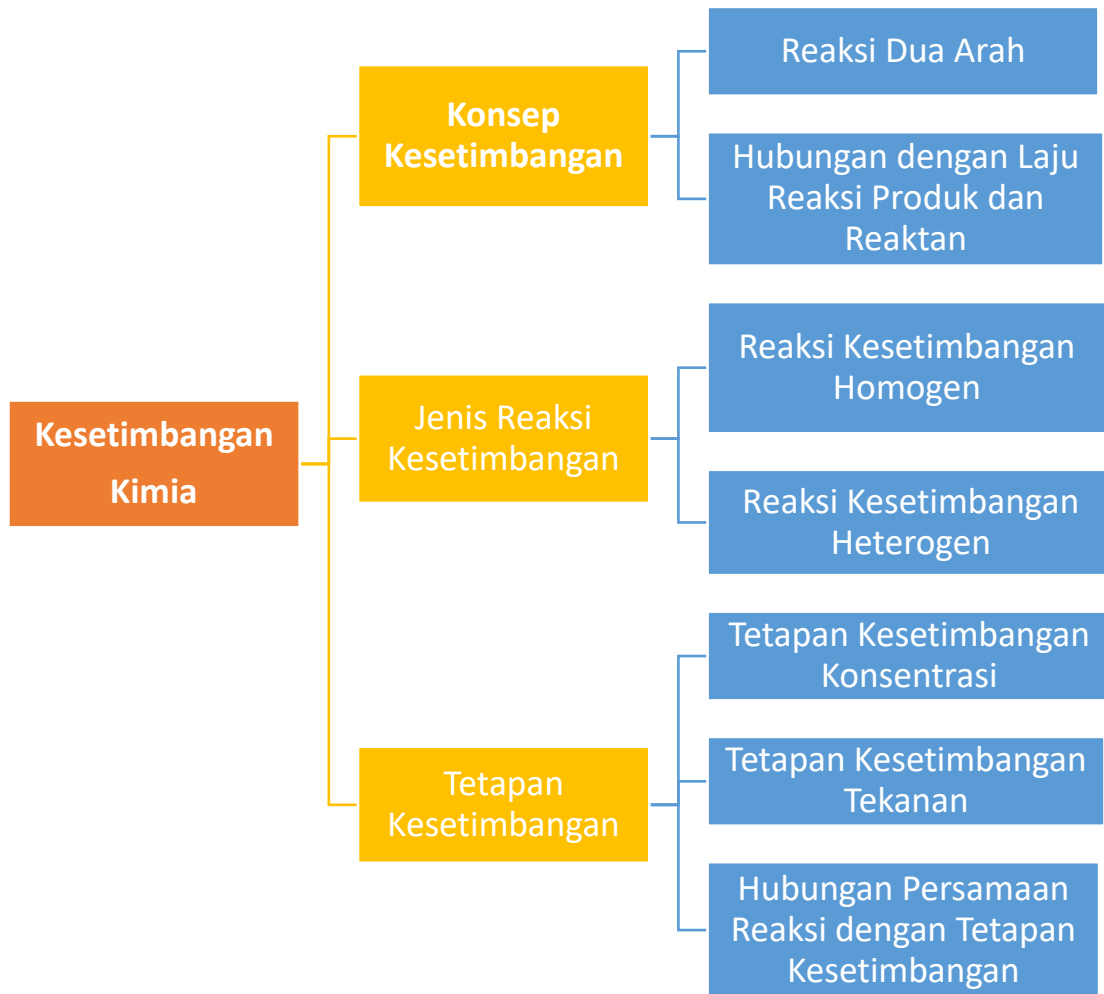
DAFTAR ISI

PENYUSUN	2
DAFTAR ISI	3
GLOSARIUM	4
PETA KONSEP	5
PENDAHULUAN	6
A. Identitas Modul	6
B. Kompetensi Dasar	6
C. Deskripsi Singkat Materi	6
D. Petunjuk Penggunaan Modul	6
E. Materi Pembelajaran	6
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	7
Konsep Kesetimbangan Dinamis	7
A. Tujuan Pembelajaran	7
B. Uraian Materi	7
C. Rangkuman	10
D. Tugas Mandiri	11
E. Latihan Soal	11
F. Penilaian Diri	14
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	15
Tetapan Kesetimbangan	15
A. Tujuan Pembelajaran	15
B. Uraian Materi	15
B. Rangkuman	19
C. Tugas Mandiri	19
D. Latihan Soal	21
E. Penilaian Diri	25
EVALUASI	26
DAFTAR PUSTAKA	29

GLOSARIUM

- Hukum Kesetimbangan** : Hukum aksi massa yang menyatakan bahwa nisbah hasil kali konsentrasi produk terhadap hasil kali konsentrasi pereaksi, dipangkatkan dengan koefisien reaksinya, mempunyai nilai tertentu pada suhu tertentu
- Keadaan Setimbang** : Keadaan saat dua proses yang berlawanan arah berlangsung secara bersamaan dengan kelajuan yang sama sehingga tidak menghasilkan perubahan makroskopis
- Reaksi Kesetimbangan** : Reaksi bolak balik di mana laju reaksi ke kanan sama dengan laju reaksi ke kiri
- Tetapan laju reaksi** : Suatu bilangan tetap yang merupakan angka factor perkalian terhadap konsentrasi dalam rumusan laju reaksi

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: KIMIA
Kelas	: XI
Alokasi Waktu	: 8 x 45 menit (2 x pertemuan)
Judul Modul	: KESETIMBANGAN KIMIA

B. Kompetensi Dasar

- 3.8 Menjelaskan reaksi kesetimbangan di dalam hubungan antara pereaksi dan hasil reaksi
- 4.8 Menyajikan hasil pengolahan data untuk menentukan nilai tetapan kesetimbangan suatu reaksi

C. Deskripsi Singkat Materi

Modul ini berisikan materi pokok kesetimbangan kimia, sedangkan kegiatan pembelajaran yang terbagi 2 yakni:

1. Konsep Kesetimbangan Dinamis
2. Tetapan Kesetimbangan

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Agar modul dapat digunakan secara maksimal maka kalian diharapkan melakukan langkah- langkah sebagai berikut :

1. Prasyarat pada materi ini adalah pemahaman mengenai hukum dasar reaksi kimia
2. Bacalah modul ini secara berurutan dan berusaha untuk memahami isinya karena materi ini akan menjadi prasyarat pada materi selanjutnya.
3. Pahami tujuan yang tercantum dalam setiap kegiatan pembelajaran.
4. Pelajari uraian materi secara sistematis dan mendalam dalam setiap kegiatan pembelajaran.
5. Lakukan uji kompetensi/latihan soal di setiap akhir kegiatan pembelajaran untuk menguasai tingkat penguasaan materi.
6. Diskusikan dengan guru atau teman jika mengalami kesulitan dalam pemahaman materi. Lanjutkan pada modul berikutnya jika sudah mencapai ketuntasan yang diharapkan.

E. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi 2 kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

1. Konsep Kesetimbangan Dinamis
2. Tetapan Kesetimbangan

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

KONSEP KESETIMBANGAN DINAMIS

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini kalian diharapkan mampu menjelaskan konsep kesetimbangan dinamis

B. Uraian Materi

Apakah yang ada didalam pikiran kalian ketika mendengar kata “Kesetimbangan”? Mungkin dibenak kalian tergambar sesuatu yang berhubungan dengan timbangan. Memang benar bahwa kata “Kesetimbangan” disini berhubungan dengan timbangan. Coba kalian perhatikan gambar dibawah ini! Pastilah kalian mengenal dan sering menjumpainya dalam kehidupan sehari-hari.



Gambar 1. Timbangan

Ketika sebuah timbangan dalam kondisi setimbang, maka jarum penunjuk timbangan dalam posisi lurus dan diam, artinya bagian kiri dan bagian kanan menunjukkan massa yang sama. Hal ini bisa menganalogikan kondisi setimbang dalam ilmu kimia. Istilah kesetimbangan kimia menunjukkan bahwa laju reaksi ke arah kanan dan kiri bernilai sama besar. Hanya saja kesetimbangan kimia bersifat dinamis bukan statis atau diam layaknya timbangan massa. Nah pada materi kali ini kita akan mengenal reaksi kesetimbangan dalam reaksi kimia. Silahkan pelajari secara bertahap ya di buku ini!

1. Reaksi Kimia

Reaksi kimia berdasarkan sifat berlangsungnya dibedakan menjadi 2 yakni reaksi satu arah dan reaksi dua arah. Berikut ini penjelasan dari reaksi-reaksi yang dimaksud

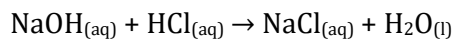
a. Reaksi Searah / Tidak Dapat Balik / *Irreversible*

Tentunya kalian pernah melihat atau melakukan pembakaran kertas bukan? nah, apa yang terjadi? ya benar sekali, kertas akan menghitam lalu menjadi abu. Apakah abu bisa kembali lagi menjadi kertas? Tidak bisa ya. Reaksi pada pembakaran kertas merupakan reaksi yang berlangsung searah atau reaksi yang tidak dapat balik (reaksi *irreversible*).

Reaksi searah yaitu reaksi yang berlangsung dari arah reaktan ke produk atau ke kanan pada reaksi ini. Produk tidak dapat bereaksi kembali menjadi zat-zat asalnya. Ciri-ciri reaksi searah adalah:

- 1) persamaan reaksi ditulis dengan satu anak panah produk/kanan (\rightarrow);
- 2) reaksi akan berhenti setelah salah satu atau semua reaktan habis;
- 3) produk tidak dapat terurai menjadi zat-zat reaktan; dan
- 4) reaksi berlangsung tuntas/berkesudahan.

Contoh reaksi searah:



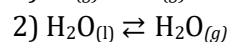
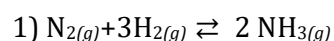
b. Reaksi Dua Arah/Dapat Balik/*Reversible*

Lalu, pernahkah kalian memperhatikan air yang mendidih di dalam panci? Air yang direbus melewati titik didihnya akan berubah menjadi uap. Kalau kita meletakkan penutup di atas panci, uap tersebut akan terperangkap dan terkondensasi kembali menjadi air. Nah ini adalah contoh reaksi dua arah atau yang dapat balik (reaksi *reversible*).

Reaksi dua arah yaitu reaksi yang dapat berlangsung dari reaktan ke produk atau ke kanan dan juga sebaliknya dari produk ke reaktan atau ke kiri.

Ciri-ciri reaksi dua arah adalah:

- 1) persamaan reaksi ditulis dengan dua anak panah dengan arah berlawanan (\rightleftharpoons)
- 2) reaksi ke arah produk disebut reaksi maju, reaksi ke arah reaktan disebut reaksi balik. Contoh reaksi dua arah:



Apabila reaksi dua arah berlangsung dalam ruang tertutup dan laju reaksi ke kanan sama besar dengan laju reaksi ke kiri, reaksi dikatakan dalam keadaan setimbang. Reaksinya disebut reaksi kesetimbangan. Dalam keadaan setimbang, jumlah reaktan dan produk tidak harus sama, asalkan laju reaksi ke kiri dan ke kanan sama besar.

2. Kesetimbangan Kimia

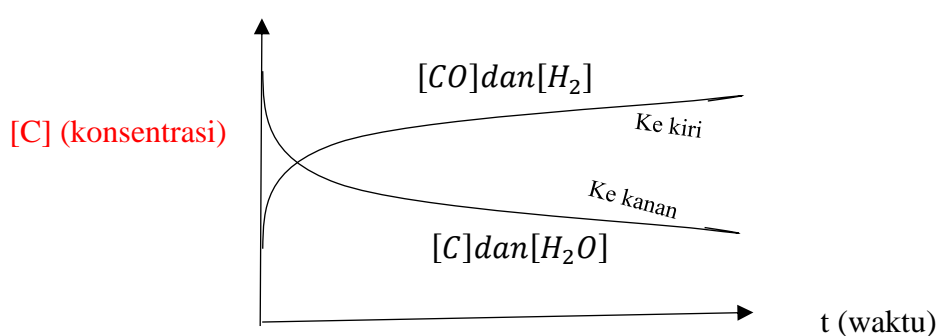
Secara umum kesetimbangan dalam reaksi kimia dapat dibagi menjadi dua, yaitu kesetimbangan statis dan kesetimbangan dinamis. Kesetimbangan statis terjadi ketika semua gaya yang bekerja pada objek bersifat seimbang, yaitu tidak ada gaya yang dihasilkan. Sementara itu, kesetimbangan dinamis diperoleh ketika semua gaya yang bekerja pada objek bersifat seimbang, tapi objeknya sendiri bergerak.

Pada persamaan reaksi kesetimbangan kimia setiap terjadi reaksi ke kanan, maka zat-zat produk akan bertambah, sementara zat-zat reaktan berkurang. Sebaliknya, reaksi juga dapat bergeser ke arah reaktan sehingga jumlah produk berkurang. Akibatnya terjadi lagi reaksi ke arah kanan. Demikian ini terjadi terus-menerus, sehingga secara mikroskopis terjadi reaksi bolak-balik (dua arah) pada reaksi

kesetimbangan. Keadaan seperti ini dikatakan bahwa kesetimbangan bersifat dinamis. Keadaan dinamis hanya terjadi dalam sistem tertutup.

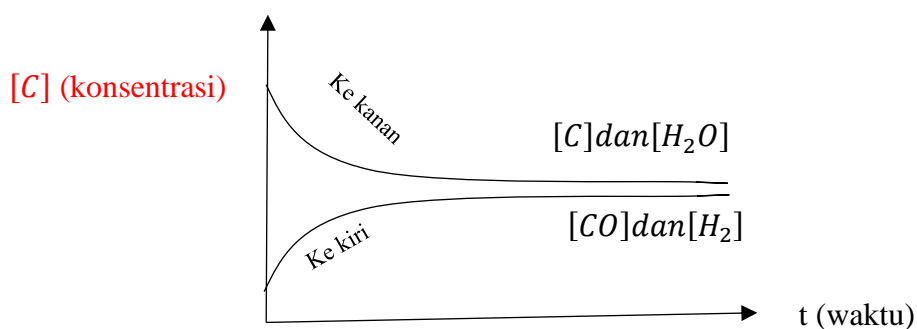
Contoh kesetimbangan dinamis dalam kehidupan sehari-hari yaitu proses pemanasan air dalam wadah tertutup. Saat suhu mencapai 100°C air akan berubah menjadi uap dan tertahan oleh tutup. Apabila pemanasan dihentikan, uap air yang terbentuk akan berubah menjadi air kembali sehingga jumlah air di dalam wadah tidak akan habis. Reaksi yang terjadi adalah $\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_{(g)}$. Reaksi ke kanan adalah reaksi penguapan sementara reaksi ke kiri adalah reaksi pengembunan. Lalu bagaimana hubungannya dengan laju reaksi yang terjadi pada reaksi kesetimbangan? Hal ini akan dijelaskan melalui penjelasan berikut ini. Silahkan kalian cermati!

Hubungan antara konsentrasi reaktan dengan produk, misalnya pada reaksi kesetimbangan $\text{C}(s) + \text{H}_2\text{O}(g) \rightleftharpoons \text{CO}(g) + \text{H}_2(g)$ dapat digambarkan dengan grafik berikut :



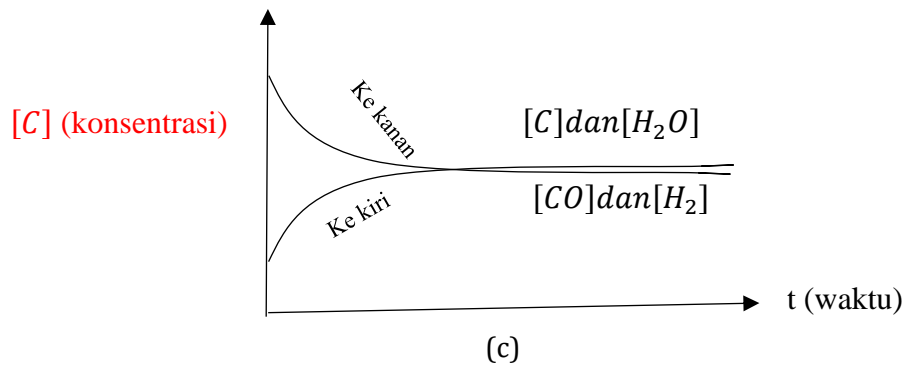
(a)

- a. Kemungkinan (a) terjadi pada saat kesetimbangan produk > konsentrasi reaktan. Di awal reaksi, konsentrasi reaktan maksimal, semakin lama semakin berkurang. Saat kesetimbangan tercapai konsentrasi reaktan tidak berubah, sementara konsentrasi produk yang semula nol semakin lama semakin bertambah hingga konstan pada saat kesetimbangan.



(b)

- b. Kemungkinan (b) terjadi jika pada saat kesetimbangan konsentrasi produk < konsentrasi reaktan. Namun tidak tertutup kemungkinan pada saat kesetimbangan konsentrasi reaktan = konsentrasi produk.



- c. Kemungkinan (c) tercapai jika pada saat kesetimbangan $V_1 = V_2$.

Berdasarkan penjelasan yang telah disampaikan sebelumnya, maka kesetimbangan kimia mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

- 1) Reaksi berlangsung dua arah dan dalam ruang tertutup.
- 2) Laju reaksi ke kiri dan ke kanan sama besar.
- 3) Tidak terjadi perubahan makroskopis tetapi perubahan terjadi secara mikroskopis.

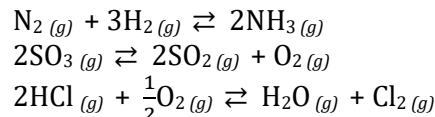
3. Jenis Reaksi Kesetimbangan

Berdasarkan wujud zat-zat dalam keadaan setimbang, reaksi kesetimbangan kimia dibedakan menjadi dua, yaitu kesetimbangan homogen dan heterogen. Silahkan kalian cermati penjelasan berikut ini :

a. Kesetimbangan Homogen

Kesetimbangan homogen yaitu kesetimbangan kimia yang di dalamnya terdapat satu wujud zat, misalnya gas atau larutan.

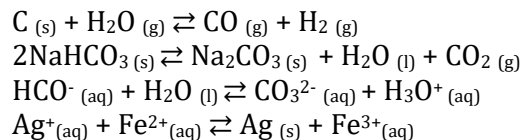
Contoh :



b. Kesetimbangan Heterogen

Kesetimbangan heterogen yaitu kesetimbangan kimia yang di dalamnya terdapat berbagai macam wujud zat, misalnya gas, padat, cair dan larutan.

Contoh :



C. Rangkuman

1. Reaksi searah / tidak dapat balik / *irreversible* yaitu reaksi yang berlangsung dari arah reaktan ke produk atau ke kanan. Pada reaksi ini, produk tidak dapat bereaksi kembali menjadi zat-zat asalnya.

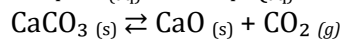
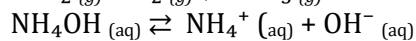
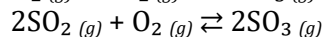
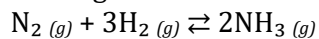
Ciri-ciri reaksi searah adalah:

- 1) persamaan reaksi ditulis dengan satu anak panah ke arah produk/kanan (\rightarrow);
- 2) reaksi akan berhenti setelah salah satu atau semua reaktan habis;
- 3) produk tidak dapat terurai menjadi zat-zat reaktan; dan

- 4) reaksi berlangsung tuntas/berkesudahan.
2. Reaksi dua arah/dapat balik/*reversible* yaitu reaksi yang dapat berlangsung dari reaktan ke produk atau ke kanan dan juga sebaliknya dari produk ke reaktan atau ke kiri.
Ciri-ciri reaksi dua arah adalah:
- 1) persamaan reaksi ditulis dengan dua anak panah dengan arah berlawanan (\rightleftharpoons)
 - 2) reaksi ke arah produk disebut reaksi maju, reaksi ke arah reaktan disebut reaksi balik.
3. Kestimbangan dalam reaksi kimia dapat dibagi menjadi dua, yaitu kestimbangan statis dan kestimbangan dinamis.
4. Kestimbangan kimia mempunyai ciri-ciri sebagai berikut.
- a. Reaksi berlangsung dua arah dan dalam ruang tertutup.
 - b. Laju reaksi ke kiri dan ke kanan sama besar.
 - c. Tidak terjadi perubahan makroskopis tetapi perubahan terjadi secara mikroskopis.
5. Kestimbangan homogen yaitu kestimbangan kimia yang di dalamnya terdapat satu wujud zat, misalnya gas atau larutan.
6. Kestimbangan heterogen yaitu kestimbangan kimia yang di dalamnya terdapat berbagai macam wujud zat, misalnya gas, padat, cair dan larutan.

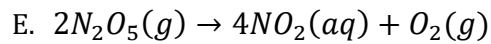
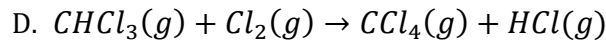
D. Tugas Mandiri

1. Apakah yang dimaksud reaksi kestimbangan bersifat dinamis? Berikan contohnya!
2. Bagaimanakah kita bisa mengetahui bahwa suatu reaksi bolak-balik telah mencapai kestimbangan?
3. Mengapa pada kestimbangan tidak terjadi perubahan makroskopis?
4. Jelaskan mengapa kestimbangan kimia disebut kestimbangan dinamis!
5. Tentukan apakah kestimbangan berikut tergolong kestimbangan homogen atau heterogen!

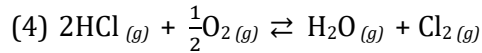
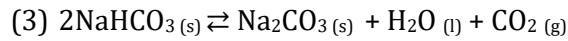
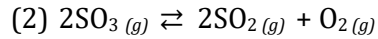
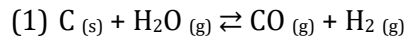


E. Latihan Soal

1. Pernyataan yang benar tentang reaksi *irreversible* yaitu ...
 - A. Reaksinya merupakan reaksi balik
 - B. Reaksi *irreversible* berlangsung terus-menerus
 - C. Persamaan reaksinya dituliskan dengan dua anak panah berlawanan arah
 - D. Hasil reaksi dapat dikembalikan menjadi zat-zat semula
 - E. Reaksinya berhenti apabila salah satu atau semua reaksi habis
2. Di antara persamaan reaksi berikut yang merupakan reaksi bolak-balik (dua arah) yaitu ...
 - A. $\text{C}(s) + \text{CO}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{CO}(g)$
 - B. $2\text{H}_2(g) + 2\text{NO}(g) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(g) + \text{N}_2(g)$
 - C. $2\text{H}_2\text{O}(g) \rightarrow 2\text{H}_2(g) + \text{O}_2(g)$



3. Perhatikan beberapa persamaan reaksi berikut:



Reaksi heterogen ditunjukkan oleh reaksi nomor...

A. (1), (2), dan (3)

B. (1) dan (3)

C. (2) dan (4)

D. (4) saja

E. semua benar

4. Suatu reaksi kimia dikatakan mencapai kesetimbangan apabila

A. laju reaksi ke kiri sama dengan ke kanan

B. mol zat sebelum dan sesudah reaksi sama

C. reaksi tidak berlangsung lagi

D. jumlah koefisien reaksi ruas kiri sama dengan ruas kanan

E. massa zat sebelum dan setelah reaksi sama

5. Di antara pernyataan berikut yang bukan merupakan ciri-ciri keadaan setimbang dinamis adalah ...

A. reaksi berlangsung dengan dua arah berlawanan

B. laju reaksi kedua arah sama besar

C. reaksi berlangsung terus-menerus secara mikroskopis

D. setiap komponen pada reaksi tetap ada

E. tidak terjadi perubahan mikroskopis

KUNCI JAWABAN dan PEMBAHASAN

No	Kunci jawaban	Pembahasan
1	E	Reaksi <i>irreversible</i> atau reaksi satu arah hanya berjalan ke arah produk sehingga persamaan reaksinya ditulis dengan satu anak panah ke arah kanan. Reaksinya hanya dapat berlangsung apabila tersedia reaktan, sedangkan produk yang dihasilkan tidak dapat menjadi zat semula.
2	A	Reaksi bolak-balik (dua arah) dituliskan dengan dua anak panah berlawanan arah. Sementara itu, penulisan dengan satu anak panah ke arah kanan merupakan reaksi satu arah.
3	B	Reaksi heterogen merupakan reaksi yang di dalamnya terdapat berbagai wujud zat seperti (l), (aq), (s), dan (g).
4	A	Kesetimbangan dalam reaksi akan tercapai saat laju reaksi ke arah produk sama besar dengan laju reaksi ke arah reaktan.
5	E	Pada kesetimbangan dinamis reaksi berlangsung larus-menerus pada kedua arah dengan kecepatan sama besar sehingga terjadi perubahan secara mikroskopis yang tidak dapat dilihat dan diukur.

Cocokkanlah jawaban anda dengan kunci jawaban. Hitunglah jawaban yang benar dengan skor yang telah terlampir, lalu perhatikan interval skor berikut

- 90 - 100 = baik sekali
- 80 - 89 = baik
- 70 - 79 = cukup
- < 70 = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80 atau lebih, anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2, Bagus!

Jika masih di bawah 80, anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai, Tetap Semangat!

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1	Apakah anda mampu menjelaskan pengertian reaksi <i>irreversible</i> ?		
2	Apakah anda mampu menjelaskan pengertian reaksi <i>reversible</i> ?		
3	Apakah anda mampu menjelaskan kesetimbangan statis?		
4	Apakah anda mampu menjelaskan kesetimbangan dinamis?		
5	Apakah anda mampu menjelaskan kesetimbangan homogen?		
6	Apakah anda mampu menjelaskan kesetimbangan heterogen		

Apabila jawaban kalian pada ketiga pertanyaan diatas “ya”, maka kalian sudah memahami konsep kesetimbangan. Silahkan lanjutkan mempelajari materi kesetimbangan kimia pada kegiatan pembelajaran kedua.

Namun, apabila kalian masih menjawab “tidak atau belum”, maka silahkan pelajari lagi ya, kegiatan pembelajaran yang pertama .

Tetap Semangat !

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

TETAPAN KESETIMBANGAN

A. Tujuan Pembelajaran

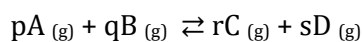
Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini kalian diharapkan mampu menentukan tetapan kesetimbangan

B. Uraian Materi

1. Persamaan Tetapan Kesetimbangan

Pada suhu tetap, dalam suatu reaksi kesetimbangan terdapat hubungan antara konsentrasi pereaksi dengan konsentrasi hasil reaksi terhadap tetapan kesetimbangan (K). Pada suatu kesetimbangan kimia berlaku hukum kesetimbangan, seperti yang dikemukakan oleh Guldberg dan Waage. "Dalam keadaan setimbang pada suhu tertentu, hasil kali konsentrasi hasil reaksi dibagi hasil kali konsentrasi pereaksi yang ada dalam sistem kesetimbangan yang masing-masing dipangkatkan dengan koefisiennya mempunyai harga tetap." Hasil bagi tersebut dinamakan tetapan kesetimbangan (K).

Tetapan kesetimbangan (K) merupakan angka yang menunjukkan perbandingan secara kuantitatif antara produk dengan reaktan. Secara umum reaksi kesetimbangan dapat dituliskan sebagai berikut.



Saat di dalam reaksi kesetimbangan dilakukan aksi, maka kesetimbangan akan bergeser dan sekaligus mengubah komposisi zat-zat yang ada untuk kembali mencapai kesetimbangan. Secara umum dapat dikatakan tetapan kesetimbangan merupakan perbandingan hasil kali molaritas reaktan dengan hasil kali molaritas produk yang masing-masing dipangkatkan dengan koefisiennya.

$$K = \frac{[C]^r \times [D]^s}{[A]^p \times [B]^q}$$

Keterangan :

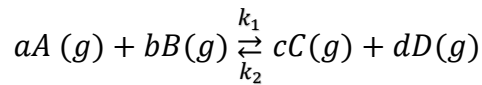
- K = tetapan kesetimbangan
- [A] = molaritas zat A (M)
- [B] = molaritas zat B (M)
- [C] = molaritas zat C (M)
- [D] = molaritas zat D (M)

a. Tetapan Kesetimbangan berdasarkan Konsentrasi (K_c)

Penentuan nilai tetapan kesetimbangan berdasarkan konsentrasi zat (K_c) yang terlibat dalam reaksi dihitung berdasarkan molaritas zatnya (M). Untuk menghitung tetapan nilai kesetimbangan tersebut, kalian harus memperhatikan fase atau wujud zat yang terdapat dalam reaksi yang akan ditentukan nilai K_c -nya. Hal ini dikarenakan nilai kesetimbangan konsentrasi (K_c) hanya untuk fase gas (g) atau larutan (aq). Jika di dalam reaksi terdapat fase lain selain kedua fase tersebut maka

fase itu diabaikan. Untuk lebih jelasnya kalian dapat mencermati penjelasan berikut ini :

- 1) Semua fase senyawa dalam wujud gas (Reaksi Homogen)
Perhatikan reaksi berikut.



Dari reaksi di atas lambang A dan B merupakan pereaksi, sedangkan lambang C dan D merupakan hasil reaksi. Lalu pada a, b, c dan d masing-masing merupakan koefisien reaksi pada A, B, C, dan D.

Harga K_c dapat dirumuskan seperti hukum kesetimbangan dengan ketentuan sebagai berikut.

- a) Pada kesetimbangan, laju reaksi ke kanan (r_1) sama dengan laju reaksi ke kiri (r_2) atau $r_1 = r_2$.
- b) Pada keadaan setimbang, reaksi dianggap stabil. Artinya orde reaksi sesuai koefisien reaksinya, yaitu: $r_1 = k_1[A]^a[B]^b$ dan $r_2 = k_2[C]^c[D]^d$.
- c) Harga $K_c = \frac{k_1}{k_2}$

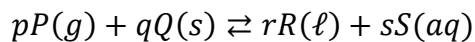
Dari ketentuan tersebut, diperoleh persamaan:

$$r_1 = r_2$$

$$k_1[A]^a[B]^b = k_2[C]^c[D]^d$$

$$K_c = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$$

- 2) Fase senyawa dalam reaksi bervariasi (Reaksi Heterogen)



Reaksi di atas merupakan reaksi dengan fase bervariasi, dimana dalam reaksi terdapat fase gas, cairan, larutan, dan padatan. Untuk kasus tersebut, tetapan kesetimbangannya ditentukan hanya berdasarkan konsentrasi zat yang berfase gas dan larutan saja karena zat yang berfase padat dan cair konsentrasinya dianggap tetap. Penulisan notasi tetapan kesetimbangan (K) untuk reaksi tersebut sebagai berikut :

$$\text{Maka } K^l = \frac{[R]^r[S]^s}{[P]^p[Q]^q}$$

Oleh karena $[Q]$ dan $[R]$ dianggap tetap, sehingga :

$$K^l \frac{[Q]^q}{[R]^r} = K = \frac{[S]^s}{[P]^p}$$

Perhatikan Contoh Soal dan penyelesaian berikut.

Contoh Soal

1. Tuliskan harga K_c untuk :

- a. $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$
 b. $C(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g)$

Jawab :

a. $K_c = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]}$
 b. $K_c = \frac{[CO]^2}{[CO_2]}$

2. Di dalam ruang tertutup yang volumenya 8 L pada suhu tertentu terdapat kesetimbangan antara 0,7 mol gas hidrogen; 0,6 mol gas klor; dan 0,5 mol gas HCl. Berapakah harga tetapan kesetimbangan pada keadaan tersebut?

Jawab :

Reaksi yang terjadi: $H_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2HCl(g)$

Volume total = 8 L

$$[H_2] = \frac{0,7}{8} M$$

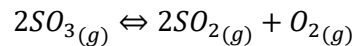
$$[Cl_2] = \frac{0,6}{8} M$$

$$[HCl] = \frac{0,5}{8} M$$

$$K_c = \frac{[HCl]^2}{[H_2][Cl_2]} = \frac{\left[\frac{0,5}{8}\right]^2}{\left[\frac{0,7}{8}\right]\left[\frac{0,6}{8}\right]}$$

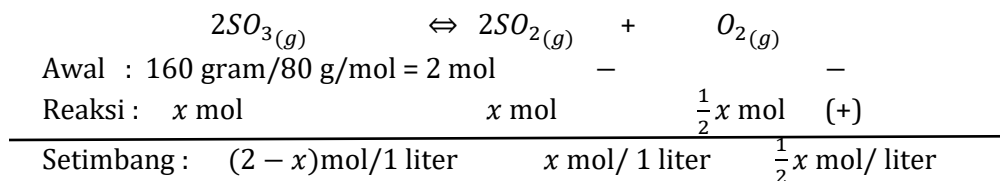
$$= \frac{0,25}{0,42} = \frac{25}{42}$$

3. Gas SO_3 (Ar S=32; Ar O = 16) sebanyak 160 gram dipanaskan dalam wadah 1 liter sehingga terjadi dekomposisi termal:



Pada saat perbandingan mol $SO_3 : O_2 = 2 : 3$ hitunglah:

- (a) α (derajat disosiasi)
 (b) K_c



Perhatikan saat setimbang:

$$\frac{SO_3}{O_2} = \frac{2}{3} = \frac{(2-x)/1M}{\frac{1}{2}(x/1) M}$$

$$x = 1,5 \text{ mol.}$$

Jadi derajat disosiasi = $(1,5) / 2 = 0,75$ atau $0,75 \times 100\% = 75\%$

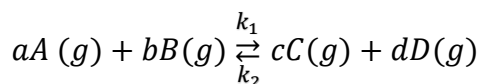
$$K_c = \frac{[SO_2]^2[O_2]}{[SO_3]^2}$$

$$= \frac{(1,5/1)^2 (0,75/1)}{(0,5)^2}$$

$$= 6,75M$$

b. Tetapan Kesetimbangan berdasarkan Tekanan Parsial (K_p)

Penentuan nilai tetapan kesetimbangan berdasarkan tekanan parsial (K_p) yang terlibat dalam reaksi dihitung dari tekanan parsial zatnya (P). Untuk menghitung tetapan nilai kesetimbangan tersebut, kalian harus memperhatikan fase atau wujud zat yang terdapat dalam reaksi yang akan ditentukan nilai K_p -nya. Pada perhitungan nilai kesetimbangan tekanan, fase yang dibutuhkan hanya fase gas (g). Jika di dalam reaksi terdapat fase lain selain fase gas maka fase itu diabaikan. Untuk lebih jelasnya kalian dapat mencermati penjelasan berikut ini :



Dari reaksi di atas, dapat diperhatikan jika semua fase dalam reaksi tersebut merupakan fase gas sehingga semua zat digunakan dalam perhitungan menentukan nilai K_p . Lambang A dan B merupakan pereaksi, sedangkan lambang C dan D merupakan hasil reaksi. Lalu pada a, b, c dan d masing-masing merupakan koefisien reaksi pada A, B, C, dan D. Dari ketentuan tersebut, diperoleh persamaan:

$$K_p = \frac{(P_C)^c (P_D)^d}{(P_A)^a (P_B)^b}$$

Keterangan :

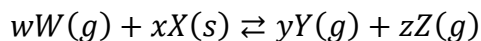
P_A	=	Tekanan Parsial Zat A
P_B	=	Tekanan Parsial Zat B
P_C	=	Tekanan Parsial Zat C
P_D	=	Tekanan Parsial Zat D

Nilai tekanan (P) tiap zat dapat dihitung menurut perhitungan berikut ini :

Misalnya, menghitung tekanan untuk zat A

$$P_A = \frac{\text{mol A}}{\text{mol total}} \times P_{\text{total}}$$

Demikian pula untuk reaksi yang melibatkan fase gas dan padatan, tetapan kesetimbangan tekanan ditentukan hanya berdasarkan tekanan zat yang berfase gas juga. Oleh karena itu, notasi tetapan kesetimbangannya ditulis sebagai berikut.



Oleh karena (X) dianggap tetap, sehingga:

$$K^l[X]^x = K_p = \frac{(P_Y)^y (P_Z)^z}{(P_W)^w}$$

c. Hubungan Persamaan Reaksi dengan Tetapan Kesetimbangan (K)

Harga tetapan kesetimbangan (K) beberapa reaksi kimia dapat dibandingkan satu sama lain. Bentuk hubungan tersebut, jika ada suatu reaksi yang tetapan kesetimbangannya sama dengan K , berlaku ketentuan sebagai berikut :

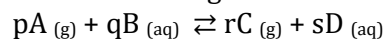
Misalkan reaksi berikut : $2\text{HCl}_{(g)} + \frac{1}{2}\text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_{(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$ $K = 4$

Berdasarkan reaksi tersebut, maka nilai K akan terjadi perubahan, meliputi hal berikut :

- 1) Reaksi yang berkebalikan, tetapan kesetimbangannya $\frac{1}{K}$.
- 2) Reaksi yang merupakan x kali dari reaksi tersebut, tetapan kesetimbangannya K^x .
- 3) Jika suatu reaksi merupakan pembagian sebesar x dari reaksi maka tetapan kesetimbangannya $\sqrt[x]{K}$.

C. Rangkuman

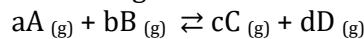
1. Tetapan kesetimbangan merupakan angka yang menunjukkan perbandingan secara kuantitatif antara produk dengan reaktan.
2. Berdasarkan jenis reaksi kesetimbangannya, reaksi kesetimbangan terdiri dari reaksi kesetimbangan homogen (fase sama) dan reaksi kesetimbangan heterogen (fase berbeda)
3. Secara umum nilai tetapan kesetimbangan terdiri atas tetapan kesetimbangan konsentrasi (K_c) dan tetapan kesetimbangan tekanan (K_p)
4. Tetapan kesetimbangan K_c hanya berlaku untuk zat dengan fase gas (g) dan larutan (aq), dimana nilai K_c dapat dituliskan sebagai berikut :



Tetapan kesetimbangan (K)

$$K = \frac{[\text{C}]^r [\text{D}]^s}{[\text{A}]^p [\text{B}]^q}$$

5. Tetapan kesetimbangan K_p hanya berlaku untuk zat dengan fase gas (g) saja, dimana nilai K_c dapat dituliskan sebagai berikut :



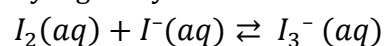
Tetapan kesetimbangan (K)

$$K_p = \frac{(P_C)^c (P_D)^d}{(P_A)^a (P_B)^b}$$

6. Harga tetapan kesetimbangan (K) beberapa reaksi kimia dapat dibandingkan satu sama lain berdasarkan ketentuan sebagai berikut :
 - 1) Reaksi yang berkebalikan, tetapan kesetimbangannya $\frac{1}{K}$.
 - 2) Reaksi yang merupakan x kali dari reaksi tersebut, tetapan kesetimbangannya K^x .
 - 3) Jika suatu reaksi merupakan pembagian sebesar x dari reaksi maka tetapan kesetimbangannya $\sqrt[x]{K}$.

D. Tugas Mandiri

1. Perhatikan tabel berikut yang menyatakan konsentrasi kesetimbangan dari reaksi

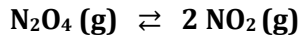


No	I_2 ($\times 10^{-5} \text{molL}^{-1}$)	I^- ($\times 10^{-5} \text{molL}^{-1}$)	I_3^- ($\times 10^{-5} \text{molL}^{-1}$)

1	4,31	0,218	0,680
2	2,75	1,13	2,244
3	2,30	0,720	1,198
4	0,61	6,48	2,857

Tentukan nilai tetapan kesetimbangan reaksi tersebut!

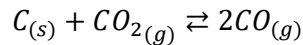
2. Sebanyak 2 mol gas N_2O_4 dipanaskan dalam suatu ruangan sehingga 75% terdisosiasi membentuk gas NO_2 dengan reaksi sebagai berikut:



Jika diketahui tekanan total campuran adalah 8 atm. Tentukan harga K_p pada suhu tersebut!

E. Latihan Soal

1. Diketahui reaksi :



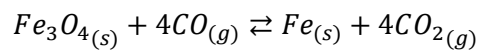
Persamaan tetapan kesetimbangan (K_c) untuk reaksi tersebut dapat ditulis...

- A. $K_c = \frac{[CO]}{[C][CO_2]}$
 B. $K_c = \frac{[CO]}{[CO_2]}$
 C. $K_c = \frac{[CO_2]}{[CO]}$
 D. $K_c = \frac{[CO]^3}{[C][CO_2]}$
 E. $K_c = \frac{[CO]^3}{[CO_2]}$

2. Persamaan tetapan kesetimbangan yang benar untuk reaksi $4HCl_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2H_2O_{(g)} + 2Cl_{2(g)}$ dituliskan ...

- A. $K_c = \frac{[H_2O][Cl_2]}{[HCl][O_2]}$
 B. $K_c = \frac{[HCl][O_2]}{[H_2O][Cl_2]}$
 C. $K_c = \frac{[H_2O]^2[Cl_2]^2}{[HCl]^4[O_2]}$
 D. $K_c = \frac{[HCl]^4[O_2]}{[H_2O]^2[Cl_2]}$
 E. $K_c = \frac{[Cl_2]}{[O_2]}$

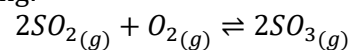
3. Perhatikan persamaan reaksi berikut !



Apabila reaksi tersebut dalam kondisi setara maka persamaan tetapan kesetimbangan tekanannya dapat dituliskan ...

- A. $K_p = \frac{(PFe)(PCO_2)}{(PFe_3O_4)(PCO)}$
 B. $K_p = \frac{(PCO_2)}{(PCO)}$
 C. $K_p = \frac{(PFe)^3(PCO_2)^4}{(PFe_3O_4)(PCO)^4}$
 D. $K_p = \frac{(PCO_2)^4}{(PCO)^4}$
 E. $K_p = \frac{(PCO)^4}{(PCO_2)^4}$

4. Di dalam suatu bejana tertutup yang volumenya 2 liter, pada suhu 127°C terdapat 0,1 mol gas SO_3 ; 0,2 mol gas SO_2 ; dan 0,1 mol gas O_2 yang berada dalam reaksi setimbang:

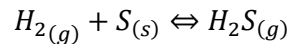


Hitunglah nilai tetapan kesetimbangannya....

- A. 1
 B. 2
 C. 3
 D. 4

E. 5

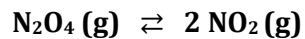
5. Diketahui reaksi:



Ke dalam wadah 1 liter dimasukkan 0,1 mol H_2 dan 0,1 mol S mencapai setimbang. Jika $K_c = 3$ maka mol H_2S terbentuk adalah ...

- A. 0,025
- B. 0,05
- C. 0,075
- D. 0,10
- E. 0,15

6. Sebanyak 4 mol gas
- N_2O_4
- dipanaskan dalam suatu ruangan sehingga 50% terdisosiasi membentuk gas
- NO_2
- dengan reaksi sebagai berikut:



Jika diketahui tekanan total campuran adalah 5,5 atm maka harga K_p pada suhu itu adalah ...

- A. 2
- B. 4
- C. 6
- D. 8
- E. 10

KUNCI JAWABAN dan PEMBAHASAN

No	Kunci jawaban	Pembahasan																																			
1	E	Pada kesetimbangan heterogen, harga tetapan kesetimbangan berasal dari komponen berwujud gas sehingga untuk reaksi kesetimbangan di atas $K_c = \frac{[CO]^3}{[CO_2]}$																																			
2	C	Kesetimbangan di atas merupakan kesetimbangan homogen. Oleh karenanya persamaan K_c berasal dari komponen dalam reaksi. persamaan K_c nya adalah $K_c = \frac{[H_2O]^2[Cl_2]^2}{[HCl]^4[O_2]}$																																			
3	D	Persamaan reaksi setara untuk reaksi di atas adalah : $Fe_3O_4(s) + 4CO(g) \rightleftharpoons 3Fe(s) + 4CO_2(g)$ Karena reaksi tersebut merupakan reaksi heterogen, maka harga K_p – nya hanya berasal dari komponen berfase gas saja sehingga persamaan K_p – nya menjadi $K_p = \frac{(PCO_2)^4}{(PCO)^4}$																																			
4	E	$K = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]}$ $[SO_3] = 0,1 \text{ mol}/2 \text{ L} = 0,05 \text{ mol/L}$ $[SO_2] = 0,2 \text{ mol}/2 \text{ L} = 0,10 \text{ mol/L}$ $[O_2] = 0,1 \text{ mol}/2 \text{ L} = 0,05 \text{ mol/L}$ $K = \frac{(0,05)^2}{(0,10)^2(0,05)}$ $= \frac{0,05}{0,01}$ $= 5$																																			
5	C	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"></td> <td style="text-align: center;">$H_2(g)$</td> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">$S(s)$</td> <td style="text-align: center;">\rightleftharpoons</td> <td style="text-align: center;">$H_2S(g)$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Awal</td> <td style="text-align: center;">0,1 mol</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0,1 mol</td> <td></td> <td style="text-align: center;">–</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Reaksi</td> <td style="text-align: center;">x mol</td> <td></td> <td style="text-align: center;">x mol</td> <td></td> <td style="text-align: center;">x mol</td> <td style="text-align: center;">(+)</td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="border-top: 1px solid black;"></td> </tr> <tr> <td>Setimbang</td> <td style="text-align: center;">$(0,1 - x)$ mol</td> <td></td> <td style="text-align: center;">$(0,1 - x)$ mol</td> <td></td> <td style="text-align: center;">x mol</td> <td></td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">$K_c = 3$</p> $K_c = \frac{[H_2S]}{[H_2]}$ $3 = \frac{(x \text{ mol} / 1 \text{ liter})}{(0,1-x) \text{ mol} / 1 \text{ liter}}$ $x = 0,075 \text{ mol}$ <p>Jadi, H_2S terbentuk sebanyak 0,075 mol pada keadaan setimbang.</p>		$H_2(g)$	+	$S(s)$	\rightleftharpoons	$H_2S(g)$		Awal	0,1 mol		0,1 mol		–		Reaksi	x mol		x mol		x mol	(+)								Setimbang	$(0,1 - x)$ mol		$(0,1 - x)$ mol		x mol	
	$H_2(g)$	+	$S(s)$	\rightleftharpoons	$H_2S(g)$																																
Awal	0,1 mol		0,1 mol		–																																
Reaksi	x mol		x mol		x mol	(+)																															
Setimbang	$(0,1 - x)$ mol		$(0,1 - x)$ mol		x mol																																

6	D	<p>% terdisosiasi = 50 % yang artinya nilai $\alpha = \frac{50}{100} = 0,5$ sehingga mol beraksi = mol mula-mula $\times \alpha = 4 \times 0,5 = 2 \text{ mol}$</p> <p>Reaksi : $\text{N}_2\text{O}_4 (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2 (\text{g})$ Awal : 4 mol - Reaksi : 2 mol (-) 4 mol (+)</p> <hr/> <p>Setimbang : 2 mol 4 mol</p> <p>Mol total = 2 mol + 4 mol = 6 mol P total = 6 atm</p> <p>$P_{\text{N}_2\text{O}_4} = \frac{\text{mol N}_2\text{O}_4}{\text{mol total}} \times P_{\text{total}} = \frac{2 \text{ mol}}{6 \text{ mol}} \times 6 \text{ atm} = 2 \text{ atm}$ $P_{\text{NO}_2} = \frac{\text{mol NO}_2}{\text{mol total}} \times P_{\text{total}} = \frac{4 \text{ mol}}{6 \text{ mol}} \times 6 \text{ atm} = 4 \text{ atm}$</p> <p>$K_p = \frac{(P_{\text{NO}_2})^2}{(P_{\text{N}_2\text{O}_4})} = \frac{4^2}{2} = \frac{16}{2} = 8$</p>
---	---	--

Pedoman Penskoran

Cocokkanlah jawaban anda dengan kunci jawaban. Hitunglah jawaban yang benar dengan skor yang telah terlampir, lalu perhatikan interval skor berikut

90 - 100	= baik sekali
80 - 89	= baik
70 - 79	= cukup
< 70	= kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80 atau lebih, anda dapat meneruskan dengan mengerjakan Evaluasi, Bagus!

Jika masih di bawah 80, anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai, Tetap Semangat!

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

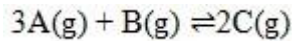
No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1	Apakah anda bisa menjelaskan pengertian tetapan kesetimbangan?		
2	Apakah anda bisa membuat rumus tetapan kesetimbangan pada reaksi homogen?		
3	Apakah anda bisa membuat rumus tetapan kesetimbangan pada reaksi heterogen?		
4	Apakah anda bisa menghitung harga tetapan kesetimbangan dalam suatu reaksi kimia?		

Apabila jawaban kalian pada ketiga pertanyaan diatas “ya”, maka kalian sudah memahami menentukan dan menghitung tetapan kesetimbangan dalam suatu reaksi kimia, silahkan melanjutkan materi pelajaran kimia berikutnya. Namun, apabila kalian masih menjawab tidak atau belum, maka silahkan pelajari lagi ya kegiatan pembelajaran yang pertama .

EVALUASI

Jawablah pertanyaan berikut ini !

1. Suatu sistem reaksi dalam keadaan setimbang bila...
 - A. Reaksi berlangsung dua arah pada waktu bersamaan
 - B. Reaksi berlangsung dalam dua arah dalam laju reaksi yang sama
 - C. Jumlah mol zat yang ada pada keadaan setimbang selalu sama
 - D. Masing-masing zat yang bereaksi sudah habis
 - E. Jumlah zat yang terbentuk dalam reaksi sama dengan pereaksi
2. Suatu reaksi *reversible* mencapai kesetimbangan apabila....
 - A. volume pereaksi sama dengan volume hasil
 - B. mol ruas kiri sama dengan mol ruas kanan
 - C. berat pereaksi sama dengan berat hasil
 - D. laju reaksi ke kiri sama dengan laju reaksi ke kanan
 - E. konsentrasi pereaksi sama dengan konsentrasi hasil
3. Manakah yang tidak termasuk ciri terjadinya reaksi kesetimbangan,...
 - A. reaksi *reversible*
 - B. terjadi dalam ruang tertutup
 - C. laju reaksi ke kiri sama dengan laju reaksi ke kanan
 - D. reaksinya tidak dapat balik
 - E. tidak terjadi perubahan makroskopis
4. Tetapan kesetimbangan reaksi $\text{H}_2(g) + \text{I}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{HI}(g)$ adalah 50 pada 600 K, maka tetapan kesetimbangan untuk $\text{HI}(g) \rightleftharpoons \frac{1}{2} \text{H}_2(g) + \frac{1}{2} \text{I}_2(g)$ adalah
 - A. 0,141
 - B. 0,414
 - C. 0,114
 - D. 0,014
 - E. 1,410
5. Sebanyak 2 mol PCl_5 dimasukkan ke dalam wadah 2 L dan dipanasi pada suhu 250 °C untuk mencapai keadaan setimbang, ketika 60% PCl_5 terurai menjadi PCl_3 dan Cl_2 . Nilai tetapan kesetimbangan, K_c , untuk reaksi $\text{PCl}_5(g) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(g) + \text{Cl}_2(g)$ adalah ...
 - A. 0,3
 - B. 0,9
 - C. 1,3
 - D. 1,9
 - E. 2,9
6. Dalam kesetimbangan: $\text{A}(g) + \text{B}(g) \rightleftharpoons \text{C}(g) + \text{D}(g)$
Ketika 1 mol masing-masing reaktan dicampur, terbentuk 0,6 mol setiap produk, berapakah nilai tetapan kesetimbangan reaksi tersebut jika volume wadah tertutup adalah 1
 - A. 2,10
 - B. 2,20
 - C. 2,25
 - D. 2,30
 - E. 2,50
7. Gas A,B, dan C masing-masing 0,4 mol, 0,6 ,mol, dan 0,2 mol dicampurkan dalam ruang tertutup dan terjadi reaksi kesetimbangan:



Pada saat setimbang 0,3 mol gas A telah bereaksi, maka gas B yang ada dalam keadaan setimbang adalah...

- A. 0,1 mol
 - B. 0,2 mol
 - C. 0,3 mol
 - D. 0,4 mol
 - E. 0,5 mol
8. Suatu molekul X_2Y terdisosiasi dalam air menjadi X^+ dan Y^{2-} dengan tetapan disosiasi tertentu. Jika 2 mol X_2Y dilarutkan dalam 1 liter air maka 0,45 mol ion X^+ terbentuk. Berapa persentase disosiasi X_2Y yang terdapat dalam air?
- A. 10,25
 - B. 10,5
 - C. 11,25
 - D. 11,5
 - E. 12,25
9. Buatlah satuan tetapan kesetimbangan untuk reaksi berikut ini
- $$2N_{2(g)} + 4O_{2(g)} \rightleftharpoons 4NO_{2(g)}$$
- A. M^{-1}
 - B. M^{-2}
 - C. M^{-3}
 - D. M^1
 - E. M^2
10. Diketahui reaksi kesetimbangan: $2HCl_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + Cl_{2(g)}$
Nilai $K_c = 4,17 \cdot 10^{-34}$ pada suhu kamar.
Berapa nilai K_c untuk reaksi pembentukan $HCl_{(g)}$?
- A. $4,17 \cdot 10^{-34}$
 - B. $2,398 \cdot 10^{-33}$
 - C. $2,398 \cdot 10^{-33}$
 - D. $2,398 \cdot 10^{33}$
 - E. $2,398 \cdot 10^{34}$

KUNCI JAWABAN

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

Pedoman Penilaian

1 soal memiliki skor = 10
 Jumlah Skor Maksimal = 100
 Jumlah Skor Perolehan = jumlah benar x 10

Pedoman Penskoran

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1 dan 2.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlahskorperolehan}}{\text{Jumlahskormaksimal}} \times 100 \%$$

Konversi tingkat penguasaan:

90 - 100% = baik sekali
 80 - 89% = baik
 70 - 79% = cukup
 < 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan pada materi berikutnya . Bagus! Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Larutan Penyangga pada Kegiatan Belajar 1 dan 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

**"Bermimpilah setinggi langit, jika engkau jatuh,
 engkau akan jatuh di antara bintang-bintang."
 (Soekarno)**

DAFTAR PUSTAKA

- Emi Sulami,dkk. Buku Panduan Pendidik Kimia Untuk SMAMA Kelas XI. Intan Pariwara. Klaten. 2009.
- Elizabeth Thahjadarmawan. Gagas Kimia Jilid 2. Rexaqila Media.Yogyakarta 2018 .
- Nana Sutresna. KIMIA SMA XI Sekolah Menengah Atas.Grafindo. Jakarta. 2013.
- Sri Rahayu Ningsih. KIMIA SMA XI Sekolah Menengah Atas.Bumi Aksara. Jakarta. 2013.
- Unggul Sudarmo, dkk. KIMIA SMA XI Sekolah Menengah Atas.Penerbit Erlangga. Jakarta. 2014.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020



Modul Pembelajaran SMA

KIMIA



KELAS
XI



**PERGESERAN KESETIMBANGAN
KIMIA KELAS XI**

**PENYUSUN
Fadillah Okty Myranthika, M.Pd
SMA Negeri 13 Surabaya**

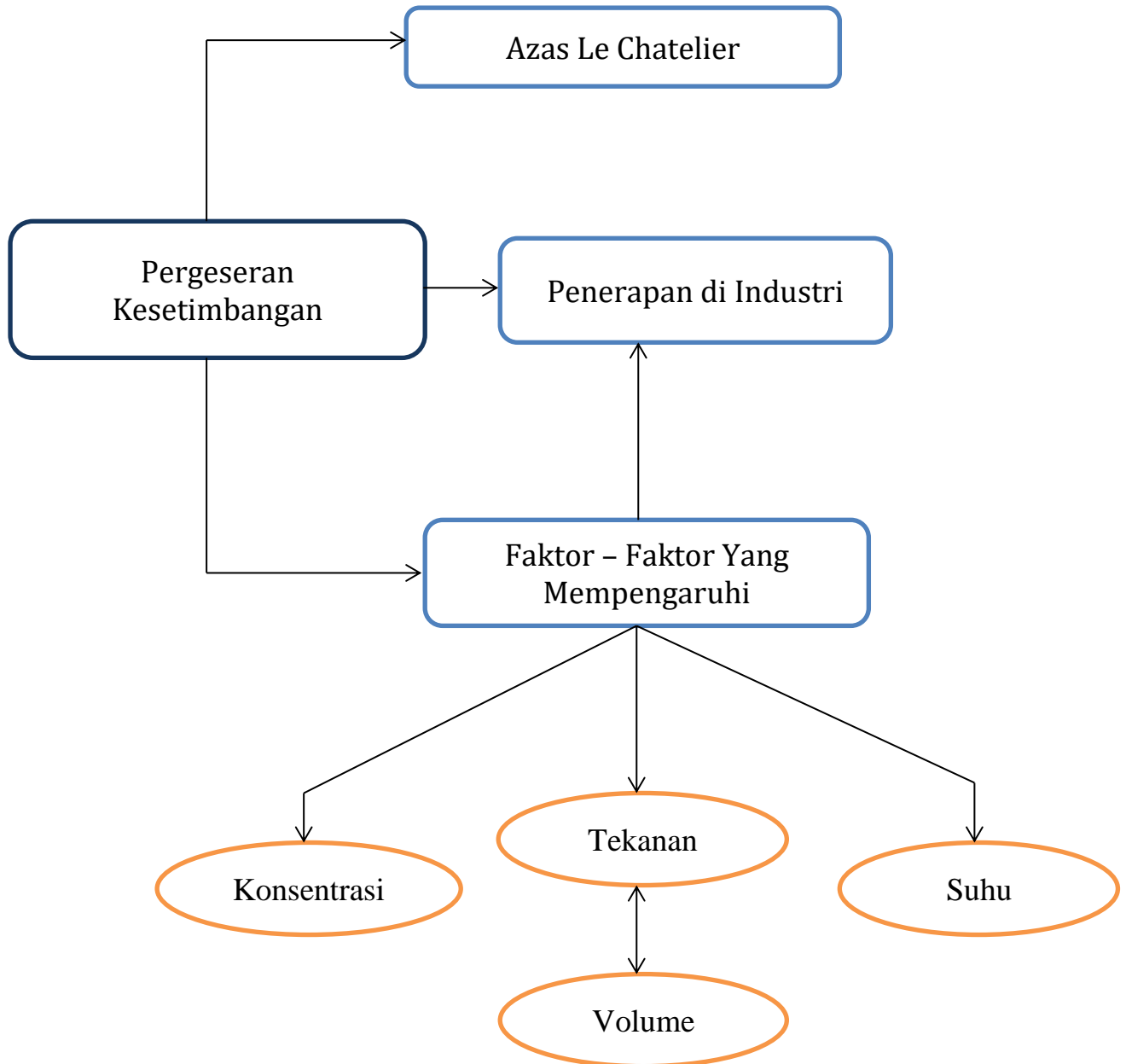
DAFTAR ISI

PENYUSUN	2
DAFTAR ISI	3
GLOSARIUM	4
PETA KONSEP	5
PENDAHULUAN	6
A. Identitas Modul	6
B. Kompetensi Dasar	6
C. Deskripsi Singkat Materi	6
D. Petunjuk Penggunaan Modul	6
E. Materi Pembelajaran	6
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	7
PERGESERAN KESETIMBANGAN	7
A. Tujuan Pembelajaran	7
B. Uraian Materi	7
C. Rangkuman	12
D. Penugasan Mandiri	12
E. Latihan Soal	13
F. Penilaian Diri	16
EVALUASI	17
DAFTAR PUSTAKA	21

GLOSARIUM

Keseimbangan Dinamis	: Suatu keadaan dari sistem keseimbangan yang menyatakan reaksi terus berlangsung ke dua arah yang berlawanan secara mikroskopis
Azas Le Chatelier	: Prinsip yang menyatakan bahwa jika dalam suatu sistem keseimbangan mengalami perubahan konsentrasi, suhu, volume, atau tekanan maka sistem akan menyesuaikan dirinya untuk meniadakan pengaruh perubahan yang diterapkan hingga keseimbangan baru tercapai
Konsentrasi larutan	: Besaran yang menunjukkan kepekatan suatu larutan melalui perbandingan antara zat terlarut dan pelarut
Koefisien Reaksi	: Angka yang ditulis mendahului rumus kimia zat, yang menyatakan perbandingan mol zat yang terlibat dalam reaksi
Reaksi Eksoterm	: Reaksi yang melepaskan kalor dari sistem ke lingkungan sehingga entalpi hasil reaksi menjadi berkurang
Reaksi Endoterm	: Reaksi yang menyerap kalor dari lingkungan ke sistem sehingga entalpi hasil reaksi bertambah
Kalor	: Energi yang berpindah akibat adanya perbedaan suhu
Entalpi	: Jumlah energi yang terkandung dalam suatu materi
Proses Haber Bosh	: Proses pembuatan gas amonia di industri yang menggunakan bahan baku gas nitrogen dan gas oksigen dengan katalis besi (Fe)
Proses Kontak	: Proses pembuatan asam sulfat di industri dengan menggunakan katalis vanadium pentaoksida (V_2O_5)
Katalis	: Zat yang dapat mempercepat terjadinya reaksi tetapi tidak ikut bereaksi
Optimal	: Suatu kondisi tertinggi dari suatu proses

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Kimia
Kelas	: XI
Alokasi Waktu	: 4 jam pelajaran
Judul Modul	: Pergeseran Kesetimbangan

B. Kompetensi Dasar

- 3.9 Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan dan penerapannya dalam industri
- 4.9 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan

C. Deskripsi Singkat Materi

Materi pada modul ini akan memberikan pengetahuan pada kalian tentang Pergeseran Kesetimbangan, Azas Le Chatelier yang digunakan sebagai dasar untuk mengetahui adanya pergeseran dalam suatu reaksi kesetimbangan. Disini kalian juga akan diberikan pengetahuan tentang Faktor – Faktor yang mempengaruhi Pergeseran Kesetimbangan serta penerapannya di Industri agar memperoleh produk yang maksimal.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Modul ini digunakan sebagai prasarat dalam pembelajaran materi yang berhubungan larutan seperti; larutan Asam Basa, Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan. Untuk menggunakan modul ini ikutilah langkah – langkah di bawah ini :

1. Bacalah peta konsep dan pahami materi tentang Pergeseran Kesetimbangan.
2. Berikan respon pada kegiatan observasi lingkungan, kemudian pahami materi pembelajaran 1 dan latihan soal.
3. Perdalam pemahamanmu tentang konsep Pergeseran Kesetimbangan dengan memahami rangkuman pembelajaran, kemudian mengerjakan penugasan mandiri.
4. Akhiri kegiatan dengan mengisi penilaian diri dengan jujur dan ulangi lagi pada bagian yang masih belum sepenuhnya di mengerti.
5. Untuk menguasai kompetensi secara keseluruhan, kerjakan soal evaluasi pada akhir modul.

E. Materi Pembelajaran

Modul ini hanya terdiri atas satu kegiatan pembelajaran yang meliputi; Azas Le Chatelier, Faktor–faktor yang Mempengaruhi Pergeseran Kesetimbangan dan Penerapan Kesetimbangan di Industri, dimana di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

PERGESERAN KESETIMBANGAN

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran ini diharapkan kalian akan mampu menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan berdasarkan Azas Le Chatelier dan penerapannya dalam industri

B. Uraian Materi

Dunia industri banyak sekali menerapkan sistem kesetimbangan. Prinsip utama dalam industri adalah bagaimana cara untuk menghasilkan produk seoptimal mungkin. Hal tersebut dapat dicapai dengan memodifikasi system kesetimbangan yang terjadi. Konsep tentang Kesetimbangan sudah dibahas pada Modul Sebelumnya. Menurut kalian apakah kesetimbangan dapat mengalami pergeseran? Betul sekali bahwa kesetimbangan kimia dapat mengalami pergeseran akibat adanya pengaruh yang diberikan kepadanya. Pergeseran kesetimbangan kimia dapat dijelaskan oleh beberapa hal yaitu:

1. Azas Lee Chatlier

Azas Le Chatelier adalah azas yang digunakan untuk memprediksi pengaruh perubahan kondisi pada kesetimbangan kimia. Azas Le Chatelier berbunyi:

“Jika suatu sistem kesetimbangan menerima suatu aksi, maka sistem tersebut akan mengadakan suatu reaksi sehingga pengaruh aksi menjadi sekecil-kecilnya”

Cara sistem melakukan reaksi adalah dengan melakukan pergeseran ke kiri atau ke kanan. Pergeseran ke kiri artinya laju reaksi ke arah kiri menjadi lebih besar dan pergeseran ke kanan artinya laju reaksi ke kanan menjadi lebih besar.

Dalam ilmu kimia, Azas Le Chatelier digunakan untuk memanipulasi hasil dari reaksi bolak-balik (reversibel) bahkan bisa juga untuk memperbanyak produk reaksi. Azas Le Chatelier hanya berlaku untuk kesetimbangan dinamis.

Perubahan dari keadaan kesetimbangan semula ke keadaan kesetimbangan yang baru akibat adanya aksi atau pengaruh dari luar itu dikenal dengan pergeseran kesetimbangan (Martin S. Silberberg, 2000).

2. Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Pergeseran Kesetimbangan

Suatu sistem dalam keadaan setimbang cenderung untuk mempertahankan kesetimbangannya sehingga jika ada pengaruh dari luar, maka sistem tersebut akan berubah sedemikian rupa agar segera diperoleh keadaan kesetimbangan lagi seperti yang diungkapkan oleh Azas Le Chatelier. Hal- hal apa sajakah yang dapat mempengaruhi kesetimbangan? Beberapa aksi yang dapat menyebabkan pergeseran pada sistem kesetimbangan akan diuraikan berikut ini

a. Pengaruh Perubahan Konsentrasi

Jika pada suatu sistem kesetimbangan, konsentrasi salah satu komponen dalam sistem ditambah maka kesetimbangan akan bergeser dari arah penambahan itu, dan bila salah satu komponen dikurangi maka kesetimbangan akan bergeser ke arah pengurangan itu. Sesuai dengan azas Le Chatelier (Reaksi = - aksi), jika konsentrasi salah satu komponen tersebut diperbesar, maka reaksi sistem akan

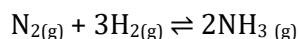
mengurangi komponen tersebut. Sebaliknya, jika konsentrasi salah satu komponen diperkecil, maka reaksi sistem adalah menambah komponen itu. Oleh karena itu, pengaruh konsentrasi terhadap kesetimbangan berlangsung sebagaimana yang digambar pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Pengaruh Konsentrasi terhadap Kesetimbangan

No	Aksi	Reaksi	Cara Sistem Bereaksi
1	Menambah konsentrasi pereaksi	konsentrasi pereaksi berkurang	Bergeser ke kanan
2	Mengurangi konsentrasi pereaksi	konsentrasi pereaksi bertambah	Bergeser ke kiri
3	Memperbesar konsentrasi produk	konsentrasi produk berkurang	Bergeser ke kiri
4	Mengurangi konsentrasi produk	konsentrasi produk bertambah	Bergeser ke kanan
5	Mengurangi konsentrasi total	konsentrasi total berkurang.	Bergeser ke arah yang jumlah molekulnya besar

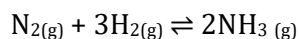
Contoh:

Sistem kesetimbangan pembentukan ammonia



Jika konsentrasi gas nitrogen (N_2) ditambah, kesetimbangan akan bergeser ke kanan yang berakibat konsentrasi gas hidrogen berkurang dan konsentrasi ammonia bertambah.

Mengapa bisa terjadi demikian? Hal ini dapat dijelaskan berdasarkan pengertian bahwa nilai tetapan kesetimbangan (K) selalu tetap pada suhu tetap. Pada sistem kesetimbangan:



Mempunyai nilai tetapan kesetimbangan (dinyatakan dengan K_1)

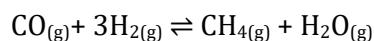
$$K_1 = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}$$

Rumusan tetapan kesetimbangan K_1 dapat dipandang sebagai angka pecahan dengan pembilang $[\text{NH}_3]^2$ dan penyebut $[\text{N}_2][\text{H}_2]^3$. Jika K_1 nilainya tetap maka penambahan konsentrasi N_2 tentu akan diimbangi dengan penurunan konsentrasi H_2 dan kenaikan konsentrasi NH_3 . Kejadian ini menjelaskan bahwa reaksi bergeser ke arah kanan.

b. Pengaruh Tekanan dan Volume

Konsentrasi gas dalam sebuah ruang, berbanding terbalik dengan volume, sehingga penambahan tekanan dengan cara memperkecil volume akan memperbesar konsentrasi semua komponen. Sesuai dengan azas Le Chatelier, maka sistem akan bereaksi dengan mengurangi tekanan. Sebagaimana kalian ketahui, tekanan gas bergantung pada jumlah molekul dan tidak bergantung pada jenis gas. Oleh karena itu, untuk mengurangi tekanan maka reaksi

kesetimbangan akan bergeser ke arah yang jumlah koefisiennya molekul gas lebih kecil. Sebaliknya, jika tekanan dikurangi dengan cara memperbesar volume, maka sistem akan bereaksi dengan menambah tekanan dengan cara menambah jumlah molekul. Reaksi akan bergeser ke arah yang jumlah koefisiennya molekul gas lebih besar. Penjelasan pengaruh penambahan tekanan (dengan cara memperkecil volume) dapat dipelajari dari reaksi kesetimbangan berikut:



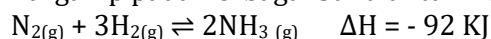
Penambahan tekanan menggeser kesetimbangan ke kanan, ke arah reaksi yang jumlah koefisiennya terkecil, dan tekanan akan berkurang. Ketika volume diperkecil maka konsentrasi (rapatan) molekul gas bertambah dan menyebabkan pertambahan tekanan. Akibatnya, reaksi bergeser ke kanan untuk mengurangi tekanan. Satu molekul CH_4 dan 1 molekul H_2O (4 molekul pereaksi hanya menghasilkan 2 molekul produk). Dengan berkurangnya jumlah molekul, maka tekanan akan berkurang.

Berdasarkan uraian tersebut diatas, menunjukkan bahwa kenaikan tekanan menyebabkan reaksi bergeser ke arah total mol gas yang kecil dan sebaliknya penurunan tekanan akan menyebabkan reaksi bergeser ke arah total mol gas yang besar. Untuk reaksi yang tidak mempunyai selisih jumlah mol gas perubahan tekanan atau volume tidak akan menyebabkan perubahan dalam kesetimbangan.

c. Pengaruh Perubahan Suhu

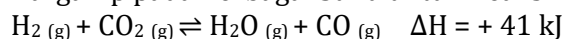
Perubahan suhu pada suatu reaksi setimbang akan menyebabkan terjadinya perubahan harga tetapan kesetimbangan (K). Untuk mengetahui bagaimana pengaruh perubahan suhu terhadap pergeseran kesetimbangan berikut disajikan data harga K untuk berbagai suhu dari dua reaksi kesetimbangan yang berbeda,

Tabel 2 a. Harga Kp pada Berbagai Suhu untuk Reaksi Kesetimbangan:



Suhu (°K)	298	500	700	900
Kp (x 10 ¹⁰)	6,76 x 10 ⁵	3,55 x 10 ⁻²	7,76 x 10 ⁻⁵	1,00 x 10 ⁻⁶

Tabel 2 b. Harga Kp pada Berbagai Suhu untuk Reaksi Kesetimbangan:



Suhu (°K)	298	500	700	900
Kp (x 10 ¹⁰)	1,00 x 10 ⁻⁵	7,76 x 10 ⁻³	1,23 x 10 ⁻¹	6,01 x 10 ⁻¹

Dari kedua tabel tersebut terdapat perbedaan, pada reaksi pertama jika suhunya diperbesar harga Kp makin kecil, ini berarti zat hasil makin sedikit yang diakibatkan oleh terjadinya pergeseran reaksi ke kiri.

Pada reaksi kedua justru terjadi sebaliknya, yaitu bila suhunya diperbesar harga Kp menjadi makin besar, berarti jumlah zat hasil makin banyak yang diakibatkan terjadinya pergeseran kesetimbangan ke kanan. Perbedaan dari

kedua reaksi tersebut adalah harga perubahan entalpinya. Untuk reaksi pembentukan gas NH_3 perubahan entalpinya negatif (Reaksi eksoterm) yang menunjukkan bahwa reaksi kekanan melepaskan kalor. Sedangkan pada reaksi antara gas H_2 dengan gas CO_2 harga perubahan entalpinya berharga positif (Reaksi endoterm) yang menunjukkan bahwa reaksi ke kanan adalah reaksi yang menyerap kalor. Dengan demikian pergeseran reaksi kesetimbangan akibat perubahan suhu ditentukan oleh jenis reaksinya endoterm atau eksoterm.

Menurut Azas Le Chatelier, jika sistem kesetimbangan dinaikan suhunya, maka akan terjadi pergeseran kesetimbangan ke arah reaksi yang menyerap kalor (reaksi endoterm).

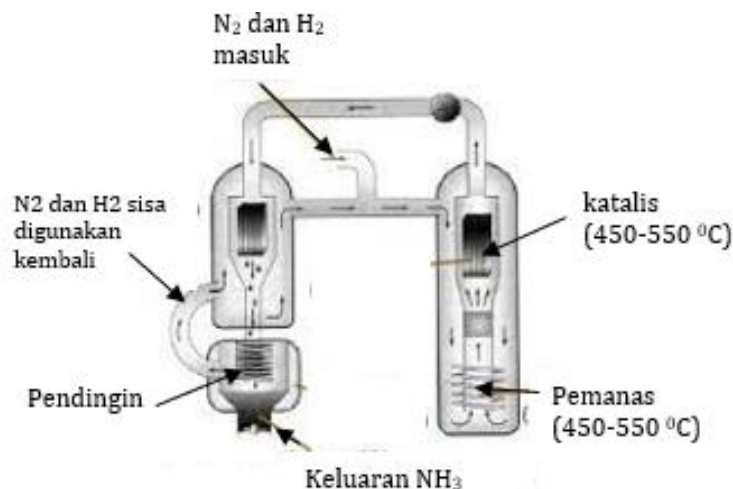
3. Penerapan Kesetimbangan dalam Industri

Dalam industri yang melibatkan reaksi kesetimbangan kimia, produk reaksi yang dihasilkan tidak akan bertambah ketika system telah mencapai kesetimbangan. Produk reaksi akan kembali dihasilkan, jika dilakukan perubahan konsentrasi, perubahan suhu, atau perubahan tekanan dan volume. Pada bagian ini akan dibahas bagaimana proses produksi amonia (NH_3) dan asam sulfat (H_2SO_4) dalam industry. Kedua bahan kimia tersebut dalam proses pembuatannya melibatkan reaksi kesetimbangan, yang merupakan tahap paling menentukan untuk kecepatan produksi.

a. Pembuatan Amonia (NH_3) dengan Proses Haber Bosh

Nitrogen terdapat melimpah di udara, yaitu sekitar 78% volume. Walaupun demikian, senyawa nitrogen tidak terdapat banyak di alam. Satu-satunya sumber alam yang penting ialah NaNO_3 yang disebut Sendawa Chili. Sementara itu, kebutuhan senyawa nitrogen semakin banyak, misalnya untuk industri pupuk, dan bahan peledak. Oleh karena itu, proses sintesis senyawa nitrogen, fiksasi nitrogen buatan, merupakan proses industri yang sangat penting. Metode yang utama adalah mereaksikan nitrogen dengan hidrogen membentuk amonia. Selanjutnya amonia dapat diubah menjadi senyawa nitrogen lain seperti asam nitrat dan garam nitrat

Dasar teori pembuatan amonia dari nitrogen dan hidrogen ditemukan oleh Fritz Haber (1908), seorang ahli kimia dari Jerman. Sedangkan proses industri pembuatan amonia untuk produksi secara besar-besaran ditemukan oleh Carl Bosch, seorang insinyur kimia juga dari Jerman. Perhatikan skema proses Haber Bosch



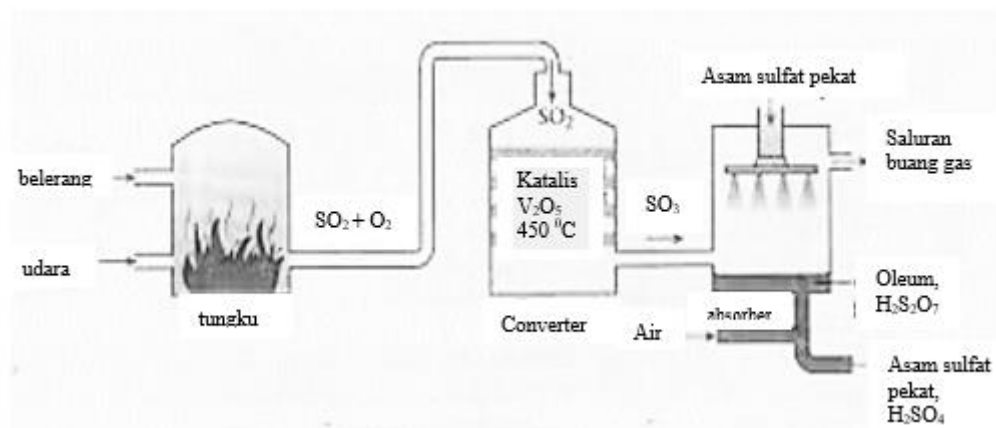
Sumber: Chemistry [The Central Science](#) 2000

Gambar 1.2 Skema Proses Haber Bosch

Berdasarkan prinsip kesetimbangan kondisi yang menguntungkan untuk ketuntasan reaksi ke kanan (pembentukan NH_3) adalah suhu rendah dan tekanan tinggi. Akan tetapi, reaksi tersebut berlangsung sangat lambat pada suhu rendah, bahkan pada suhu 500°C sekalipun. Dipihak lain, karena reaksi ke kanan eksoterm, penambahan suhu akan mengurangi rendemen. Peranan katalisator dalam industri amonia juga sangat diperlukan untuk mempercepat terjadinya kesetimbangan. Tentunya kalian masih ingat dengan katalisator bukan? Katalisator adalah zat yang dapat mempercepat reaksi tetapi zat tersebut tidak ikut bereaksi. Untuk mengurangi reaksi balik, amonia yang terbentuk harus segera dipisahkan. Mula-mula campuran gas nitrogen dan hidrogen dikompresi (dimampatkan) hingga mencapai tekanan yang diinginkan. Kemudian campuran gas dipanaskan dalam suatu ruangan yang bersama katalisator sehingga terbentuk amonia. Keadaan reaksi untuk menghasilkan NH_3 sebanyak-banyaknya disebut kondisi optimum. Kondisi optimum pada industri amoniak dilakukan pada suhu 600°C dan tekanan ruangan 1000 atm . (www.kkppbumn.depkeu.go.id)

b. Pembuatan Asam Sulfat (H_2SO_4)

Asam sulfat merupakan bahan industri kimia yang penting, yaitu digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan pupuk. Proses pembuatan asam sulfat (H_2SO_4) sebenarnya ada dua cara, yaitu dengan proses kamar timbal dan proses kontak. Proses kamar timbal sudah lama ditinggalkan karena kurang menguntungkan. Proses kontak menghasilkan asam sulfat mencapai kadar 99% dan biayanya lebih murah.



Gambar 1. 3 Skema Pembuatan Asam Sulfat

Pembuatan asam sulfat meliputi 3 tahap, yaitu sebagai berikut:

- 1). Pembentukan belerang dioksida, persamaan reaksinya adalah

$$\text{S}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{SO}_{2(g)}$$
- 2). Pembentukan belerang trioksida, persamaan reaksinya adalah

$$\text{SO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{SO}_{3(g)} \quad \Delta H = -196 \text{ kJ}$$
- 3). Pembentukan asam sulfat, melalui zat antara, yaitu asam piro-sulfat.

Persamaan reaksinya adalah

$$\text{SO}_{3(g)} + \text{H}_2\text{SO}_{4(aq)} \rightarrow \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_{7(aq)}$$

$$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_{7(aq)} + \frac{1}{2} \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$$

Tahap penting dalam proses ini adalah reaksi (2). Reaksi ini merupakan reaksi kesetimbangan dan eksoterm. Sama seperti pada sintesis amonia, reaksi ini hanya berlangsung baik pada suhu tinggi. Akan tetapi pada suhu tinggi justru

kesetimbangan bergeser ke kiri. Untuk memperbanyak hasil harus memperhatikan azas Le Chatelier.

- Reaksi tersebut menyangkut tiga partikel pereaksi (2 partikel SO_2 dan 1 partikel gas O_2) untuk menghasilkan 2 partikel SO_3 . Jadi, perlu dilakukan pada tekanan tinggi.
- Reaksi ke kanan adalah reaksi eksoterm ($\Delta H = -196 \text{ kJ}$), berarti harus dilakukan pada suhu rendah. Masalahnya, pada suhu rendah reaksinya menjadi lambat. Seperti pada pembuatan amonia, permasalahan ini dapat diatasi dengan penambahan katalis V_2O_5 . Dari penelitian didapat kondisi optimum untuk proses industri asam sulfat adalah pada suhu antar $400 \text{ C} - 450 \text{ }^\circ\text{C}$ dan tekanan 1 atm.

C. Rangkuman

Suatu sistem dalam keadaan setimbang cenderung mempertahankan kesetimbangannya, sehingga bila ada pengaruh dari luar maka sistem tersebut akan berubah sedemikian rupa agar segera diperoleh keadaan kesetimbangan lagi. Dalam hal ini dikenal dengan azas Le Chatelier yaitu, jika dalam suatu sistem kesetimbangan diberikan aksi, maka sistem akan berubah sedemikian rupa sehingga pengaruh aksi itu sekecil mungkin. Beberapa aksi yang dapat menimbulkan perubahan pada sistem kesetimbangan antara lain,

1. Perubahan Konsentrasi

Jika dalam suatu sistem kesetimbangan konsentrasi salah satu komponen dalam sistem ditambah maka kesetimbangan akan bergeser dari arah penambahan itu, dan jika salah satu komponen dikurangi maka kesetimbangan akan bergeser ke arah pengurangan itu.

2. Perubahan Volume/Tekanan

Antara volume dan tekanan berbanding terbalik, jika volume diperbesar maka tekanan diperkecil begitu juga sebaliknya.

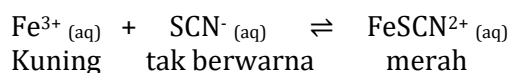
Jika dalam suatu sistem kesetimbangan volume diperbesar/tekanan diperkecil maka kesetimbangan akan bergeser ke arah koefisien zat yang lebih besar dan jika volumenya diperkecil/tekanan diperbesar maka kesetimbangan akan bergeser ke arah koefisien yang lebih kecil.

3. Perubahan Suhu

Menurut Azas Le Chatelier, jika sistem dalam sistem kesetimbangan terjadi kenaikan suhu, maka akan terjadi pergeseran kesetimbangan ke arah reaksi yang menyerap kalor (ΔH positif/endoterm) dan sebaliknya jika dalam sistem penurunan suhu maka akan terjadi pergeseran kesetimbangan ke arah reaksi yang melepaskan kalor (ΔH negative/eksoterm)

D. Penugasan Mandiri

Diketahui sistem kesetimbangan antara larutan Fe^{3+} (kuning), SCN^{2-} (tak berwarna) dengan FeSCN^{2+} (merah), dengan reaksi kesetimbangan sebagai berikut :



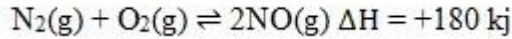
Prediksikanlah ke arah manakah pergeseran kesetimbangan reaksi diatas dan tentukan pula perubahan warnanya, Jika :

1. Konsentrasi SCN^{2-} ditambah
2. Konsentrasi Fe^{3+} dikurangi

E. Latihan Soal

Pilihlah Jawaban yang Tepat

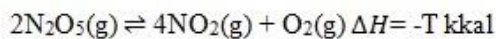
1. Agar pada reaksi kesetimbangan:



Jumlah gas NO yang dihasilkan maksimal, maka tindakan yang diperlukan adalah...

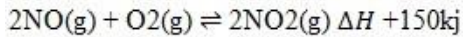
- A. Menaikan tekanan
- B. Menurunkan tekanan
- C. Mengecilkan volum
- D. Menaikkan suhu
- E. Memperbesar volume

2. Perhatikan reaksi berikut.



Reaksi kesetimbangan bergeser kekiri jika...

- A. Konsentrasi O_2 ditambah
 - B. Suhu diturunkan
 - C. Tekanan diperkecil
 - D. Konsentrasi NO_2 dikurangi
 - E. Volume diperbesar
3. Perhatikan reaksi kesetimbangan berikut:



Apabila pada volume tetap pada temperatur dinaikkan, kesetimbangan bergeser kearah...

- A. Kanan dan harga K tetap
 - B. Kiri dan harga K kecil
 - C. Kanan dan harga K semakin besar
 - D. Kanan dan harga K semakin kecil
 - E. Kiri dan harga K makin besar
4. Berikut adalah faktor-faktor yang mempengaruhi kesetimbangan suatu reaksi reversibel, kecuali.....
- A. Suhu
 - B. Volume
 - C. Tekanan
 - D. Konsentrasi
 - E. Katalisator
5. jika terhadap suatu sistem kesetimbangan dilakukan suatu aksi, pada system akan terjadi suatu reaksi sehingga pengaruh aksi terhadap system menjadi sekecil mungkin. Asas ini dikemukakan oleh
- A. Van't Haff
 - B. de Broglie
 - C. Le Chatelier

- D. Hess
E. Dalton
6. Diantara persamaan reaksi kesetimbangan berikut ini akan bergeser ke kanan jika tekanan diperbesar, yaitu ...
A. $S(s) + O_2(g) \rightleftharpoons SO_2(g)$
B. $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2 HI(g)$
C. $2 SO_3(g) \rightleftharpoons 2 SO_2(g) + O_2(g)$
D. $C(s) + O_2(g) \rightleftharpoons CO_2(g)$
E. $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2 NH_3(g)$
7. Reaksi homogen yang tidak dipengaruhi oleh perubahan volume adalah...
A. $2NO_2(g) \rightleftharpoons 2 NO(g) + O_2(g)$
B. $2 NH_3(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 3 H_2(g)$
C. $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$
D. $2 HCl(g) \rightleftharpoons H_2(g) + Cl_2(g)$
E. $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2 HI(g)$
8. Pada reaksi kesetimbangan: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ $\Delta H = - x$ kJ
Jika suhu diturunkan, kesetimbangan akan bergeser ke
A. kiri, karena proses reaksi eksoterm
B. kiri, karena $\Delta H = - x$ kJ
C. tetap, karena jumlah koefisien reaksi pereaksi lebih besar
D. kanan, karena proses reaksi berlangsung eksoterm
E. kanan, karena proses reaksi endoterm
9. Reaksi kesetimbangan
 $2NO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ $\Delta H = -27$ kJ
Jika volume diperbesar, kesetimbangan akan bergeser ke
A. kanan, gas NO_2 berkurang
B. kanan, gas NO_2 bertambah
C. kanan, gas NO bertambah
D. kiri, gas NO bertambah
E. kiri, gas NO berkurang
10. Pada reaksi kesetimbangan: $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ $\Delta H = - y$ kJ
Jika volume diperkecil, kesetimbangan akan bergeser ke
A. kiri, karena ke arah eksoterm
B. kanan, karena ke arah endoterm
C. kiri, karena jumlah koefisien pereaksi lebih besar
D. kanan, karena proses reaksi eksoterm
E. kanan, karena jumlah koefisien hasil reaksi lebih kecil

Kunci Jawaban dan Pembahasan Soal Latihan

No	Kunci Jawaban	Pembahasan
1	B	Menurut Azas Le Chatelier, jika sistem dalam kesetimbangan terjadi kenaikan suhu, maka akan terjadi pergeseran kesetimbangan ke arah reaksi yang menyerap kalor (Apabila koefisien sama antara produk dan reaksi maka volume dan tekanan tidak mempengaruhi reaksi. Reaksi diatas termasuk reaksi endoterm jadi jika dinaikkan suhu maka kesetimbangan akan bergeser ke arah reaksi endoterm atau bergeser ke arah kanan (NO), jika reaksi bergeser ke arah kanan maka nilai Kc akan semakin besar.
2	B	Jika suhu diturunkan reaksi kesetimbangan bergeser ke kiri. Jika suhu dinaikkan reaksi kesetimbangan bergeser ke kanan.
3	C	Kenaikan temperatur menyebabkan kesetimbangan bergeser ke kanan, ke arah hasil dan harga K naik.
4	E	Faktor-faktor yang mempengaruhi kesetimbangan yaitu suhu, konsentrasi, tekanan, dan volume.
5	C	Hubungan antara reaksi yang timbul pada system kesetimbangan dengan aksi yang diberikan dari luar dirumuskan oleh seorang ahli kimia berkebangsaan perancis, Henry Louis Le Chatelier, yang terkenal dengan asas Le Chatelier, yang menyatakan: "Jika pada suatu sistem yang berada dalam keadaan setimbang dilakukan suatu aksi (tindakan), maka system akan mengadakan reaksi yang cenderung mengurangi pengaruh aksi tersebut."
6	E	Dapat kita lihat bahwa pada persamaan reaksi: $\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(g)}$ jumlah mol diruas kiri (4) > jumlah mol diruas kanan (2) Kemudian jika tekanan diperbesar maka volume akan berkurang, reaksi akan bergeser ke jumlah mol yang paling kecil yaitu pada ruas kanan. Jadi, reaksi akan bergeser ke arah kanan.
7	D	Bila volume diperbesar kesetimbangan akan bergeser menuju ke ruas dengan jumlah molekul atau partikel (jumlah koefisien reaksi) yang besar. Jadi, pada reaksi $2\text{HCl}_{(g)} \rightleftharpoons \text{H}_{2(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$ jumlah koefisien pada ruas kiri dan kanan yaitu sama sehingga tidak dipengaruhi oleh volume.
8	D	Reaksi kesetimbangan pada soal ini bersifat eksoterm (menghasilkan kalor) maka jika suhu diturunkan kesetimbangan bergeser ke kanan karena proses reaksinya berlangsung eksoterm.
9	D	Karena yang diubah adalah faktor volume diperbesar maka sistem kesetimbangan reaksi soal ini akan bergeser ke sisi di mana jumlah molekulnya lebih besar (dalam hal ini ke sisi pereaksi ~ kiri) dan gas NO menjadi bertambah.

10	E	Karena yang diubah adalah faktor volume yang diperkecil maka sistem kesetimbangan reaksi soal ini akan bergeser ke sisi di mana jumlah molekulnya lebih sedikit (diindikasikan dengan jumlah koefisien zat), sisi kanan jumlah koefisiennya lebih kecil, dalam hal ini ke sisi hasil reaksi ~ kanan.
----	---	--

F. Penilaian Diri

Setelah mempelajari kegiatan pembelajaran 1 tentang Pergeseran Kesetimbangan, berikut diberikan tabel pertanyaan untuk mengukur keberhasilan kalian terhadap penguasaan materi ini.

Tabel Penilaian Diri

No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1	Dapatkah kalian menjelaskan Azas Le Chatelier dalam hubungannya dengan pergeseran kesetimbangan ?		
2	Dapatkah kalian memprediksi arah pergeseran reaksi kesetimbangan berdasarkan Faktor – faktor yang mempengaruhinya?		
3	Jika diberikan contoh penerapan reaksi kesetimbangan di Industri, dapatkah kalian menjelaskan upaya apa yang harus dilakukan agar dihasilkan produk yang maksimum ?		

EVALUASI

Pilihlah jawaban yang tepat !

1. Reaksi kesetimbangan: $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 2\text{SO}_2(\text{g})$
Jika tekanan diperbesar, pernyataan yang tepat adalah
 - A. Bergeser ke kanan, gas SO_2 bertambah
 - B. Bergeser ke kanan, gas SO_2 berkurang
 - C. Bergeser ke kanan, gas H_2O berkurang
 - D. Bergeser ke kiri, gas H_2S bertambah
 - E. Bergeser ke kiri, gas O_2 bertambah
2. Suatu sistem kesetimbangan gas memiliki persamaan reaksi:
 $2\text{PQ}_{2(\text{g})} \rightleftharpoons \text{P}_2\text{Q}_{4(\text{g})} \quad \Delta H = + x \text{ kJ/mol}$
Jika pada sistem kesetimbangan ditingkatkan tekanannya maka sistem tersebut akan bergeser
 - A. Kanan, karena bergeser ke arah jumlah mol yang kecil
 - B. Kiri, karena bergeser ke arah eksoterm
 - C. Kiri, karena bergeser ke arah endoterm
 - D. Kanan, karena bergeser ke arah endoterm
 - E. Kiri, karena bergeser ke arah jumlah mol yang besar
3. Perhatikan reaksi kesetimbangan berikut!
 $\text{N}_2\text{O}_{4(\text{g})} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(\text{g})} \quad \Delta H = - Q \text{ kJ}$
Jika volume ruangan diperbesar kesetimbangan akan bergeser ke arah
 - A. Kanan, karena bergeser ke arah jumlah mol yang kecil
 - B. Kiri, karena bergeser ke arah eksoterm
 - C. Kanan, karena jumlah mol hasil reaksi lebih besar
 - D. Kanan, karena jumlah mol pereaksi lebih kecil
 - E. Kanan, karena proses reaksi eksoterm
4. Suatu sistem kesetimbangan gas memiliki persamaan reaksi:
 $2\text{AB}_2(\text{g}) + \text{B}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{AB}_3(\text{g}) \quad \Delta H = - X \text{ kJ/mol}$
Jika suhu pada sistem tersebut dinaikkan, maka sistem kesetimbangan akan bergeser ke arah....
 - A. Kanan, karena akan bergeser ke arah mol yang kecil
 - B. Kanan, karena bergeser ke arah eksoterm
 - C. Kiri, karena bergeser ke arah eksoterm
 - D. Kiri, karena bergeser ke arah jumlah mol yang besar
 - E. Kiri, karena bergeser ke arah endoterm
5. Diketahui reaksi kesetimbangan berikut ini :
 $2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = - x \text{ kJ/mol}$
Agar kesetimbangan bergeser ke kanan, hal-hal di bawah ini perlu dilakukan, kecuali...
 - A. Pada suhu tetap, konsentrasi gas CO ditambah
 - B. Pada suhu tetap, tekanan sistem diturunkan
 - C. Pada suhu tetap, volume diturunkan
 - D. Pada suhu tetap, konsentrasi gas oksigen ditambah
 - E. Suhu diturunkan

6. Dari reaksi kesetimbangan berikut, bila volume sistem diubah, maka yang tidak mengalami pergeseran kesetimbangan adalah
- $2 \text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3(\text{g})$
 - $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$
 - $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HCl}(\text{g})$
 - $2 \text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{N}_2\text{O}(\text{g})$
 - $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$
7. Reaksi kesetimbangan hidrolisis ester sebagai berikut.
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOCH}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$ Hal berikut ini memenuhi kaidah pergeseran kesetimbangan, kecuali.....
- Penambahan CH_3OH dapat menambah $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOCH}_3$
 - Pengambilan CH_3OH dapat menambah CH_3COOH
 - Pengambilan $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOCH}_3$ dapat menambah CH_3OH
 - Penambahan air menyebabkan $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ bertambah
 - Penambahan $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOCH}_3$ dapat menambah CH_3OH
8. Agar reaksi: $\text{CCl}_4(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{g}) + 2 \text{Cl}_2(\text{g})$ cepat mencapai keadaan kesetimbangan, perlakuan sebaiknya adalah
- pada suhu tetap, volume diperbesar
 - pada suhu tetap, tekanan diperbesar
 - ditambah katalisator
 - pada suhu tetap, konsentrasi $\text{CCl}_4(\text{g})$ diperbesar
 - pada suhu tetap, konsentrasi $\text{CCl}_4(\text{g})$ dikurangi
9. Dalam ruang tertutup terdapat reaksi kesetimbangan:
 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H = -92 \text{ kJ/mol}$
 Jika suhu dinaikkan, maka kesetimbangan akan bergeser ke arah
- Kiri, harga K bertambah
 - Kiri, harga K Berkurang
 - Kiri, harga K Tetap
 - Kanan, harga K Bertambah
 - Kanan, harga K tetap
10. Agar dapat diperoleh gas HBr sebanyak-banyaknya sesuai reaksi
 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HBr}(\text{g}) \quad \Delta H = +25 \text{ kJ/mol}$
 dapat ditempuh dengan cara
- Pada suhu tetap, volume diperbesar
 - Pada suhu tetap, tekanan diperkecil
 - Suhu diperbesar
 - Suhu dikurangi
 - Pada suhu tetap ditambah katalisator
11. Reaksi $2\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2$ adalah reaksi eksotermik. Jika temperatur dinaikkan, maka yang terjadi adalah ...
- NO_2 dan O_2 bertambah
 - N_2O_5 dan O_2 bertambah
 - NO_2 dan N_2O_5 berkurang
 - N_2O_5 dan O_2 berkurang
 - NO_2 dan O_2 berkurang
12. Sistem kesetimbangan $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g}) \quad \Delta H = -52 \text{ kJ}$ tidak akan terganggu jika
- temperatur dinaikkan

Kunci Jawaban Evaluasi

Cocokkanlah jawaban kalian dengan Kunci Jawaban di bawah ini, kemudian lakukan sesuai instruksi pada pedoman penskoran!

Kunci Jawaban	
Nomor	Opsi Jawaban
1	A
2	A
3	C
4	E
5	E
6	C
7	C
8	C
9	B
10	C
11	E
12	E
13	A
14	A
15	B

Pedoman Penskoran

Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Pembelajaran 1.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi tingkat penguasaan:

90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. Bagus! Jika masih di bawah 80%, Anda harus

DAFTAR PUSTAKA

- Johari, J.M.C. dan Rachmawati, M, 2006, *Kimia SMA dan MA untuk Kelas XI*, Esis, Jakarta
- Sudarmo, Unggul & Mitayani, Nanik, 2014, *Kimia untuk SMA /MA kelas XI*, Jakarta, Airlangga
- Sudiono, Sri & Juari Santosa, Sri dan Pranowo, Deni, 2007, *Kimia Kelas XI untuk SMA dan MA*, Jakarta, Intan Pariwara
- <https://www.zenius.net/prologmateri/kimia/a/908/Asas-Le-Chatelier>
- <https://materiipa.com/reaksi-kesetimbangan-kimia>
- <https://beatpaperplane.blogspot.com/2012/10/kesetimbangan-kimia-dalam-industri.html>



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020



Modul Pembelajaran SMA

KIMIA



KELAS
XI



LARUTAN ASAM DAN BASA
KIMIA KELAS XI

PENYUSUN

Arni Wiyati, S.Pd

SMA Negeri 6 Surabaya

DAFTAR ISI

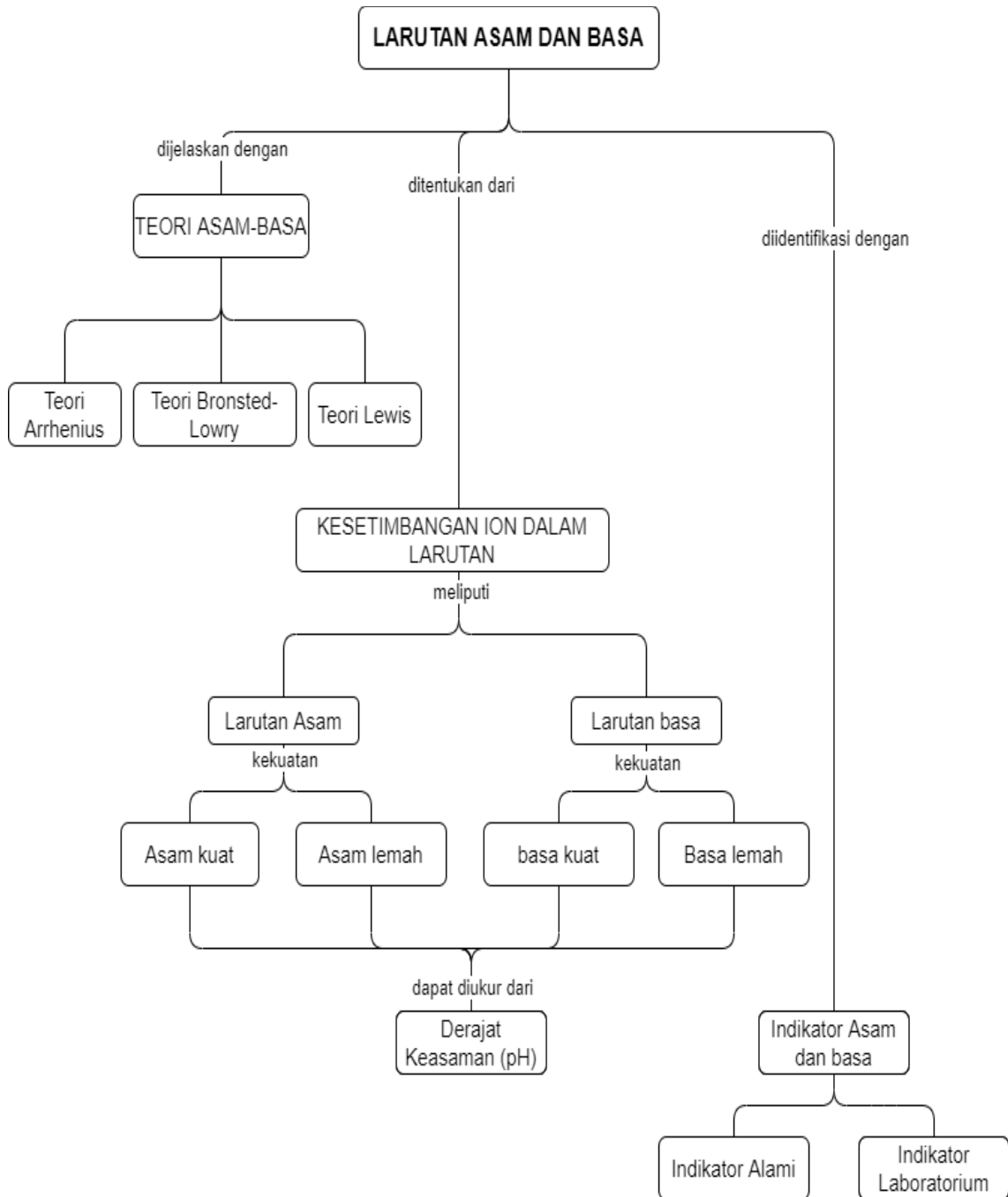
PENYUSUN	2
DAFTAR ISI	3
GLOSARIUM	5
PETA KONSEP	6
PENDAHULUAN	7
A. Identitas Modul	7
B. Kompetensi Dasar	7
C. Deskripsi Singkat Materi	7
D. Petunjuk Penggunaan Modul	7
E. Materi Pembelajaran	8
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	9
TEORI ASAM DAN BASA	9
A. Tujuan Pembelajaran	9
B. Uraian Materi	9
C. Rangkuman	11
D. Latihan Soal	12
E. Penilaian Diri	14
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	15
KESETIMBANGAN ION DALAM LARUTAN ASAM DAN BASA	15
A. Tujuan Pembelajaran	15
B. Uraian Materi	15
C. Rangkuman	23
D. Latihan Soal	24
E. Penilaian Diri	27
KEGIATAN PEMBELAJARAN 3	28
DERAJAT KEASAMAN	28
A. Tujuan Pembelajaran	28
B. Uraian Materi	28
C. Rangkuman	30
D. Latihan Soal	30
E. Penilaian Diri	33
KEGIATAN PEMBELAJARAN 4	34
INDIKATOR ASAM BASA	34

A. Tujuan Pembelajaran	34
B. Uraian Materi.....	34
C. Rangkuman	36
D. Penugasan Mandiri	36
E. Latihan Soal	37
F. Penilaian Diri	40
EVALUASI	41
DAFTAR PUSTAKA.....	46

GLOSARIUM

<i>Titiasi</i>	: adalah metode penentuan konsentrasi larutan menggunakan larutan standar.
<i>Hidrolisis</i>	: adalah reaksi penguraian kation atau anion garam oleh air.
<i>Larutan penyangga</i>	: adalah larutan yang dapat mempertahankan pH larutan
<i>Derajat ionisasi</i>	: adalah jumlah bagian dari zat yang mengalami ionisasi
<i>Spesi</i>	: adalah ion atau molekul.
<i>Kovalen polar</i>	: adalah senyawa kovalen yang mempunyai kutub.
<i>Valensi asam</i>	: adalah jumlah ion H ⁺ yang dihasilkan jika 1 molekul asam mengalami ionisasi
<i>Valensi basa</i>	: adalah jumlah ion OH ⁻ yang dihasilkan jika 1 molekul basa mengalami ionisasi.
<i>Donor</i>	: adalah proses memberikan.
<i>Akseptor</i>	: adalah proses menerima.
<i>Asam konjugasi</i>	: adalah basa yang sudah menerima 1 ion H ⁺
<i>Basa konjugasi</i>	: adalah asam yang sudah melepaskan 1 ion H ⁺
<i>Indikator</i>	: adalah alat atau bahan yang dapat memberi tanda
<i>Pelarut universal</i>	: adalah pelarut yang umum yaitu air.
<i>Ekstrak</i>	: adalah sari dari suatu bahan alami.
<i>Trayek pH</i>	: adalah rentang pH.

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Kimia
Kelas	: XI
Alokasi Waktu	: 16 Jam Pelajaran
Judul Modul	: Larutan Asam dan Basa

B. Kompetensi Dasar

- 3.10 Menjelaskan konsep asam dan basa serta kekuatannya dan kesetimbangan pengionannya dalam larutan.
- 4.10 Menganalisis trayek perubahan pH beberapa indikator yang diekstrak dari bahan alam melalui percobaan.

C. Deskripsi Singkat Materi

Pengetahuan tentang larutan asam basa merupakan prasarat untuk mempelajari pokok bahasan lain yaitu titrasi, larutan penyangga dan hidrolisis garam. Pengetahuan ini sangat bermanfaat agar kita lebih bijak dalam memanfaatkan bahan-bahan kimia dengan meminimalisasi efek samping atau bahayanya.

Modul ini memaparkan beberapa teori asam basa menurut beberapa ahli dengan sudut pandang yang berbeda. Teori asam basa yang dibahas meliputi teori Arrhenius, Teori Bronsted-Lowry dan teori Lewis.

Selanjutnya secara khusus membahas larutan asam basa dengan air sebagai pelarutnya. Sebagai dasar akan dijelaskan sistem kesetimbangan air murni, kemudian pengaruh penambahan zat asam atau pengaruh penambahan zat basa. Penambahan tersebut menyebabkan larutan bersifat asam atau basa, dengan kekuatan asam basa yang bergantung pada perbandingan lebih banyak atau sedikitnya konsentrasi ion H^+ atau OH^- . Terdapat beberapa rumus untuk menghitung konsentrasi ion H^+ atau OH^- untuk asam kuat, asam lemah, basa kuat ataupun basa lemah.

Kekuatan asam basa juga dinyatakan dalam bentuk lain yaitu nilai derajat keasaman atau pH. Nilai pH antara 1 sampai 14 dengan penjelasan sifat dari asam, netral sampai basa.

Identifikasi larutan asam basa dapat dilakukan dengan penambahan indikator asam basa baik dari bahan alami atau sintesis dari laboratorium.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Agar proses belajar kalian lebih efektif dan bisa mendapatkan hasil belajar yang maksimal maka berikut diberikan petunjuk penggunaan modul.

Hal yang perlu kalian lakukan adalah:

1. Untuk mempelajari materi tentang larutan asam, kalian harus menguasai terlebih dahulu konsep larutan elektrolit dan kesetimbangan kimia.
2. Lihatlah peta konsep untuk melihat lingkup bahasan materi dan keterkaitannya.

3. Senantiasa perhatikan tujuan pembelajaran agar apa yang kita pelajari menjadi lebih fokus.
4. Pelajari kegiatan belajar sesuai urutan dalam modul, dengan mengembangkan rasa ingin tahu, berpikir kritis dan kreatif.
5. Kerjakan tugas mandiri dengan sungguh-sungguh dan bertanggung jawab untuk melatih ketrampilan berpikir.
6. Senantiasa kerjakan latihan soal secara mandiri kemudian kalian bisa kros cek jawaban dan pembahasannya.
7. Isilah tabel penilaian diri dengan jujur agar benar-benar dapat mengukur ketercapaian kalian dalam belajar.

E. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi **4** kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, penugasan mandiri, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

- Pertama : Teori Asam Basa
- Kedua : Keseimbangan Ion dalam Larutan
- Ketiga : Derajat Keasaman
- Keempat : Indikator Asam Basa

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

TEORI ASAM DAN BASA

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini kalian diharapkan dapat menjelaskan sifat asam basa senyawa menurut teori asam basa.

B. Uraian Materi

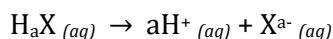
Senyawa asam dan basa sudah banyak dikenal oleh masyarakat. Berbagai kebutuhan kalian mulai dari makanan, minuman, obat-obatan serta keperluan kebersihan semuanya dapat tergolong dalam senyawa asam atau basa. Kalian mungkin dengan gampang bisa menentukan sifat larutan dari rasa. Secara umum yang berasa masam tergolong senyawa asam dan yang getir adalah tergolong senyawa basa. Tetapi tidak semua senyawa kita bisa mencicipi karena sifatnya yang berbahaya. Berikut ini akan dibahas konsep asam basa menurut beberapa ahli.

1. Teori Asam Basa

a. Teori Asam Basa Arrhenius

Menurut Arrhenius Asam adalah zat yang jika dimasukkan dalam air zat tersebut dapat menghasilkan ion hydronium (H^+). Senyawa asam pada umumnya merupakan senyawa kovalen polar yang terlarut dalam air.

Jika H_aX adalah asam, maka reaksi ionisasi senyawa H_aX dalam air adalah sebagai berikut:



Keterangan:

a : valensi asam atau jumlah ion H^+ yang dihasilkan jika 1 molekul senyawa asam mengalami reaksi ionisasi.

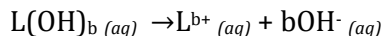
Berikut adalah contoh senyawa yang termasuk asam dan reaksi ionisasinya dalam air.

Tabel 1.1. Beberapa contoh asam dan reaksi ionisasinya

No.	Rumus Kimia	Nama	Reaksi ionisasi
1.	HCl	Asam klorida	$HCl_{(aq)} \rightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$
2.	HBr	Asam bromida	$HBr_{(aq)} \rightarrow H^+_{(aq)} + Br^-_{(aq)}$
3.	H_2SO_4	Asam sulfat	$H_2SO_{4(aq)} \rightarrow 2H^+_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$
4.	HNO_3	Asam nitrat	$HNO_{3(aq)} \rightarrow H^+_{(aq)} + NO_3^-_{(aq)}$
3.	H_2S	Asam sulfida	$H_2S_{(aq)} \rightarrow 2H^+_{(aq)} + S^{2-}_{(aq)}$
4.	CH_3COOH	Asam asetat	$CH_3COOH_{(aq)} \rightarrow H^+_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$

Menurut Arrhenius basa adalah zat yang jika dimasukkan dalam air zat tersebut dapat menghasilkan ion hidroksida (OH^-).

Jika $L(OH)_b$ adalah asam, maka reaksi ionisasi senyawa $L(OH)_b$ dalam air adalah sebagai berikut:



Senyawa NH_3 merupakan senyawa kovalen polar tetapi bersifat basa karena dalam air dapat menghasilkan ion hidroksida.

Tabel 1.2. Beberapa contoh basa dan reaksi ionisasinya

No.	Rumus Kimia	Nama	Reaksi ionisasi
1.	NaOH	Natrium hidroksida	$NaOH (aq) \rightarrow Na^+ (aq) + OH^- (aq)$
2.	KOH	Kalium hidroksida	$KOH (aq) \rightarrow K^+ (aq) + OH^- (aq)$
3.	$Mg(OH)_2$	Magnesium hidroksida	$Mg(OH)_2 (aq) \rightarrow Mg^{2+} (aq) + 2OH^- (aq)$
4.	$Al(OH)_3$	Aluminium hidroksida	$Al(OH)_3 (aq) \rightarrow Al^{3+} (aq) + 3OH^- (aq)$
5.	NH_3	Amoniak	$NH_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+ (aq) + OH^- (aq)$

b. Teori Asam Basa Bronsted-Lowry

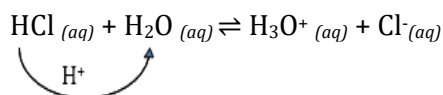
Teori asam basa Arrhenius tidak bisa menjelaskan sifat asam basa pada larutan yang tidak mengandung air. Kelemahan ini diatasi menggunakan teori asam basa bronsted-lowry. Teori ini bisa menjelaskan sifat asam basa larutan dengan jenis pelarut yang bermacam-macam.

Bronsted-lowry menjelaskan basa adalah spesi (ion atau molekul) yang dapat memberikan ion H^+ (donor proton), sedangkan basa adalah spesi yang dapat menerima ion H^+ (akseptor proton)

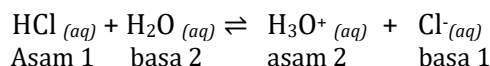
Asam = donor H^+

Basa = akseptor H^+

Berikut adalah contoh teori ini dalam menjelaskan sifat asam dan basa suatu larutan.

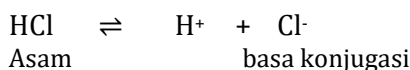


Dari peristiwa transfer proton tersebut maka masing-masing larutan dapat dijelaskan sifat asam dan basanya sebagai berikut:

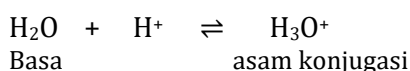


HCl bersifat asam karena memberikan ion H^+ pada molekul H_2O , kemudian H_2O bersifat basa karena menerima ion H^+ dari HCl.

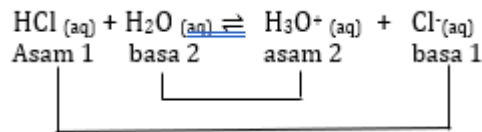
Cl^- adalah basa konjugasi dari HCl, berikut reaksi penjelasannya:



H_3O^+ adalah asam konjugasi dari H_2O , berikut reaksi penjelasannya:



Asam dan basa konjugasi atau basa dan asam konjugasi disebut sebagai pasangan asam basa konjugasi. Garis hubung berikut menunjukkan pasangan asam basa konjugasi



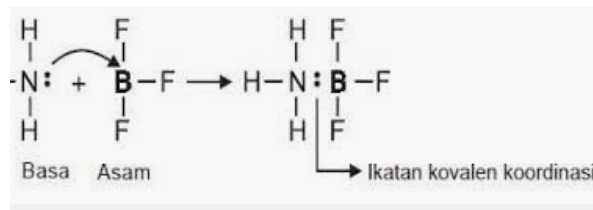
c. Teori Asam Basa Lewis

Dalam kesempatan lain, G. N. Lewis mengemukakan teori asam basa yang lebih luas dibanding kedua teori sebelumnya dengan menekankan pada pasangan elektron yang berkaitan dengan struktur dan ikatan. Menurut definisi asam basa Lewis asam adalah akseptor pasangan elektron, sedangkan basa adalah donor pasangan elektron.

Asam = akseptor pasangan elektron.

Basa = donor pasangan elektron

Sebagai contoh, reaksi antara BF_3 dan NH_3 merupakan reaksi asam-basa, di mana BF_3 sebagai asam Lewis dan NH_3 sebagai basa Lewis. NH_3 memberikan pasangan elektron kepada BF_3 sehingga membentuk ikatan kovalen koordinasi antara keduanya.



Kelebihan definisi asam basa Lewis adalah dapat menjelaskan reaksi-reaksi asam-basa lain dalam fase padat, gas, dan medium pelarut selain air yang tidak melibatkan transfer proton.

C. Rangkuman

1. Teori asam basa Arrhenius menjelaskan bahwa asam adalah senyawa yang di dalam air dapat melepaskan ion H^+ sedangkan basa adalah senyawa yang di dalam air dapat menghasilkan ion OH^- . Teori ini hanya terbatas untuk larutan dengan pelarut berupa air.
2. Teori asam basa Bronsted-Lowry menjelaskan bahwa asam adalah spesi yang memberikan proton (donor H^+) sedangkan basa adalah spesi yang menerima proton (akseptor H^+). Teori ini dapat menjelaskan sifat asam basa suatu larutan meskipun pelarutnya bukan air.
3. Teori asam basa Lewis menjelaskan bahwa asam adalah spesi penerima pasangan elektron, sedangkan basa adalah spesi yang memberikan pasangan elektron.

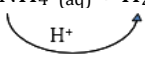

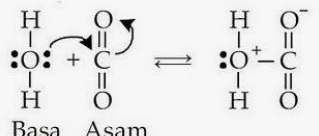
D. Latihan Soal

Untuk memperdalam kemampuan kalian tentang teori asam basa maka kerjakan latihan soal berikut

Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

- Menurut Teori asam basa Arrhenius, zat dikatakan asam jika...
 - Dalam air menghasilkan ion H^+
 - Dalam air menghasilkan atom H
 - Donor proton
 - Akseptor proton
 - Donor pasangan elektron
- Diantara larutan-larutan berikut, larutan manakah yang merupakan larutan basa?
 - C_2H_5OH
 - CH_3COOH
 - HCl
 - NaOH
 - NaCl
- Dalam reaksi:
$$NH_4^+(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_3(aq) + H_3O^+(aq)$$
Pasangan asam basa konjugasi adalah...
 - $NH_4^+(aq)$ dengan $H_2O(l)$
 - $NH_3(aq)$ dengan $NH_4^+(aq)$
 - $NH_4^+(aq)$ dengan $H_3O^+(aq)$
 - $NH_3(aq)$ dengan $H_3O^+(aq)$
 - $NH_3(aq)$ dengan $H_2O(l)$
- Menurut teori asam basa Lewis, sifat H_2O dalam reaksi $H_2O + CO_2 \rightarrow H_2CO_3$.
 - Asam
 - Basa
 - Asam konjugasi
 - Basa Konjugasi
 - Netral
- Diantara spesi berikut manakah yang tidak berlaku sebagai asam Bronsted-Lowry ...
 - NH_4^+
 - H_2O
 - HCO_3^-
 - CO_3^{2-}
 - H_2CO_3

Kunci Jawaban dan Penyelesaian

No.	Kunci Jawaban	Penyelesaian	Skor
1	A	A. Dalam air menghasilkan ion H ⁺ (Asam menurut Arrhenius) B. Dalam air menghasilkan ion H (Bukan teori asam basa) C. Donor proton (Asam menurut Bronsted-Lowry) D. Akseptor proton (Basa menurut Bronsted-Lowry) E. Donor pasangan elektron (Basa menurut Lewis)	1
2.	D	Menurut Arrhenius basa adalah spesi yang dapat melepaskan ion OH ⁻ dalam air. Reaksi ionisasi NaOH $\text{NaOH}_{(aq)} \rightarrow \text{Na}^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$	1
3.	B	$\text{NH}_4^+_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{NH}_3_{(aq)} + \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$  Karena NH ₄ ⁺ memberikan ion H ⁺ pada H ₂ O, maka NH ₄ ⁺ bertindak sebagai asam. Pasangan asam basa konjugasi digambarkan oleh garis hubung. $\text{NH}_4^+_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{NH}_3_{(aq)} + \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ Asam 1 basa 2 basa 1 asam 2 	1
4	B	Terjadi peristiwa transfer elektron  Basa Asam	1
5.	D	Berdasarkan teori Bronsted-Lowry, asam didefinisikan sebagai pendonor 1 ion H ⁺ pada basa, dan basa didefinisikan sebagai penerima 1 ion H ⁺ dari asam. Spesi yang tidak memiliki atom H tidak dapat berperan sebagai pendonor H ⁺ , oleh karena itu spesi yang tidak berlaku sebagai asam Bronsted-Lowry ialah CO ₃ ²⁻	1

Untuk menghitung pencapaian hasil belajar kalian hitung nilai latihan soal yang sudah kalian kerjakan dengan rumus berikut:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{jumlah perolehan skor}}{5} \times 100$$

5

Berapa nilai kalian ?

Jika nilai kalian sudah memenuhi Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang sudah ditentukan sekolah maka lanjutkan mempelajari kegiatan belajar selanjutnya. Tetapi jika kurang dari KKM maka pelajari kembali kegiatan belajar 1 ini.

E. Penilaian Diri

Selanjutnya kalian harus mengisi tabel penilaian diri untuk mengukur tingkat keberhasilan diri kalian dalam penguasaan materi tentang teori asam basa.

Tabel Penilaian Diri

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1.	Dapatkah kalian menjelaskan teori asam basa Arrhenius?		
2.	Dapatkah kalian menjelaskan sifat suatu larutan berdasarkan teori asam basa Arrhenius ?		
3.	Dapatkah kalian menjelaskan teori asam basa Bronsted-Lowry?		
4.	Dapatkah kalian menjelaskan sifat suatu larutan berdasarkan teori asam basa Bronsted-Lowry ?		
5.	Dapatkah kalian menjelaskan teori asam basa Lewis?		
6.	Dapatkah kalian menjelaskan sifat suatu larutan berdasarkan teori asam basa Lewis ?		

Jika menjawab “Tidak” pada salah satu pertanyaan di atas, maka pelajarilah kembali materi tersebut sehingga kalian betul-betul dapat menguasai materi. Jangan putus asa untuk mengulang lagi!. Dan apabila kalian menjawab “Ya” pada semua pertanyaan, maka lanjutkan mengerjakan kegiatan belajar selanjutnya.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

KESETIMBANGAN ION DALAM LARUTAN ASAM DAN BASA

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini diharapkan kalian dapat menghitung konsentrasi ion H^+ dan OH^- dalam larutan berdasarkan kesetimbangan ion dalam larutan.

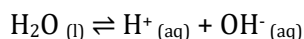
B. Uraian Materi

Asam cuka adalah bahan yang bisa ditambahkan pada makanan tertentu untuk mendapatkan rasa masam, misalnya pada acar mentimun. Mengapa asam cuka tidak boleh digantikan dengan asam lain misalnya asam klorida (air keras) padahal sama-sama bersifat asam. Iya, masyarakat sudah tahu bahwa air keras sangat berbahaya karena merusak jaringan kulit. Hal lain yang juga tidak mungkin terjadi yaitu mengisi akki dengan larutan asam cuka, karena asam cuka merupakan elektrolit dengan kekuatan daya hantar listrik sangat rendah. Masih ingatkah apa yang menyebabkan kekuatan daya hantar listrik dari suatu larutan? Kekuatan daya hantar listrik sebanding dengan jumlah ion-ion yang bergerak bebas dalam larutan tersebut.

Pokok bahasan ini akan memaparkan air sebagai pelarut murni, pengaruh penambahan zat asam atau zat basa sehingga membentuk larutan asam atau basa dengan kekuatan daya hantar listrik tertentu. Kekuatan daya hantar listrik larutan asam basa untuk selanjutnya diistilahkan dengan kekuatan asam atau basanya.

1. Tetapan Kesetimbangan Air

Air merupakan pelarut universal yang bersifat elektrolit sangat lemah. Sebagian kecil molekul air terionisasi menjadi ion H^+ dan OH^- , menurut reaksi:



Dari reaksi tersebut tetapan kesetimbangan air dirumuskan sebagai berikut:

$$K = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]}$$

$$K[H_2O] = [H^+][OH^-]$$

Karena fraksi molekul air yang terionisasi sangat kecil, konsentrasi air yaitu H_2O hampir-hampir tidak berubah. Dengan demikian :

$$K[H_2O] = K_w = [H^+][OH^-]$$

$$K_w = [H^+][OH^-]$$

Berdasarkan reaksi ionisasi air, kita tahu bahwa perbandingan ion H^+ dan OH^- dalam air murni (larutan netral) : $[H^+] = [OH^-]$

Sehingga rumusan K_w dapat ditulis sebagai berikut:

$$K_w = [H^+][H^+]$$

$$K_w = [H^+]^2$$

Berikut ini merupakan harga tetapan kesetimbangan air pada suhu tertentu:

Tabel 2.1. Tabel nilai K_w pada beberapa suhu tertentu.

Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	K_w
0	$0,114 \times 10^{-14}$
10	$0,295 \times 10^{-14}$
20	$0,676 \times 10^{-14}$
25	$1,00 \times 10^{-14}$
60	$9,55 \times 10^{-14}$
100	$55,0 \times 10^{-14}$

Berdasarkan data, air murni pada suhu 25°C mempunyai nilai $K_w = 1 \times 10^{-14}$

Dari nilai tersebut didapat nilai

$$1 \times 10^{-14} = [\text{H}^+]^2$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{10^{-14}}$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-7} \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-7} \text{ M}$$

2. Pengaruh asam dan basa terhadap sistem kesetimbangan air.

a. Pengaruh asam

Berdasarkan konsep pergeseran kesetimbangan, penambahan ion H^+ dari suatu asam, akan menyebabkan $[\text{H}^+]$ dalam larutan bertambah, tetapi tidak akan mengubah K_w atau hasil kali $[\text{H}^+]$ dan $[\text{OH}^-]$. Hal ini menyebabkan kesetimbangan bergeser ke kiri dan $[\text{OH}^-]$ mengecil sehingga perbandingan ion H^+ dan OH^- dalam larutan asam : $[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$

b. Pengaruh basa

Penambahan ion OH^- dari suatu basa, akan menyebabkan $[\text{OH}^-]$ dalam larutan bertambah, tetapi tidak akan mengubah K_w atau hasil kali $[\text{H}^+]$ dan $[\text{OH}^-]$. Hal ini menyebabkan kesetimbangan bergeser ke kiri dan $[\text{H}^+]$ mengecil. Hal ini menyebabkan perbandingan ion H^+ dan OH^- dalam larutan basa sebagai berikut: $[\text{H}^+] < [\text{OH}^-]$

3. Cara Menghitung konsentrasi ion H^+ dan OH^- dalam larutan.

Dari penjelasan tentang sistem kesetimbangan air, perlu dipahami bahwa setiap larutan yang mengandung air pasti terdapat sistem kesetimbangan tersebut.

Kekuatan asam sebanding dengan jumlah ion H^+ , sedangkan kekuatan basa sebanding dengan jumlah ion OH^- .

Berikut penjelasan cara menentukan besar konsentrasi ion H^+ dan ion OH^- dalam larutan asam dan basa.

a. Asam Kuat

Suatu asam dikatakan sebagai asam kuat jika basa tersebut dapat terionisasi secara sempurna.

Contoh senyawa yang termasuk asam kuat :

- 1) Asam sulfat (H_2SO_4)
- 2) Asam bromida (HBr)
- 3) Asam iodida (HI)
- 4) Asam klorat (HClO_3)
- 5) Asam perklorat (HClO_4)

Dalam larutan asam, jumlah ion H^+ lebih banyak dibanding ion OH^- . Untuk menghitung konsentrasi ion H^+ dalam larutan asam dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$[H^+] = M_a \times a$$

Dengan:

$[H^+]$ = konsentrasi ion H^+ (mol/L atau Molar)

M_a = Molaritas asam kuat (mol/L atau Molar)

a = valensi asam kuat.

Untuk menghitung konsentrasi ion H^+ dan ion OH^- dalam larutan asam kuat perhatikan contoh berikut:

Contoh soal:

Berapa konsentrasi ion H^+ dan ion OH^- dalam larutan HCl 0,1M pada suhu 25 °C?

Penyelesaian cara ke 1:

Diketahui :

$$M_a = 0,1 \text{ M}$$

Ditanya :

$$[H^+] = ?$$

$$[OH^-] = ?$$

Jawab :

HCl adalah asam kuat, rumus menghitung $[H^+]$ adalah

$$\begin{aligned} [H^+] &= M_a \times a \\ &= 0,1 \times 1 \\ &= 0,1 \text{ mol/L} \end{aligned}$$

Untuk menghitung $[OH^-]$, kalian bisa menggunakan rumusan K_w , sebagai berikut:

$$K_w = [H^+] [OH^-] \quad (\text{nilai } K_w = 10^{-14} \text{ pada suhu } 25 \text{ }^\circ\text{C}) \text{ sehingga}$$

$$10^{-14} = 0,1 \times [OH^-]$$

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{0,1}$$

$$[OH^-] = 10^{-13} \text{ mol/L}$$

Jadi

$$[H^+] = 0,1 \text{ mol/L}$$

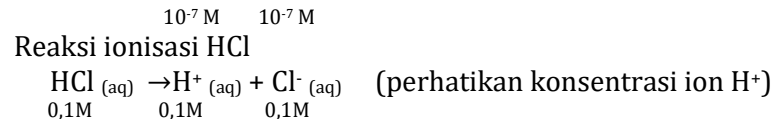
$$[OH^-] = 10^{-13} \text{ mol/L}$$

Penyelesaian cara ke 2:

Terdapat dua reaksi ionisasi

Reaksi ionisasi air (pelarut)





Total konsentrasi ion H^+ dalam larutan adalah $0,1 + 10^{-7}$ molar. Penambahan 10^{-7} tidak berpengaruh secara signifikan terhadap jumlah ion H^+ dalam larutan, sehingga konsentrasi ion H^+ dapat dianggap hanya berasal dari HCl.

$$[\text{H}^+] = 0,1 \text{ mol/L}$$

Selanjutnya untuk menghitung $[\text{OH}^-]$, kalian bisa menggunakan rumusan Kw, seperti pada penyelesaian cara ke 1.

Jadi

$$\begin{array}{l} [\text{H}^+] = 0,1 \text{ mol/L} \\ [\text{OH}^-] = 10^{-13} \text{ mol/L} \end{array}$$

b. Basa Kuat

Basa kuat adalah basa yang dapat terionisasi dengan sempurna.

Contoh senyawa yang termasuk basa kuat:

- 1) Litium hidroksida (LiOH)
- 2) Natrium hidroksida (NaOH)
- 3) Kalium hidroksida (KOH)
- 4) Kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)
- 5) Rubidium hidroksida (RbOH)
- 6) Stronsium hidroksida ($\text{Sr}(\text{OH})_2$)
- 7) Sesium hidroksida (CsOH)
- 8) Barium hidroksida ($\text{Ba}(\text{OH})_2$)
- 9) Magnesium hidroksida ($\text{Mg}(\text{OH})_2$)
- 10) Berilium hidroksida ($\text{Be}(\text{OH})_2$)

Dalam larutan basa, jumlah ion OH^- lebih banyak dibanding ion H^+ . Untuk menghitung konsentrasi ion OH^- dalam larutan basa dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$[\text{OH}^-] = \text{Mb} \times b$$

Dengan:

$[\text{OH}^-]$ = konsentrasi ion OH^- (mol/L atau Molar)

Mb = Molaritas basa kuat (mol/L)

b = valensi basa kuat

Untuk menghitung konsentrasi ion H^+ dan ion OH^- dalam larutan basa kuat perhatikan contoh berikut:

Contoh soal:

Berapa konsentrasi ion H^+ dan ion OH^- larutan NaOH 0,1M pada suhu 25°C ?

Penyelesaian cara ke 1:

Diketahui :

$$\text{Mb} = 0,1 \text{ M}$$

Ditanya :

$$[\text{H}^+] = ?$$

$$[\text{OH}^-] = ?$$

Jawab :

NaOH adalah basa kuat, rumus menghitung $[\text{OH}^-]$ adalah

$$\begin{aligned} [\text{OH}^-] &= Mb \times b \\ &= 0,1 \times 1 \\ &= 0,1 \text{ mol/L} \end{aligned}$$

Untuk menghitung $[\text{H}^+]$, kalian bisa menggunakan rumusan K_w , sebagai berikut:

$$K_w = [\text{H}^+] [\text{OH}^-] \quad (\text{nilai } K_w = 10^{-14} \text{ pada suhu } 25 \text{ }^\circ\text{C}) \text{ sehingga}$$

$$10^{-14} = [\text{H}^+] \times 0,1$$

$$[\text{H}^+] = \frac{10^{-14}}{0,1}$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-13} \text{ mol/L}$$

Jadi

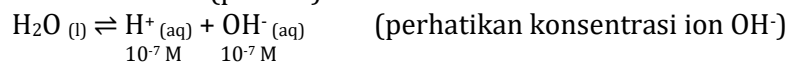
$$[\text{OH}^-] = 0,1 \text{ mol/L}$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-13} \text{ mol/L}$$

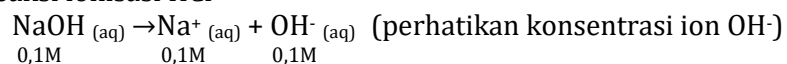
Penyelesaian cara ke 2:

Terdapat dua reaksi ionisasi zat,

- Reaksi ionisasi air (pelarut)



- Reaksi ionisasi HCl



Total konsentrasi ion OH^- dalam larutan adalah $0,1 + 10^{-7}$. Penambahan 10^{-7} tidak berpengaruh secara signifikan terhadap jumlah ion OH^- dalam larutan, sehingga ion OH^- dapat dianggap hanya berasal dari NaOH.

$$[\text{OH}^-] = 0,1 \text{ mol/L}$$

Cara menghitung $[\text{H}^+]$ sama dengan penyelesaian cara 1.

$$[\text{H}^+] = 10^{-13} \text{ mol/L}$$

Jadi

$$[\text{OH}^-] = 0,1 \text{ mol/L}$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-13} \text{ mol/L}$$

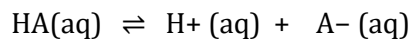
c. Asam Lemah

Asam lemah adalah asam yang terionisasi Sebagian dalam air. Contoh senyawa asam lebih:

- 1) Asam format (HCOOH)
- 2) Asam asetat atau Asam cuka (CH_3COOH)

- 3) Asam fluorida (HF)
- 4) Asam karbonat (H₂CO₃)
- 5) Asam sianida (HCN)
- 6) Asam nitrit (HNO₂)
- 7) Asam hipoklorit (HClO)
- 8) Asam sulfit (H₂SO₃)
- 9) Asam sulfida (H₂S)
- 10) Asam fosfit (H₃PO₃)

Dalam air, hanya Sebagian molekul asam lemah terurai menjadi ion-ionnya, sehingga derajat ionisasinya $0 < \alpha < 1$. Jika konsentrasi awal larutan asam lemah HA dinyatakan sebagai Ma, maka:



Mula-mula : Ma			(komposisi mula-mula tiap spesi)
Reaksi : $-\alpha Ma$	$+\alpha Ma$	$+\alpha Ma$	(reaktan berkurang, produk bertambah)
----- +			
Setimbang : $Ma - \alpha Ma$	αMa	αMa	(komposisi spesi saat setimbang)
$= (1 - \alpha)Ma$	αMa	αMa	

Jika nilai α sangat kecil ($\alpha \ll 1$), maka dapat diasumsikan nilai $(1 - \alpha) \approx 1$, sehingga persamaan Ka untuk asam lemah dapat ditulis seperti berikut:

$$K_a = \alpha^2 \times Ma$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{Ma}}$$

Jadi, untuk menghitung konsentrasi ion H⁺ dapat digunakan nilai Ka ataupun nilai α

$$[H^+] = \sqrt{K_a \times Ma}$$

Atau

$$[H^+] = \alpha \times Ma$$

Dengan :
 Ka = tetapan ionisasi asam lemah.
 Ma = molaritas asam lemah
 α = derajat ionisasi asam lemah

Untuk menghitung konsentrasi ion H⁺ dan ion OH⁻ dalam larutan asam lemah perhatikan contoh berikut:

Contoh soal:

Tentukan konsentrasi ion H⁺ dan ion OH⁻ dalam larutan CH₃COOH 0,1 M dengan Ka CH₃COOH = 10⁻⁵?

Penyelesaian :

Diketahui :

$$M_a = 0,1 \text{ M}$$

$$K_a = 10^{-5}$$

Ditanya :

$$[H^+] = ?$$

$$[OH^-] = ?$$

Jawab :

Larutan CH_3COOH adalah asam lemah, maka untuk menghitung konsentrasi ion H^+ menggunakan rumus:

$$[H^+] = \sqrt{K_a \times M_a}$$

$$[H^+] = \sqrt{10^{-5} \times 0,1}$$

$$[H^+] = \sqrt{10^{-6}}$$

$$[H^+] = 10^{-3} \text{ mol/L}$$

Untuk menghitung $[OH^-]$, kalian bisa menggunakan rumusan K_w , sebagai berikut:

$$K_w = [H^+] [OH^-] \quad (\text{nilai } K_w = 10^{-14} \text{ pada suhu } 25 \text{ }^\circ\text{C}) \text{ sehingga}$$

$$10^{-14} = 10^{-3} \times [OH^-]$$

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-3}}$$

$$[OH^-] = 10^{-11} \text{ mol/L}$$

Jadi

$$[H^+] = 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$[OH^-] = 10^{-11} \text{ mol/L}$$

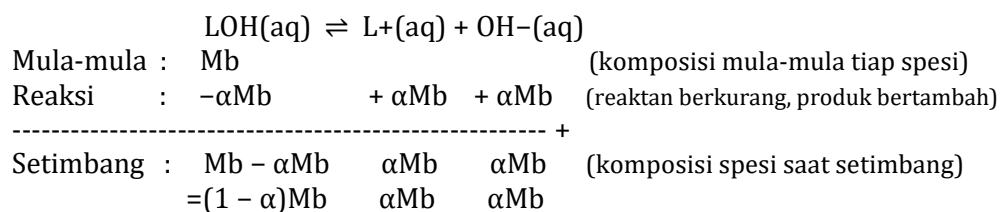
d. Basa Lemah

Basa lemah adalah basa yang terion sebagian ketika larut dalam air.

Contoh senyawa yang termasuk basa lemah adalah

- 1) Amonium hidroksida (NH_4OH)
- 2) Aluminium hidroksida ($Al(OH)_3$)
- 3) Besi (III) hidroksida ($Fe(OH)_3$)
- 4) Amoniak (NH_3)
- 5) Besi (II) hidroksida ($Fe(OH)_2$)

Dalam air, hanya sebagian basa lemah terurai menjadi ion-ionnya, sehingga derajat ionisasinya $0 < \alpha < 1$. Jika konsentrasi awal larutan basa lemah LOH dinyatakan sebagai M_b , maka:



Jika nilai α sangat kecil ($\alpha \ll 1$), maka dapat diasumsikan nilai $(1 - \alpha) \approx 1$, sehingga persamaan K_b untuk basa lemah dapat ditulis seperti berikut:

$$K_a = \frac{(\alpha M_b)(\alpha M_b)}{(1 - \alpha)M_b}$$

$$K_a = \frac{\alpha^2 M_b}{1 - \alpha}$$

Jadi, untuk menghitung konsentrasi ion OH^- dapat digunakan nilai K_b ataupun nilai α .

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \times M_b}$$

Atau

$$[\text{OH}^-] = \alpha \times M_b$$

Tabel 2.2. Tetapan ionisasi beberapa asam dan basa dapat dilihat pada tabel berikut:

Asam	Reaksi ionisasi dalam air	K_a
Asam klorit (HClO_2)	$\text{HClO}_2 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{ClO}_2^-$	$1,0 \times 10^{-2}$
Asam fluorida (HF)	$\text{HF} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{F}^-$	$6,8 \times 10^{-4}$
Asam nitrit (HNO_2)	$\text{HNO}_2 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{NO}_2^-$	$4,5 \times 10^{-4}$
Asam format (HCOOH)	$\text{HCOOH} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCOO}^-$	$1,8 \times 10^{-4}$
Asam benzoat ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$	$6,3 \times 10^{-5}$
Asam asetat (CH_3COOH)	$\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$	$1,8 \times 10^{-5}$
Asam hipoklorit (HOCl)	$\text{HOCl} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OCl}^-$	$3,0 \times 10^{-8}$
Asam sianida (HCN)	$\text{HCN} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CN}^-$	$4,9 \times 10^{-10}$
Fenol ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$	$1,3 \times 10^{-10}$

Basa	Reaksi ionisasi dalam air	K_b
Metilamina (CH_3NH_2)	$\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$	$3,6 \times 10^{-4}$
Amonia (NH_3)	$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$	$1,8 \times 10^{-5}$
Hidrazin (N_2H_4)	$\text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{H}_5^+ + \text{OH}^-$	$1,7 \times 10^{-6}$
Hidroksilamina (NH_2OH)	$\text{HONH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HONH}_3^+ + \text{OH}^-$	$1,1 \times 10^{-8}$
Anilina ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$	$4,3 \times 10^{-10}$

Untuk menghitung konsentrasi ion H^+ dan ion OH^- dalam larutan asam lemah perhatikan contoh berikut:

Contoh soal:

Tentukan konsentrasi ion H^+ dan ion OH^- dalam larutan NH_3 0,1 M dengan $K_b \text{NH}_3 = 10^{-5}$?

Penyelesaian :

Diketahui :

$$M_b = 0,1 \text{ M}$$

$$K_b = 10^{-5}$$

Ditanya :

$$[H^+] = ?$$

$$[OH^-] = ?$$

Jawab :

Larutan NH_3 adalah basa lemah, maka untuk menghitung konsentrasi ion OH^- menggunakan rumus:

$$[OH^-] = \sqrt{K_b \times M_b}$$

$$[OH^-] = \sqrt{10^{-5} \times 0,1}$$

$$[OH^-] = \sqrt{10^{-6}}$$

$$[OH^-] = 10^{-3} \text{ mol/L}$$

Untuk menghitung $[H^+]$, kalian bisa menggunakan rumusan K_w , sebagai berikut:

$$K_w = [H^+] [OH^-] \quad (\text{nilai } K_w = 10^{-14} \text{ pada suhu } 25 \text{ }^\circ\text{C}) \text{ sehingga}$$

$$10^{-14} = [H^+] \times 10^{-3}$$

$$[H^+] = \frac{10^{-14}}{10^{-3}}$$

$$[H^+] = 10^{-11} \text{ mol/L}$$

Jadi

$$[OH^-] = 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$[H^+] = 10^{-11} \text{ mol/L}$$

C. Rangkuman

1. Tetapan kesetimbangan air adalah K_w dengan rumus: $K_w = [H^+] [OH^-]$
2. Dalam air murni (netral), perbandingan ion H^+ dan OH^- adalah $[H^+] = [OH^-]$
3. Pengaruh penambahan asam pada air murni, menyebabkan perbandingan ion H^+ dan OH^- menjadi $[H^+] > [OH^-]$
4. Pengaruh penambahan basa pada air murni, menyebabkan perbandingan ion H^+ dan OH^- menjadi $[H^+] < [OH^-]$
5. Cara menghitung konsentrasi ion H^+ dan OH^- dalam larutan asam kuat menggunakan rumus:

$$[H^+] = M_a \times a$$

Sedangkan untuk konsentrasi ion OH^- menggunakan rumusan K_w .

6. Cara menghitung konsentrasi ion H^+ dan OH^- dalam larutan basa kuat menggunakan rumus:

$$[OH^-] = M_b \times b$$

Sedangkan untuk konsentrasi ion H^+ menggunakan rumusan K_w .

7. Cara menghitung konsentrasi ion H^+ dan OH^- dalam larutan asam lemah menggunakan rumus:

$$[H^+] = \sqrt{K_a \times M_a}$$

atau

$$[H^+] = \alpha \times M_a$$

Sedangkan untuk konsentrasi ion OH^- menggunakan rumusan Kw.

8. Cara menghitung konsentrasi ion H^+ dan OH^- dalam larutan basa lemah menggunakan rumus:

$$[OH^-] = \sqrt{K_b \times M_b}$$

atau

$$[OH^-] = \alpha \times M_b$$

Sedangkan untuk konsentrasi ion H^+ menggunakan rumusan Kw.

D. Latihan Soal

Untuk memperdalam kemampuan kalian tentang teori asam basa maka kerjakan latihan soal berikut

1. Tentukan $[OH^-]$ yang terdapat dalam larutan $Ba(OH)_2$ 0,2 M!
2. Tentukan $[H^+]$ yang terdapat dalam asam formiat ($HCOOH$) 0,01 M! Jika diketahui $K_a. HCOOH = 1,7 \times 10^{-4}$.
3. Tentukan $[OH^-]$ yang terdapat dalam larutan amonia 0,5 M jika diketahui $K_b NH_3 = 1,8 \times 10^{-5}$!
4. Berapa konsentrasi H^+ , $HCOO^-$, dan $HCOOH$ dalam larutan asam formiat 0,1 M jika derajat ionisasinya 1,5%?
5. Derajat ionisasi asam cuka 0,1 M adalah 1%. Berapa $[H^+]$ dan K_a asam cuka tersebut?

Kunci Jawaban dan Penyelesaian Soal Latihan

No.	Kunci Jawaban dan Penyelesaian	skor
1.	Diketahui : Ba(OH) ₂ merupakan basa kuat Mb = 0,2 M Ditanya : [OH ⁻] = ?	1
	Jawab : Reaksi ionisasi Ba(OH) ₂ Ba(OH) _{2(aq)} → Ba ²⁺ _(aq) + 2OH ⁻ _(aq)	1
	Rumus [OH ⁻] = Mb × b	1
	[OH ⁻] = 0,2 × 2 = 0,4 M	1
2.	Diketahui : Asam formiat HCOOH merupakan asam lemah Ka = 1,7 × 10 ⁻⁴ Ma = 0,01 Ditanya : [H ⁺] = ?	1
	Jawab : Reaksi ionisasi HCOOH HCOOH _(aq) ⇌ H ⁺ _(aq) + HCOO ⁻ _(aq)	1
	Rumus [H ⁺] = √Ka × Ma	1
	[H ⁺] = √1,7 × 10 ⁻⁴ × 0,01 [H ⁺] = 1,30 × 10 ⁻² mol/L	1
3.	Diketahui : NH ₃ merupakan basa lemah Kb = 1,8 × 10 ⁻⁵ Mb = 0,5 Ditanya : [OH ⁻] = ?	1
	Jawab Dalam air NH ₃ terionisasi sebagai berikut NH ₄ OH _(aq) ⇌ NH ₄ ⁺ _(aq) + OH ⁻ _(aq)	1
	Rumus [OH ⁻] = √Kb × Mb	1
	[OH ⁻] = √1,8 × 10 ⁻⁵ × 0,5 [OH ⁻] = 3 × 10 ⁻³ mol/L	1
4.	Diketahui : Asam formiat HCOOH merupakan asam lemah	1

	$\alpha = 1,5 \%$ $Ma = 0,1$ Ditanya : $[H^+] = ?$ $[HCOO^-] = ?$ $[HCOOH] = ?$	
	Jawab $HCOOH (aq) \rightleftharpoons H^+ (aq) + HCOO^- (aq)$ Mula-mula : Ma Reaksi : $-\alpha Ma$ $+\alpha Ma$ $+\alpha Ma$ ----- + Setimbang : $Ma - \alpha Ma$ αMa αMa $= (1 - \alpha) Ma$ αMa αMa	1
	$[H^+] = \alpha Ma$ $= 1,5\% \times 0,1$ $= 0,0015 M$	1
	$[HCOO^-] = \alpha Ma$ $= 1,5\% \times 0,1$ $= 0,0015 M$	1
	$[HCOOH] = (1 - \alpha) Ma$ $= (1 - 1,5\%) \times 0,1$ $= 0,9985 M$	1
5.	Diketahui : Asam cuka CH_3COOH merupakan asam lemah $\alpha = 1 \%$ $Ma = 0,1 M$ Ditanya : $[H^+] = ?$ $Ka = ?$	1
	Jawab : Reaksi ionisasi CH_3COOH $CH_3COOH (aq) \rightleftharpoons H^+ (aq) + CH_3COO^- (aq)$	1
	Rumus $[H^+] = Ma \times \alpha$	1
	Rumus $Ka = Ma \times \alpha^2$	1
	$[H^+] = Ca \times \alpha$ $= 0,1 \times 0,01$ $= 10^{-3} M$	1
	$Ka = Ma \times \alpha^2$ $= 0,1 \times (0,01)^2$ $= 10^{-5} M$	1

Untuk menghitung pencapaian hasil belajar kalian hitung nilai latihan soal yang sudah kalian kerjakan dengan rumus berikut:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{jumlah perolehan skor}}{23} \times 100$$

Berapa nilai kalian ?

Jika nilai kalian sudah memenuhi Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang sudah ditentukan sekolah maka lanjutkan mempelajari kegiatan belajar selanjutnya. Tetapi jika kurang dari KKM maka pelajari kembali kegiatan belajar 2 ini.

E. Penilaian Diri

Selanjutnya kalian harus mengisi tabel penilaian diri untuk mengukur tingkat keberhasilan diri kalian dalam penguasaan materi tentang kesetimbangan ion dalam larutan.

Tabel Penilaian Diri

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1.	Dapatkah kalian menjelaskan tentang tetapan kesetimbangan air murni (K _w)?		
2.	Dapatkah kalian menjelaskan pengaruh penambahan zat asam dalam air terhadap komposisi ion H ⁺ dan OH ⁻ ?		
3.	Dapatkah kalian menjelaskan pengaruh penambahan zat basa dalam air terhadap komposisi ion H ⁺ dan OH ⁻ ?		
4.	Dapatkah kalian menggolongkan senyawa dalam kelompok asam kuat atau asam lemah?		
5.	Dapatkah kalian menggolongkan senyawa dalam kelompok basa kuat atau basa lemah?		
6.	Dapatkah kalian menghitung konsentrasi ion H ⁺ dan OH ⁻ dalam larutan asam?		
7.	Dapatkah kalian menghitung konsentrasi ion H ⁺ dan OH ⁻ dalam larutan basa?		

Jika menjawab “Tidak” pada salah satu pertanyaan di atas, maka pelajarilah kembali materi tersebut sehingga kalian betul-betul dapat menguasai materi. Jangan putus asa untuk mengulang lagi!. Dan apabila kalian menjawab “Ya” pada semua pertanyaan, maka lanjutkan mengerjakan kegiatan belajar selanjutnya.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

DERAJAT KEASAMAN

A. Tujuan Pembelajaran

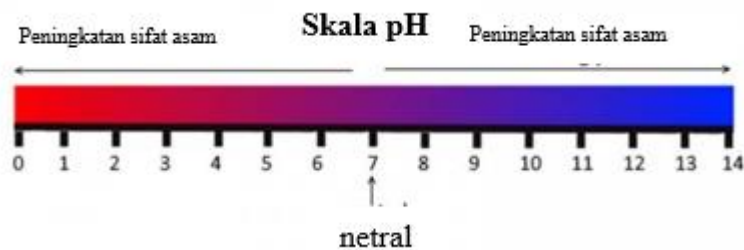
Setelah kegiatan pembelajaran 3 ini diharapkan dapat menghitung derajat keasaman (pH) larutan asam atau basa.

B. Uraian Materi

Ukuran keasamaan suatu larutan ditentukan oleh konsentrasi ion hidrogen. Untuk memudahkan pengukuran, maka konsentrasi ion hidrogen dinyatakan dalam pH (pangkat hidrogen). Konsep pH pertama kali diajukan oleh seorang ahli biokimia dari Denmark yaitu S.P. Sorensen pada tahun 1909. Menurut Sorensen pH merupakan logaritma negatif dari konsentrasi ion hidrogen dan dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

Skala pH diberikan gambar berikut:



Gambar 3.1. Skala pH

Berdasarkan Gambar 3.1 di atas, larutan asam merupakan larutan dengan pH di bawah 7. Semakin ke kiri trayek pH semakin kecil yang artinya sifat keasaman akan semakin kuat. Sedangkan, larutan netral memiliki nilai pH sama dengan 7. Larutan basa memiliki nilai pH di atas 7. Semakin ke kanan trayek pH semakin besar yang artinya sifat kebasaaan akan semakin kuat.

Untuk mengukur derajat kebasaaan dari suatu larutan basa dinyatakan dengan pOH yang dirumuskan sebagai berikut:

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

Hubungan antara pH dan pOH diturunkan dari persamaan tetapan kesetimbangan air (K_w) pada temperatur 25 °C yaitu:

$$\begin{aligned} [\text{H}^+][\text{OH}^-] &= K_w \\ \text{pH} + \text{pOH} &= \text{p}K_w \end{aligned}$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

Contoh soal

1. Berapakah Derajat keasaman air murni?

Jawab :

air murni merupakan larutan Netral dimana konsentrasi ion H^+ sama dengan konsentrasi ion OH^-

$$[H^+] = 10^{-7} \text{ M}$$

$$[OH^-] = 10^{-7} \text{ M}$$

$$pH = -\log [H^+]$$

$$pH = -\log 10^{-7}$$

$$pH = 7$$

2. Hitung pH larutan asam sulfat 0,05 M.

Penyelesaian:

Diketahui :

Asam sulfat (H_2SO_4) adalah asam kuat bervalensi 2

$$M_a = 0,05 \text{ M}$$

$$a = 2$$

Ditanya :

$$pH = ?$$

Jawab :

$$\begin{aligned} [H^+] &= M_a \times a \\ &= 0,05 \times 2 \\ &= 0,1 \text{ mol/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} pH &= -\log [H^+] \\ &= -\log 0,1 \\ &= -\log 10^{-1} \\ &= 1 \end{aligned}$$

3. Hitung pH larutan
- NH_3
- 0,4 M dengan
- $K_b NH_3 = 10^{-5}$
- !

Penyelesaian:

Diketahui :

 NH_3 adalah basa lemah bervalensi 1

$$M_b = 0,01 \text{ M}$$

$$K_b = 10^{-5}$$

Ditanya :

$$pH = ?$$

Jawab :

$$\begin{aligned} [OH^-] &= \sqrt{10^{-5} \times 0,4} \\ [OH^-] &= \sqrt{4 \times 10^{-6}} \\ [OH^-] &= 2 \times 10^{-3} \text{ mol/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} pOH &= -\log [OH^-] \\ &= -\log 2 \times 10^{-3} \\ &= 3 - \log 10^{-3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{pH} + \text{pOH} &= 14 \\ \text{pH} &= 14 - \text{pOH} \\ &= 14 - (3 - \log 10^{-3}) \\ &= 11 + \log 10^{-3} \end{aligned}$$

C. Rangkuman

1. Ukuran keasamaan suatu larutan ditentukan oleh konsentrasi ion hidrogen yang dinyatakan dalam pH dan dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

2. Untuk mengukur derajat kebasaaan dari suatu larutan basa dinyatakan dengan pOH yang dirumuskan sebagai berikut:

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

3. Hubungan antara pH dan pOH diturunkan dari persamaan tetapan kesetimbangan air (K_w) pada temperatur 25 °C yaitu:

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

D. Latihan Soal

Untuk memperdalam kemampuan kalian tentang teori asam basa maka kerjakan latihan soal berikut

1. Suatu larutan HCl 0,1 M. Hitung pH larutan HCl tersebut!
2. Diketahui larutan H_2SO_4 0,1 M. Hitung pH larutan H_2SO_4 tersebut!
3. Diketahui asam lemah HCN 0,15 M memiliki $K_a = 5 \times 10^{-10}$. Hitung pH larutan tersebut!
4. Hitung pH larutan NaOH 0,1 M pada temperatur 25 °C!

Kunci Jawaban dan Penyelesaian soal

No.	Kunci Jawaban dan Penyelesaian	skor
1	Diketahui : Larutan HCl asam kuat $M_a = 0,1 \text{ M}$ $a = 1$ Ditanya : $\text{pH} = ?$	1
	Jawab : Larutan HCl asam kuat Rumus-rumus: $[\text{H}^+] = M_a \times a$ $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$	1
	$[\text{H}^+] = M_a \times a$ $[\text{H}^+] = 1 \times 0,1 = 0,1$	1
	$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ $= -\log 0,1$ $= -\log 10^{-1}$ $= 1$	1
2.	Diketahui : Larutan H_2SO_4 asam kuat $M_a = 0,1 \text{ M}$ $a = 2$ Ditanya : $\text{pH} = ?$	1
	Jawab : Larutan H_2SO_4 asam kuat Rumus-rumus: $[\text{H}^+] = M_a \times a$ $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$	1
	$[\text{H}^+] = M_a \times a$ $= 0,1 \times 2$ $= 0,2$	1
	$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ $= -\log 0,2$ $= -\log 2 \times 10^{-1}$ $= 1 - \log 2$ $= 0,7$	1
3	Diketahui : Larutan HCN $K_a = 5 \times 10^{-10}$ $M_a = 0,15 \text{ M}$	1

	Ditanya : pH =?	
	Jawab HCN merupakan asam lemah Rumus- rumus: $[H^+] = \sqrt{K_a \times M_a}$ $pH = -\log [H^+]$	1
	$[H^+] = \sqrt{5 \times 10^{-10} \times 0,15}$	1
	$[H^+] = 8,66 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$ $pH = -\log [H^+]$ $pH = -\log 8,66 \cdot 10^{-6}$ $= 6 - \log 8,66$ $= 5,06$	1
4	Diketahui : Larutan NaOH $M_b = 0,1 \text{ M}$ $b = 1$ Ditanya : pH = ?	1
	Jawab NaOH merupakan basa kuat Rumus-rumus: $[OH^-] = M_b \times b$ $pOH = -\log [OH^-]$ pada $T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$: $pH = 14 - pOH$	1
	$[OH^-] = M_b \times b$ $[OH^-] = 0,1 \times 1$ $= 0,1 \text{ M}$	1
	$pOH = -\log [OH^-]$ $pOH = -\log 0,1$ $= -\log 10^{-1}$ $= 1$	1
	pada $T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$: $pH = 14 - pOH$ $= 14 - 1$ $= 13$	1

Untuk menghitung pencapaian hasil belajar kalian hitung nilai latihan soal yang sudah kalian kerjakan dengan rumus berikut:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{jumlah perolehan skor}}{17} \times 100$$

Berapa nilai kalian ?

Jika nilai kalian sudah memenuhi Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang sudah ditentukan sekolah maka lanjutkan mempelajari kegiatan belajar selanjutnya. Tetapi jika kurang dari KKM maka pelajari kembali kegiatan belajar 3 ini.

E. Penilaian Diri

Selanjutnya kalian harus mengisi tabel penilaian diri untuk mengukur tingkat keberhasilan diri kalian dalam penguasaan materi tentang derajat keasaman.

Tabel Penilaian Diri

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1.	Dapatkah kalian menjelaskan konsep tentang pH?		
2.	Dapatkah kalian menghitung pH suatu larutan asam?		
3.	Dapatkah kalian menghitung pOH suatu larutan basa?		
4.	Dapatkah kalian menghitung pH suatu larutan basa?		

Jika menjawab “Tidak” pada salah satu pertanyaan di atas, maka pelajarilah kembali materi tersebut sehingga kalian betul-betul dapat menguasai materi. Jangan putus asa untuk mengulang lagi!. Dan apabila kalian menjawab “Ya” pada semua pertanyaan, maka lanjutkan mengerjakan kegiatan belajar selanjutnya.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4

INDIKATOR ASAM BASA

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 4 ini diharapkan dapat memprediksi pH larutan asam atau basa berdasarkan indikator asam basa

B. Uraian Materi

Indikator asam basa

Indikator asam basa adalah senyawa khusus yang ditambahkan pada larutan dengan tujuan mengetahui kisaran pH dari larutan tersebut. Indikator asam basa akan memberikan warna tertentu apabila direaksikan dengan larutan asam atau basa.

Beberapa indikator terbuat dari bahan alami, akan tetapi ada juga beberapa indikator yang dibuat secara sintesis di laboratorium.

a. Indikator alami

Tanaman yang dapat dijadikan sebagai indikator adalah tanaman yang mempunyai warna terang contohnya: kol ungu, kulit manggis, bunga sepatu, bunga bougenvil, pacar air dan kunyit. Dapat atau tidaknya suatu tanaman dijadikan sebagai indikator alami adalah terjadinya perubahan warna apabila ekstraknya ditetaskan pada larutan asam atau basa.

Berikut adalah tabel yang menunjukkan perubahan warna beberapa indikator alami.

Tabel 4.1. Perubahan warna indikator alami

No	Ekstrak	Perubahan warna			
		Air jeruk nipis	Air sabun	Air garam	Ai kapur
1	Kol ungu	Merah muda	Biru muda	Biru tua	Hijau muda
2	Kembang sepatu	Merah	Ungu muda	Nila	Hijau tua
3	Kembang telang	Ungu muda	Biru pudar	Biru muda	Hijau tua
4	Kulit manggis	Orange	Merah bata	Kuning	Coklat
5	Pacar	Merah muda	Cream	Jingga	Kuning
6	Bougenville	Merah muda	Nila	Merah muda	Kuning
7	Kunyit	Kuning	Cream	Kuning muda	Orange

b. Indikator hasil sintesis di laboratorium.

1) Kertas lakmus

Berikut adalah perubahan warna kertas lakmus ketika bereaksi dengan larutan asam atau basa.

Tabel 4.2 Perubahan warna kertas lakmus

Larutan	Kertas Lakmus	
	Lakmus Merah	Lakmus Biru
Asam	Tetap Merah	Berubah menjadi Merah
Netral	Tetap merah	Tetap Biru
Basa	Berubah Menjadi Biru	Tetap Biru

2) Indikator universal

Indikator universal merupakan indikator yang memiliki tingkat kepercayaan baik.

Indikator ini memberikan warna yang berbeda untuk setiap nilai pH antara 1 sampai 14.

Berikut adalah gambar dari indikator universal.



Gambar 4.1 Indikator universal

3) Larutan indikator

Berikut ini adalah beberapa indikator pH yang sering digunakan dalam laboratorium. Indikator-indikator tersebut menunjukkan adanya perubahan warna rentang nilai pH tertentu.

Tabel 4.3 Perubahan warna indikator pada PH tertentu

No.	Indikator	Trayek pH	Perubahan Warna
1.	Fenolftaleine	8,3 – 10,0	tak berwarna ke merah
2.	Bromtimol biru	6,0 – 7,6	kuning ke biru
3.	Metil merah	4,4 – 6,2	merah ke kuning
4.	Metil jingga	3,1 – 4,4	merah ke kuning

4) pH meter

pH meter merupakan alat pengukur pH dengan cepat dan akurat. Alat ini dilengkapi elektroda yang dapat dicelupkan ke dalam larutan yang akan diukur nilai pH-nya. Nilai pH dapat dengan mudah dilihat secara langsung melalui angka yang tertera pada layar digital alat tersebut.



Gambar 32. pH meter

C. Rangkuman

1. Indikator asam basa adalah senyawa yang dapat memberikan warna berbeda ketika dikenai suatu asam atau basa.
2. Indikator berdasarkan asalnya dibedakan menjadi indikator alami dan indikator hasil sintesis di laboratorium.
3. Indikator alami bisa dibuat dari tanaman yang berwarna cerah atau terang, misalnya bunga atau sayur yang berwarna terang.
4. Indikator hasil sintesis di laboratorium meliputi: kertas lakmus, beberapa larutan indikator, indikator universal, dan pH meter.

D. Penugasan Mandiri

Untuk menambah pengetahuan dan ketrampilan kalian tentang indikator asam basa, lakukan kegiatan berikut

1. Tujuan Kegiatan : Pengenalan larutan asam dan basa menggunakan indikator alami (Ekstrak Kunyit).
2. Alat dan Bahan :
 - a. Alat
 - Gelas plastik 8 buah
 - b. Bahan
 - Ekstrak kunyit dari 1 ons kunyit
 - Air
 - Air selokan yang sudah disaring.
 - Air garam
 - Larutan obat maag
 - Air sabun
 - Larutan cuka
 - Air kapur
3. Prosedur
 - 1) Buat ekstrak kunyit dengan cara menggerus kunyit, beri air sekitar setengah gelas, kemudian saring, letakkan dalam gelas plastik.
 - 2) Isi 7 gelas plastik masing-masing dengan air, air selokan, air garam, larutan obat maag, air sabun, larutan cuka dan air kapur.
 - 3) Pada masing-masing larutan tambahkan satu sendok ekstrak kunyit.
 - 4) Amati perubahan warna yang terjadi!
4. Pertanyaan:
 - 1) Warna apa yang ditampilkan oleh indikator alami kunyit ketika larut dalam larutan bersifat

- a. Netral :
- b. Asam :
- c. Basa :
- 2) Dari pengamatan kelompokkan zat yang bersifat netral, asam dan basa

E. Latihan Soal

Untuk memperdalam kemampuan kalian tentang teori asam basa maka kerjakan latihan soal berikut

Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

- Indikator lakmus merah jika dicelupkan pada larutan basa akan berubah menjadi berwarna.
 - Merah
 - Biru
 - Orange
 - Tidak berwarna
 - Kuning
- Zat dibawah ini yang dapat memerahkan kertas lakmus adalah...
 - NaOH
 - Ca(OH)₂
 - CH₃COOH
 - CO(NH₂)₂
 - C₂H₅OH

3. Diketahui trayek perubahan warna dari beberapa indikator

indikator	trayek pH	perubahan warna
MO	3,1 – 4,4	merah - kuning
MM	4,4 – 6,2	merah – kuning
BTB	6,0 – 7,6	kuning - biru
PP	8,3 – 10,0	tak berwarna - merah

Untuk menentukan pH suatu larutan dilakukan suatu percobaan sebagai berikut. Larutan X ditetesi MM berwarna jingga, dengan BTB berwarna kuning, dengan MO berwarna kuning dan dengan PP tak berwarna. Maka pH larutan tersebut diperkirakan sebesar ...

- $3,1 < \text{pH} < 4,2$
 - $4,4 < \text{pH} < 6,0$
 - $6,0 < \text{pH} < 6,2$
 - $6,2 < \text{pH} < 7,6$
 - $7,6 < \text{pH} < 8,3$
4. Perhatikan warna suatau indikator universal di bawah ini:

Warna	merah	jingga	kuning	hijau	biru	nila	ungu
pH	4	5	6	7	8	9	10

Warna indikator akan menjadi jingga bila dimasukkan ke dalam ...

- Asam lemah
- Asam kuat
- Basa lemah

- D. Basa kuat
- E. Netral

5. Beberapa larutan diuji dengan kertas lakmus didapat hasil sebagai berikut.

Larutan	Lakmus Merah	Lakmus biru
1	Merah	Merah
2	Biru	Biru
3	Merah	Merah
4	Biru	Biru
5	Merah	Biru

Berdasarkan data di atas, larutan yang bersifat asam adalah.....

- A. Larutan 1 dan 2
- B. Larutan 1 dan 3
- C. Larutan 2 dan 3
- D. Larutan 2 dan 4
- E. Larutan 4 dan 5

Kunci Jawaban dan Penyelesaian

No.	Kunci Jawaban	Penyelesaian	skor
1	C	Penyelesaian : Kertas lakmus merah akan berubah menjadi biru jika dicelupkan larutan basa. Kertas lakmus biru akan berubah menjadi merah jika dicelupkan larutan asam.	1
2.	B	Penyelesaian : Kertas lakmus biru akan berubah menjadi merah jika dicelupkan larutan asam. A. NaOH : basa B. Ca(OH) ₂ : basa C. CH ₃ COOH : asam D. CO(NH ₂) ₂ : non elektrolit E. C ₂ H ₅ OH : non elektrolit	1
3.	B	Penyelesaian : Data hasil pemberian tetes indikator pada larutan : - MO kuning, pH diperkirakan 4,4 < pH - MM jingga, pH diperkirakan antara 4,4 sampai 6,2 - pH = (4,4 + 6,2)/2 = 5,3 (ditengah) - BTB kuning, diperkirakan pH <6,0. - PP tak berwarna, diperkirakan pH < 8,3. Jadi kesimpulannya : - larutan X mempunyai pH sekitar 4,4 < pH < 6,0	1
4	A	Indikator universal berwarna jingga menunjukkan bahwa larutan mempunyai pH =5. pH = 5 menunjukkan bahwa larutan bersifat asam lemah. pH asam kuat adalah 0 < pH < 2	1
5	B	Lakmus merupakan salah satu indikator pH dengan perubahan warna merah kebiru trayek pH 4,5-8,3. Lakmus merah dalam larutan asam berwarna merah dandalam larutan basa berwarna biru. Lakmus biru dalam larutan asam berwarna merah dan dalam larutan basa	1

Untuk menghitung pencapaian hasil belajar kalian hitung nilai latihan soal yang sudah kalian kerjakan dengan rumus berikut:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{jumlah perolehan skor}}{5} \times 100$$

Berapa nilai kalian ?

Jika nilai kalian sudah memenuhi Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang sudah ditentukan sekolah maka lanjutkan mempelajari kegiatan belajar selanjutnya. Tetapi jika kurang dari KKM maka pelajari kembali kegiatan belajar 4 ini.

F. Penilaian Diri

Selanjutnya kalian harus mengisi tabel penilaian diri untuk mengukur tingkat keberhasilan diri kalian dalam penguasaan materi tentang indikator asam basa.

Tabel Penilaian Diri

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1.	Dapatkah kalian memprediksi sifat asam basa larutan berdasarkan data perubahan warna kertas lakmus?		
2.	Dapatkah kalian memprediksi pH larutan berdasarkan data perubahan warna indikator berupa larutan?		
3.	Dapatkah kalian memprediksi pH larutan berdasarkan data perubahan warna indikator universal?		

Jika menjawab “Tidak” pada salah satu pertanyaan di atas, maka pelajarilah kembali materi tersebut sehingga kalian betul-betul dapat menguasai materi. Jangan putus asa untuk mengulang lagi! Dan apabila kalian menjawab “Ya” pada semua pertanyaan, maka lanjutkan mengerjakan soal evaluasi.

EVALUASI

Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

- Perhatikan pernyataan berikut :
 - Asam adalah spesi yang apabila dilarutkan dalam air akan menghasilkan ion H⁺.
 - Basa adalah spesi yang apabila dilarutkan dalam air akan menghasilkan ion OH⁻.
 - Asam adalah spesi yang bertindak donor pasangan elektron bebas.
 - Asam konjugasi adalah basa yang telah menerima 1 ion H⁺.
 - Basa adalah spesi yang bertindak aseptor proton.Pernyataan yang tidak tepat adalah
 - 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
- Suatu reaksi : $\text{H}_2\text{O} + \text{HNO}_2 \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{NO}_2^-$
Pada reaksi tersebut yang merupakan pasangan asam – basa konjugasi adalah
 - H₂O dan H₃O⁺
 - HNO₂ dan NO₂⁻
 - H₂O dan HNO₂
 - H₂O dan NO₂⁻
 - HNO₂ dan H₃O⁺
- Spesi berikut di bawah ini yang merupakan basa konjugasi dari HSO₄⁻ adalah
 - H₃SO₄⁺
 - H₂SO₄
 - HSO₄⁻
 - HSO₄⁻²
 - SO₄⁻²
- Menurut teori asam basa Lewis, sifat BF₃ dalam reaksi $\text{BF}_3 + \text{F}^- \rightarrow \text{BF}_4^-$
 - Asam
 - Basa
 - Asam konjugasi
 - Basa Konjugasi
 - Netral
- Perhatikan data berikut :

1) HF	4) Be(OH) ₂
2) H ₂ SO ₄	5) Ba(OH) ₂
3) HNO ₂	6) NH ₄ OH

Berdasar data di atas, yang merupakan tergolong asam kuat dan basa lemah berturut-turut adalah
 - 1 dan 4
 - 1 dan 5
 - 2 dan 5
 - 2 dan 6
 - 3 dan 6

6. Perhatikan senyawa dalam kehidupan sehari-hari sebagai berikut :
- 1) Cuka
 - 2) Air aki
 - 3) Kopi
 - 4) Deterjen
 - 5) Sabun mandi
 - 6) antasida / obat sakit magh
- Dari data tersebut yang bersifat asam adalah
- A. 1, 2 dan 3
 - B. 1, 2 dan 6
 - C. 2, 3 dan 5
 - D. 3, 4 dan 5
 - E. 4, 5 dan 6
7. Pada reaksi mana air dapat bertindak sebagai basa?
- A. $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HSO}_4^-$
 - B. $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{OH}^- + \text{HCO}_3^-$
 - C. $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$
 - D. $\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
 - E. $\text{H}_2\text{O} + \text{HSO}_4^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{OH}^-$
8. Senyawa HClO_4 dapat bersifat asam atau basa. Reaksi yang menunjukkan bahwa HClO_4 bersifat asam adalah...
- A. $\text{HClO}_4 + \text{NH}_2^- \rightleftharpoons \text{ClO}_4^- + \text{NH}_3$
 - B. $\text{HClO}_4 + \text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{ClO}_4^- + \text{NH}_4^+$
 - C. $\text{HClO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{ClO}_4^- + \text{H}_3\text{O}^+$
 - D. $\text{HClO}_4 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{ClO}_4^- + \text{H}_2\text{O}$
 - E. $\text{HClO}_4 + \text{N}_2\text{H}_5^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{ClO}_4^+ + \text{N}_2\text{H}_4$
9. Senyawa-senyawa dibawah berikut yang berperan sebagai asam Bronsted Lowry dan basa Bronsted adalah.....
- A. Cl^-
 - B. H_2O
 - C. CO_2
 - D. CO_3^{2-}
 - E. NO_3^-
10. Air merupakan senyawa netral, jika mengalami ionisai, maka...
- A. $[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$
 - B. $[\text{H}^+] < [\text{OH}^-]$
 - C. $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$
 - D. Pada suhu 25°C harga $K_w = 10^{-7}$
 - E. Pada suhu 25°C $[\text{H}^+] = 10^{-14}$
11. Larutan basa berikut yang memiliki konsentrasi ion OH^- paling besar adalah ...
- A. NH_3 0,1 M ($K_b = 1,6 \times 10^{-5}$)
 - B. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 0,1 M
 - C. $(\text{CH}_3)\text{NH}_2$ 0,1 M ($K_b = 9 \times 10^{-4}$)
 - D. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 0,2 M
 - E. NaOH 0,1 M
12. Larutan asam di bawah ini yang akan memiliki pH paling rendah adalah ...
- A. HCN 1 M ($K_a = 6 \times 10^{-10}$)
 - B. H_2S 0,1 M ($K_a = 1 \times 10^{-7}$)

- C. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 0,1 M
D. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 0,2 M
E. NaOH 0,1M
13. 500 ml larutan H_2SO_4 0,05 M akan memiliki pH
A. $5 - \log 2$
B. $2 - \log 5$
C. $2 + \log 5$
D. $2 + \log 1$
E. $1 - \log 1$
14. Derajat keasaman Larutan amonia yang konsentrasinya 0,1 M dan memiliki $K_b = 10^{-5}$ adalah ...
A. 3
B. 4
C. 10
D. 11
E. 12
15. Untuk mengukur derajat keasaman asam atau basa yang akurat, paling tepat menggunakan ...
A. Fenolftalein
B. Metil jingga
C. pH meter
D. Bromtimol biru
E. Universal
16. Kertas lakmus merah akan menjadi biru bila dicelupkan kedalam larutan...
A. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
B. HCOOH
C. KOH
D. HClO_4
E. HCl
17. 200 ml larutan NaOH mempunyai pH 12. Massa NaOH ($M_r = 40$) yang larut di dalamnya adalah...gram
A. 0,04
B. 0,06
C. 0,08
D. 0,4
E. 0,6
18. 100 ml larutan H_2SO_4 0,2 M diencerkan hingga volumenya menjadi 200 ml, maka pH larutan menjadi... ($\log 2 = 0,3$)
A. 0,1
B. 0,7
C. 1
D. 2
E. 13,8

19. 50 ml larutan NaOH 0,1 M di campur dengan 50 ml larutan Ca(OH)_2 0,1M, maka pH campuran menjadi ...

- A. $1 - \log 1$
- B. $2 - \log 15$
- C. $12 - \log 15$
- D. $12 + \log 15$
- E. $13 + \log 1$

20. Perhatikan data sebagai berikut:

Larutan	Lakmus merah	Lakmus biru
I	Tetap	Merah
II	Biru	Tetap
III	Tetap	Merah
IV	Biru	Tetap
V	Tetap	Tetap

Yang termasuk larutan asam adalah...

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

KUNCI JAWABAN SOAL EVALUASI

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

No	Kunci Jawaban
11	D
12	A
13	E
14	D
15	C
16	C
17	C
18	B
19	D
20	B

DAFTAR PUSTAKA

<https://www.studiobelajar.com/teori-asam-basa/> diakses 26 Oktober 2020

<http://belajarasambasa.blogspot.com/2012/06/tetapan-kesetimbangan-air-kw.html>
diakses pada 26 Oktober 2020

<https://ardra.biz/kekuatan-dan-derajat-keasaman-larutan/> diakses pada 26 Oktober 2020

<https://www.amongguru.com/pengertian-dan-jenis-jenis-indikator-asam-basa-beserta-contohnya/> diakses pada 26 Oktober 2020

<https://garudamuda.org/erika/2017/01/19/daftar-asam-basa-kuat-dan-lemah/> diakses
pada 26 Oktober 2020

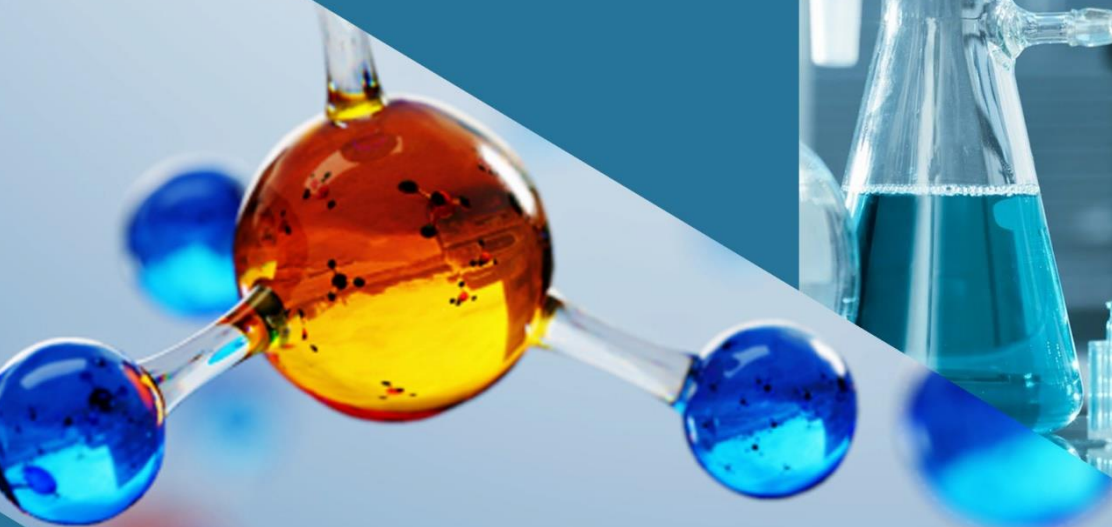


KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020



Modul Pembelajaran SMA

KIMIA



KELAS
XI



HIDROLISIS GARAM

KIMIA KELAS XI

PENYUSUN
Novitalia Ablinda Sari, S.T
SMA Negeri 5 Palembang

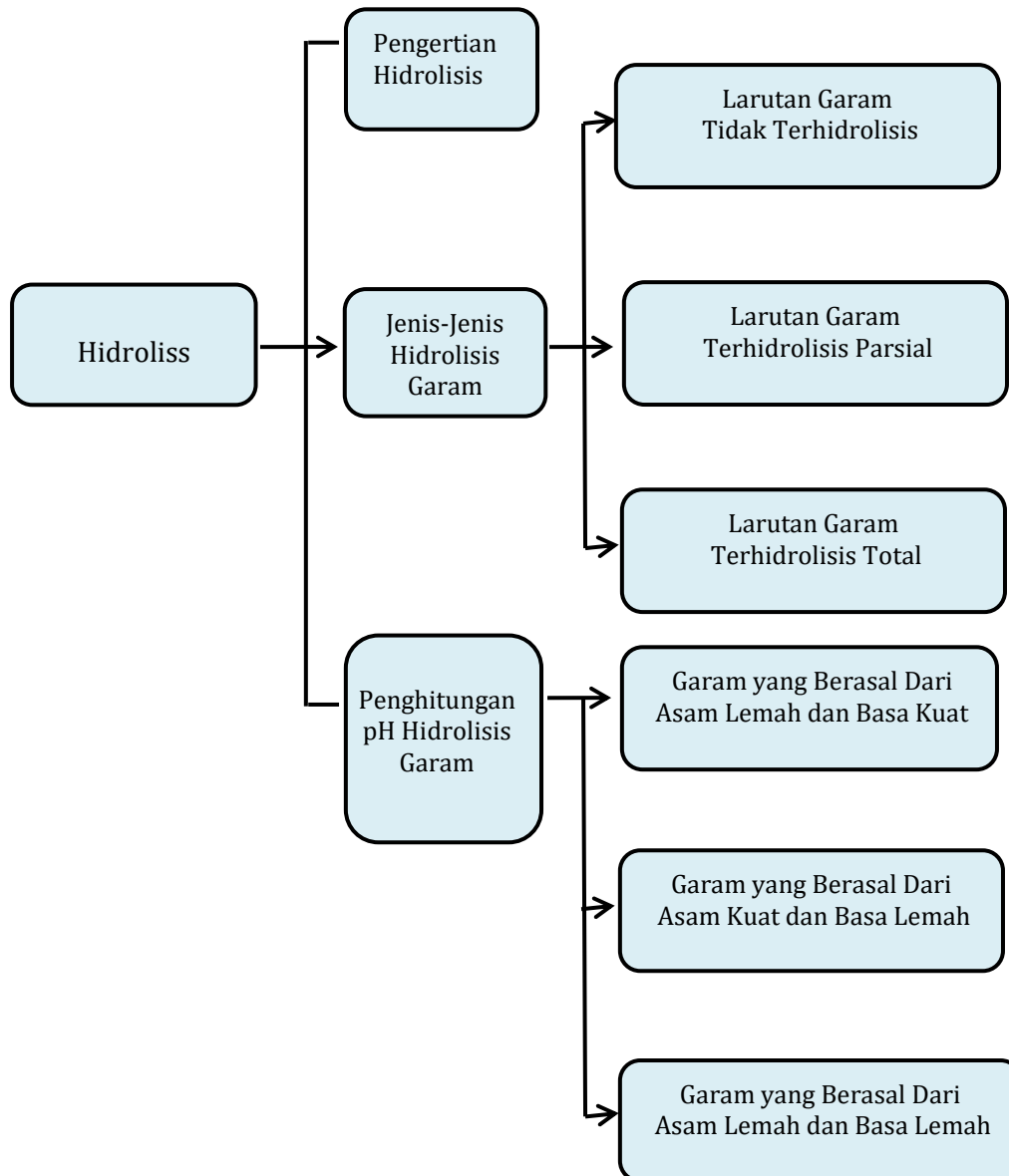
DAFTAR ISI

PENYUSUN	2
DAFTAR ISI	3
GLOSARIUM	4
PETA KONSEP	5
PENDAHULUAN	6
A. Identitas Modul.....	6
B. Kompetensi Dasar.....	6
C. Deskripsi Singkat Materi	6
D. Petunjuk Penggunaan Modul	6
E. Materi Pembelajaran	7
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 (Pengertian dan Jenis-jenis Hidrolisis Garam)	8
A. Tujuan Pembelajaran	8
B. Uraian Materi.....	8
C. Rangkuman	11
D. Penugasan Mandiri	11
E. Latihan Soal	12
F. Penilaian Diri	14
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 (Penghitungan pH Larutan Garam).....	14
A. Tujuan Pembelajaran	15
B. Uraian Materi.....	15
C. Rangkuman	19
D. Penugasan Mandiri	20
E. Latihan Soal	20
F. Penilaian Diri	22
EVALUASI	23
DAFTAR PUSTAKA	26

GLOSARIUM

- Garam : senyawa elektrolit yang dihasilkan dari reaksi netralisasi antara asam dengan basa.
- Hidrolisis : penguraian garam oleh air atau reaksi ion-ion garam oleh air.
- Hidrolisis parsial : kation dan anion yang dihasilkan dari ionisasi garam hanya sebagian yang bereaksi dengan air
- Hidrolisis total : kation dan anion yang dihasilkan dari ionisasi garam seluruhnya bereaksi dengan air

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Kimia
Kelas	: XI
Alokasi Waktu	: 2 x pertemuan (8 JP)
Judul Modul	: Hidrolisis

B. Kompetensi Dasar

3.11 Menganalisis kesetimbangan ion dalam larutan garam dan menghitung pH-nya

4.11 Melakukan percobaan untuk menunjukkan sifat asam basa berbagai larutan garam

C. Deskripsi Singkat Materi

Modul hidrolisis garam ini berisikan kesetimbangan ion dalam larutan garam dan penghitungan pH-nya. Di dalam air, garam akan terionisasi dan apabila ion-ion yang terbentuk itu bereaksi dengan air maka terjadilah reaksi hidrolisis. Ion yang berasal dari garam dianggap bereaksi dengan air jika ion tersebut dalam reaksinya menghasilkan asam lemah atau basa lemah. Seperti yang telah dijelaskan pada materi awal asam dan basa maka reaksi keduanya akan membentuk garam. Sifat keasaman garam yang mengalami hidrolisis dipengaruhi oleh asam dan basa pembentuknya. Ada garam yang terhidrolisis parsial (sebagian), terhidrolisis total namun ada juga yang tidak terhidrolisis. Garam yang terhidrolisis bisa diperhitungkan nilai pH-nya berdasarkan sifat keasaman larutan garam. Dalam modul ini dijelaskan pengertian hidrolisis, jenis-jenis hidrolisis garam, dan penghitungan pH larutan garam.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Modul ini terbagi menjadi dua topik yaitu:

- Pertama : Pengertian dan Jenis-Jenis Hidrolisis Garam
- Kedua : Penghitungan pH Larutan Garam

Agar modul dapat digunakan secara maksimal maka kalian diharapkan melakukan langkah- langkah sebagai berikut :

1. Materi prasyarat yang harus kalian miliki dalam mempelajari modul ini adalah pemahaman terhadap konsep asam, basa dan garam serta penghitungan pH-nya
2. Pelajari dan pahami peta materi yang disajikan dalam setiap modul.
3. Pelajari dan pahami tujuan yang tercantum dalam setiap kegiatan pembelajaran.
4. Pelajari uraian materi secara sistematis dan mendalam dalam setiap kegiatan pembelajaran.
5. Lakukan uji kompetensi di setiap akhir kegiatan pembelajaran untuk menguasai tingkat penguasaan materi.
6. Diskusikan dengan guru atau teman jika mengalami kesulitan dalam pemahaman materi. Lanjutkan pada modul berikutnya jika sudah mencapai ketuntasan yang diharapkan.

E. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi 2 kegiatan pembelajaran (setiap pembelajaran alokasi waktunya 4 JP) dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

Pertama : Pengertian dan Jenis-Jenis Hidrolisis Garam.

Kedua : Penghitungan pH Larutan Garam

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

Pengertian dan Jenis-jenis Hidrolisis Garam

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini diharapkan kalian mampu membandingkan garam yang dapat terhidrolisis dalam air dan menentukan sifat garam yang terhidrolisis.

B. Uraian Materi

Halaman yang memiliki hamparan rumput yang hijau dan rapi akan menjadikan pemandangan terasa indah dan segar. Cara praktis yang dapat digunakan agar rumput tumbuh lebih subur dan hijau yaitu menggunakan garam epsom atau garam Inggris. Garam epsom merupakan nama lain dari garam magnesium sulfat atau lebih tepatnya magnesium sulfat hidrat dengan rumus molekul $MgSO_4 \cdot 7H_2O$.



Gambar 1.
Rumput yang bisa tumbuh subur

Garam terbentuk melalui reaksi asam dan basa. Garam yang dihasilkan bisa bersifat asam, basa atau netral. Begitu juga saat garam dilarutkan dalam air, maka ion-ion garam yang berasal dari asam lemah atau basa lemah akan bereaksi dengan air yang dinamakan reaksi hidrolisis. Apa saja contohnya di dalam air garam dapat mengalami reaksi hidrolisis. Apa yang dimaksud dengan reaksi hidrolisis? Apakah jenis-jenis hidrolisis larutan garam dan bagaimana penghitungan pH pada hidrolisis garam? Mari kita simak materi berikut ini !

1. Pengertian Hidrolisis

Hidrolisis berasal dari kata *hidro* dan *lisis*. Hidro artinya air, sedangkan lisis artinya penguraian. Jadi hidrolisis adalah reaksi penguraian garam dalam air, yang membentuk ion positif dan ion negatif. Ion-ion tersebut akan bereaksi dengan air membentuk asam (H_3O^+) dan basa (OH^-) asalnya. Reaksi hidrolisis berlawanan dengan reaksi penggaraman atau reaksi penetralan. Reaksi penggaraman yaitu reaksi antara asam dengan basa yang membentuk garam. Garam yang dihasilkan

tidak selalu bersifat netral tetapi tergantung kekuatan asam dan basa pembentuk garam tersebut.

2. Jenis-Jenis Hidrolisis Garam

Larutan garam di dalam air ada yang bersifat asam, basa dan netral. Sebagaimana diungkapkan pada pengantar bahwa sifat asam basa atau netral dari garam tersebut terjadi akibat adanya interaksi antara ion garam dengan air. Didalam air garam akan terionisasi dan apabila ion yang terbentuk tersebut bereaksi dengan air maka terjadi reaksi hidrolisis. Beberapa kemungkinan reaksi hidrolisis yang dapat terjadi adalah :

- Kation yang berasal dari garam bereaksi dengan air dan menghasilkan ion H^+ , menyebabkan konsentrasi ion H^+ lebih besar daripada konsentrasi ion OH^- sehingga larutan bersifat asam
- Anion yang berasal dari garam bereaksi dengan air dan menghasilkan ion OH^- menyebabkan konsentrasi ion H^+ lebih kecil dari pada konsentrasi ion OH^- sehingga larutan bersifat basa
- Kation maupun anion yang berasal dari garam tidak bereaksi dengan air sehingga konsentrasi ion H^+ dan ion OH^- di dalam air tidak berubah dan larutan bersifat netral.

Ion yang berasal dari garam dianggap bereaksi dengan air jika ion tersebut dalam reaksi menghasilkan asam lemah atau basa lemah. Garam merupakan hasil reaksi dari suatu asam dengan basa maka ditinjau dari kekuatan asam dan basa pembentuknya, ada empat jenis garam sebagai berikut.

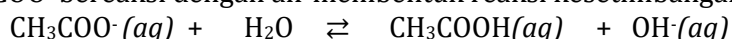
a. Garam yang Terbentuk dari Asam Lemah dan Basa Kuat

Garam yang berasal dari asam lemah dan basa kuat jika dilarutkan dalam air akan menghasilkan anion yang berasal dari asam lemah. Anion tersebut bereaksi dengan air menghasilkan ion OH^- yang menyebabkan larutan bersifat basa.

Contoh :



Ion CH_3COO^- bereaksi dengan air membentuk reaksi kesetimbangan



Adanya ion OH^- yang dihasilkan tersebut mengakibatkan konsentrasi ion H^+ di dalam air lebih sedikit daripada konsentrasi ion OH^- sehingga larutan bersifat basa. Dari dua ion yang dihasil oleh garam tersebut, hanya ion CH_3COO^- yang mengalami hidrolisis sedangkan ion Na^+ tidak bereaksi dengan air. Jika dianggap bereaksi maka $NaOH$ yang terbentuk akan segera terionisasi menghasilkan ion Na^+ kembali. Hidrolisis ini disebut hidrolisis sebagian atau hidrolisis parsial sebab hanya sebagian ion (ion CH_3COO^-) yang mengalami reaksi hidrolisis. Jadi garam yang berasal dari asam lemah dan basa kuat akan terhidrolisis sebagian (parsial) dan bersifat basa.

b. Garam yang Terbentuk dari Asam Kuat dan Basa Lemah

Garam yang berasal dari asam kuat dan basa lemah jika dilarutkan dalam air akan menghasilkan kation yang berasal dari basa lemah. Kation tersebut bereaksi dengan air menghasilkan ion H^+ yang menyebabkan larutan bersifat asam.

Contoh :



Ion NH_4^+ bereaksi dengan air membentuk reaksi kesetimbangan

$$\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$$

Adanya ion H^+ yang dihasilkan tersebut mengakibatkan konsentrasi ion H^+ di dalam air lebih banyak daripada konsentrasi ion OH^- sehingga larutan bersifat asam. Dari dua ion yang dihasilkan oleh garam tersebut, hanya ion NH_4^+ yang mengalami hidrolisis sedangkan ion Cl^- tidak bereaksi dengan air. Jika dianggap bereaksi maka HCl yang terbentuk akan segera terionisasi menghasilkan ion Cl^- kembali. Hidrolisis ini disebut hidrolisis sebagian atau hidrolisis parsial sebab hanya sebagian ion (ion NH_4^+) yang mengalami reaksi hidrolisis. Jadi garam yang berasal dari asam kuat dan basa lemah akan terhidrolisis sebagian (parsial) dan bersifat asam.

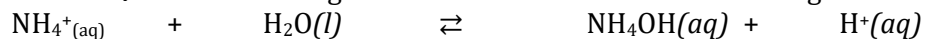
c. Garam yang Terbentuk dari Asam Lemah dan Basa Lemah

Garam yang berasal dari asam lemah dan basa lemah di dalam air akan terionisasi dan kedua ion garam tersebut bereaksi dengan air.

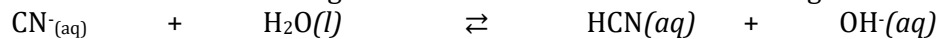
Contoh :



Ion NH_4^+ bereaksi dengan air membentuk reaksi kesetimbangan



Ion CN^- bereaksi dengan air membentuk reaksi kesetimbangan

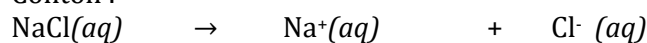


Oleh karena dari kedua ion garam tersebut masing-masing H^+ dan ion OH^- , maka sifat larutan garam ini ditentukan oleh nilai tetapan kesetimbangan dari kedua reaksi tersebut. Hidrolisis garam yang berasal dari asam lemah dan basa lemah merupakan hidrolisis total, sebab kedua ion garam mengalami reaksi hidrolisis dengan air. Sifat larutan ditentukan oleh nilai tetapan kesetimbangan asam (K_a) dan nilai kesetimbangan basa (K_b) penyusun garam tersebut. Jika $K_a > K_b$, maka larutan akan bersifat asam dan jika $K_a < K_b$ maka larutan akan bersifat basa.

d. Garam yang Terbentuk dari Asam Kuat dan Basa Kuat

Ion-ion yang dihasilkan dari garam yang berasal dari asam kuat dan basa kuat tidak ada bereaksi dengan air, sebab jika dianggap bereaksi maka akan segera terionisasi kembali secara sempurna membentuk ion-ion semula.

Contoh :



Ion Cl^- di dalam larutan tidak mengalami reaksi dengan air, sebab jika dianggap bereaksi dengan air maka ion akan menghasilkan NaOH yang akan segera terionisasi kembali menjadi ion Na^+ . Hal ini disebabkan NaOH merupakan basa kuat yang terionisasi sempurna. Demikian pula jika ion Cl^- dianggap bereaksi dengan air, maka HCl yang terbentuk akan terionisasi sempurna menjadi ion Cl^- kembali. Hal ini disebabkan HCl merupakan asam kuat. Kesimpulannya garam yang berasal dari asam kuat dan basa kuat tidak terhidrolisis. Oleh karena itu konsentrasi ion H^+ dan OH^- dalam air tidak terganggu sehingga larutan bersifat netral.

C. Rangkuman

Hidrolisis berasal dari kata hidro dan lisis. Hidro artinya air, sedangkan lisis artinya penguraian. Jadi hidrolisis adalah reaksi penguraian garam dalam air, yang membentuk ion positif dan ion negatif.

Ada empat jenis hidrolisis garam sebagai berikut :

1. Garam yang Terbentuk dari Asam Lemah dan Basa Kuat
Garam yang berasal dari asam lemah dan basa kuat jika dilarutkan dalam air akan menghasilkan anion yang berasal dari asam lemah. Sehingga garam yang berasal dari asam lemah dan basa kuat akan terhidrolisis sebagian (parsial) dan bersifat basa.
2. Garam yang Terbentuk dari Asam Kuat dan Basa Lemah
Garam yang berasal dari asam kuat dan basa lemah jika dilarutkan dalam air akan menghasilkan kation yang berasal dari basa lemah. Sehingga garam yang berasal dari asam kuat dan basa lemah akan terhidrolisis sebagian (parsial) dan bersifat asam.
3. Garam yang Terbentuk dari Asam Lemah dan Basa Lemah
Garam yang berasal dari asam lemah dan basa lemah di dalam air akan terionisasi dan kedua ion garam tersebut bereaksi dengan air.
Sifat larutan ditentukan oleh nilai tetapan kesetimbangan asam (K_a) dan nilai kesetimbangan basa (K_b) penyusun garam tersebut. Jika $K_a > K_b$, maka larutan akan bersifat asam dan jika $K_a < K_b$ maka larutan akan bersifat basa.
4. Garam yang Terbentuk dari Asam Kuat dan Basa Kuat
Ion-ion yang dihasilkan dari garam yang berasal dari asam kuat dan basa kuat tidak ada bereaksi dengan air, sebab jika dianggap bereaksi maka akan segera terionisasi kembali secara sempurna membentuk ion-ion semula. Oleh karena itu konsentrasi ion H^+ dan OH^- dalam air tidak terganggu sehingga larutan bersifat netral.

D. Penugasan Mandiri

Jawablah pertanyaan berikut ini !

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan hidrolisis garam dan jenis-jenisnya !
2. Mengapa garam jika dilarutkan dalam air dapat memerahkan kertas lakmus biru? tuliskan juga reaksi kimianya !
3. Lakukan analisis data apakah larutan garam berikut mengalami hidrolisis. Jika mengalami hidrolisis tuliskan reaksi hidrolisisnya.
 - a. $Pb(NO_3)_3$
 - b. $(NH_4)_2CO_3$
 - c. KNO_3
 - d. $MgSO_4$
 - e. Na_2HPO_4
4. Bagaimana warna kertas lakmus merah dan kertas lakmus biru jika dimasukkan ke dalam larutan berikut? Simpulkan sifat garam berdasarkan perubahan warna kertas lakmus!
 - a. $AlCl_3$
 - b. $CuSO_4$
 - c. KCN
 - d. Na_2CO_3
 - e. $Ba(NO_3)_2$

E. Latihan Soal

- Diantara larutan garam berikut akan bersifat basa jika dilarutkan dalam air yaitu ...
 - Barium asetat
 - Seng iodida
 - Perak bromida
 - Amonium klorida
 - Magnesium nitrat
- Garam-garam di bawah ini yang mengalami hidrolisis sempurna jika dilarutkan dalam air yaitu ...
 - $(\text{NH}_4)_2\text{S}$
 - K_2S
 - KCl
 - CuS
 - Na_2CO_3
- Garam yang mengalami hidrolisis sebagian jika dilarutkan dalam air yaitu ...
 - Natrium klorida
 - Natrium nitrat
 - Kalium sulfat
 - Amonium bromida
 - Aluminium sulfida
- Besarnya $[\text{OH}^-]$ dalam larutan garam yang berasal dari asam lemah dan basa kuat ...
 - Berbanding lurus dengan K_a -nya
 - Berbanding terbalik dengan K_a -rnya
 - Berbanding lurus dengan akar kuadrat K_a -nya
 - Berbanding terbalik dengan akar kuadrat K_a -nya
 - Berbanding terbalik dengan konsentrasi molar garamnya
- Persamaan hidrolisis suatu senyawa sebagai berikut.
$$\text{S}^{2-}(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\ell) \rightarrow \text{H}_2\text{S}(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$$
Rumus garam yang mengalami hidrolisis seperti persamaan hidrolisis di atas yaitu ...
 - FeS_3
 - Na_2S
 - $\text{Mg}(\text{S})_2$
 - $(\text{CH}_3)_2\text{S}$
 - $(\text{NH}_4)_2\text{S}$

Kunci Jawaban dan Pembahasan

No	Kunci jawaban	Pembahasan
1	A	Larutan garam yang bersifat basa yaitu larutan garam yang berasal dari asam lemah dengan basa kuat atau asam lemah dengan basa lemah (harga $K_a < K_b$). Barium asetat $((CH_3COO)_2Ba)$ berasal dari asam lemah (CH_3COOH) dan basa kuat $(Ba(OH)_2)$. Larutan ini bersifat basa. Amonium klorida (NH_4Cl) berasal dari basa lemah (NH_4OH) dan asam kuat (HCl) . Magnesium nitrat $(Mg(NO_3)_2)$ berasal dari basa kuat $(Mg(OH)_2)$ dan asam kuat (HNO_3) . Seng iodida (ZnI_2) berasal dari basa lemah $(Zn(OH)_2)$ dan asam kuat (HI) . Perak bromida $(AgBr)$ berasal dari basa lemah $(AgOH)$ dan asam kuat (HBr) , NH_4Cl , $Mg(NO_3)_2$, ZnI_2 , dan $AgBr$ merupakan larutan garam yang bersifat asam.
2	A	Garam yang dapat mengalami hidrolisis sempurna terbentuk dari asam lemah dan basa lemah. $(NH_4)_2SO_4$ terbentuk dari basa lemah (NH_4OH) dan asam lemah (H_2S) . K_2S terbentuk dari basa kuat (KOH) dan asam kuat (HCl) . $CuSO_4$ terbentuk dari basa lemah $(Cu(OH)_2)$ dan asam kuat (H_2SO_4) , Na_2CO_3 terbentuk dari basa kuat $(NaOH)$ dan asam lemah (H_2CO_3) . Jadi garam yang menghasilkan hidrolisis sempurna yaitu $(NH_4)_2S$
3	D	Garam yang mengalami hidrolisis sebagian terbentuk dari asam lemah dan basa kuat atau asam kuat dan basa lemah. Natrium klorida $(NaCl)$ terbentuk dari basa kuat $(NaOH)$ dan asam kuat (HCl) . Natrium nitrat $(NaNO_3)$ terbentuk dari basa kuat $(NaOH)$ dan asam kuat (HNO_3) . Kalium sulfat (K_2SO_4) terbentuk dari basa kuat (KOH) dan asam kuat (H_2SO_4) . Amonium bromida (NH_4Br) terbentuk dari basa lemah (NH_4OH) dan asam kuat (HBr) . Aluminium sulfida (Al_2S_3) terbentuk dari basa lemah $(Al(OH)_3)$ dan asam lemah (H_2S) jadi garam yang mengalami hidrolisis sebagian yaitu amonium bromida (NH_4Br)
4	D	Besarnya $[OH^-]$ dalam larutan garam yang berasal dari asam lemah dan basa kuat dirumuskan sebagai berikut $[OH^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a}} \times M$ Jadi, besarnya $[OH^-]$ berbanding terbalik dengan akar kuadrat K_a -nya
5	B	Na_2S merupakan garam yang berasal dari basa kuat $(NaOH)$ dan Asam lemah (H_2S) sehingga garam tersebut dapat terhidrolisis parsial (sebagian) $Na_2S(aq) \rightleftharpoons 2Na^+(aq) + S^{2-}(aq)$ $S^{2-}(aq) + 2H_2O(aq) \rightarrow H_2S(aq) + 2OH^-(aq)$

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggung jawab!

No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1	Apakah anda bisa menjelaskan pengertian dari hidrolisis ?		
2	Apakah anda bisa menjelaskan pengertian dari hidrolisis total dan memberikan contohnya?		
3	Apakah anda bisa menjelaskan pengertian dari hidrolisis sebagian yang bersifat asam dan memberikan contohnya?		
4	Apakah anda bisa menjelaskan pengertian dari hidrolisis sebagian yang bersifat basa dan memberikan contohnya?		
5	Apakah anda bisa menjelaskan garan yang tidak mengalami hidrolisis dan memberikan contohnya?		

Apabila jawaban kalian pada ketiga pertanyaan diatas “ya”, maka kalian sudah memahami pengertian dan jenis-jenis hidrolisis larutan garam, silahkan melanjutkan kegiatan belajar kedua yakni penghitungan pH larutan garam. Namun, apabila kalian masih menjawab tidak atau belum, maka silahkan pelajari lagi ya kegiatan pembelajaran yang pertama khususnya pada bagian yang belum dikuasai .

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

Penghitungan pH Larutan Garam

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini diharapkan kalian mampu menghitung pH larutan garam berdasarkan sifat keasamannya.

B. Uraian Materi

1. Sifat-sifat pH Larutan Garam

Setiap garam mempunyai komponen basa (kation) dan asam (anion). Sebagian asam dan basa tergolong elektrolit kuat (asam kuat dan basa kuat) sedangkan sebagian lainnya tergolong elektrolit lemah (asam lemah dan basa lemah). Contoh asam kuat yaitu H_2SO_4 , HCl , HNO_3 , HBr dan $HClO_4$. Contoh basa kuat yaitu semua basa logam alkali tanah ($Ca(OH)_2$, $Ba(OH)_2$ kecuali $Be(OH)_2$). Garam yang berasal dari asam kuat dan basa kuat relatif Lemah atau bahkan tidak dapat bereaksi sama sekali dengan air. Sementara itu garam yang berasal dari asam lemah dan basa lemah relatif kuat bereaksi dengan air .

2. pH Larutan Garam

Berdasarkan asam dan basa pembentuknya jenis garam dibedakan menjadi 4 sebagai berikut :

a. Garam dari Asam Kuat dan Basa Kuat

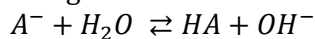
Garam dari asam kuat dan basa kuat misalnya garam natrium klorida ($NaCl$).

Oleh karenanya garam yang berasal dari asam kuat dan basa kuat tidak bereaksi dengan air atau tidak terhidrolisis harga H dan OH dalam air tidak berubah dengan adanya garam sehingga PH sekali tidak berubah dan sama dengan PH air murni $pH = 7$ larutan ini bersifat netral

b. Garam dari Asam Lemah dan Basa Kuat

Garam dari asam lemah dan basa kuat contohnya garam natrium asetat (CH_3COONa). Garam dari asam lemah dan basa kuat akan mengalami hidrolisis sebagian atau hidrolisis parsial larutan garam ini dalam air mengakibatkan berkurangnya ion H^+ dan bertambahnya ion OH^- dalam air sehingga mengakibatkan larutan bersifat basa atau mempunyai pH lebih besar dari 7 contoh lain garam ini $NaCN$ dan Na_2CO_3

Garam jenis ini yang terhidrolisis hanya anion dari asam lemahnya. Reaksinya sebagai berikut.



Tetapan hidrolisis (K_h) dituliskan sebagai berikut.

$$K_h = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]}$$

Jika dikalikan dengan $\frac{[H^+]}{[H^+]}$, maka didapatkan rumus sebagai berikut.

$$\begin{aligned} K_h &= \frac{[HA][OH^-][H^+]}{[A^-][H^+]} \\ &= \frac{[HA]}{[A^-][H^+]} [OH^-][H^+] \\ &= \frac{1}{K_a} \times K_w \end{aligned}$$

$$\text{Sehingga } K_h = \frac{K_w}{K_a}$$

$$\frac{K_w}{K_a} = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]}$$

Jika $[HA] = [OH^-]$, maka belaku rumus berikut.

$$\frac{K_w}{K_a} = \frac{[OH^-]^2}{[A^-]}$$

$$[OH^-]^2 = \frac{K_w \times [A^-]}{K_a}$$

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a} \times [A^-]} \text{ atau } [OH^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a} \times M}$$

$$pOH = -\log [OH^-]$$

Keterangan :

K_w = tetapan kesetimbangan air = 10^{-14}

K_a = tetapan kesetimbangan asam

$[A^-]$ atau M = konsentrasi anion (komponen garam) yang terhidrolisis.

Derajat hidrolisis adalah perbandingan jumlah mol yang terhidrolisis dengan jumlah mol zat mula-mula.

Derajat hidrolisis garam (α) yang berasal dari asam lemah dan basa kuat dirumuskan sebagai berikut.

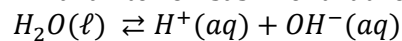
$$\alpha = \sqrt{\frac{K_h}{M}} \text{ atau } \alpha = \sqrt{\frac{K_w}{K_a \times M}}$$

c. Garam dari Asam Kuat dan Basa Lemah

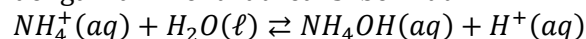
Garam dari asam kuat dan basa lemah contohnya garam amonium klorida (NH_4Cl). Garam ini terionisasi di dalam air menurut persamaan reaksi berikut :



Air akan terionisasi menurut reaksi berikut.

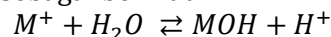


Ion NH_4^+ dari garam NH_4Cl berasal dari basa lemah NH_4OH sehingga bereaksi dengan air menurut reaksi berikut.



Ion Cl^- dari garam NH_4Cl berasal dari asam kuat HCl sehingga tidak dapat bereaksi dengan ion H^+ dari air. Jadi, garam jenis ini mengalami hidrolisis sebagian atau hidrolisis parsial. Pelarutan garam ini di dalam air akan menyebabkan berkurangnya ion (OH^-) dan bertambahnya ion (H^+) dalam air sehingga larutan bersifat asam atau mempunyai $pH < 7$. Contoh lain dari garam ini yaitu $Al_2(SO_4)_3$.

Garam jenis ini yang terhidrolisis hanya kation dari basa lemahnya. Reaksinya sebagai berikut.



Tetapan hidrolisis (K_h) dituliskan sebagai berikut.

$$K_h = \frac{[MOH][H^+]}{[M^+]}$$

Jika dikalikan dengan $\frac{[OH^-]}{[OH^-]}$, maka didapatkan rumus sebagai berikut.

$$K_h = \frac{[MOH][H^+][OH^-]}{[M^+][OH^-]}$$

$$= \frac{[MOH]}{[M^+][OH^-]} [H^+][OH^-]$$

$$= \frac{1}{K_b} \times K_w$$

$$\text{Sehingga } K_h = \frac{K_w}{K_b}$$

$$\frac{K_w}{K_b} = \frac{[MOH][H^+]}{[M^+]}$$

Jika $[MOH] = [H^+]$, maka belaku rumus berikut.

$$\frac{K_w}{K_b} = \frac{[H^+]^2}{[M^+]}$$

$$[H^+]^2 = \frac{K_w \times [M^+]}{K_b}$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w}{K_b} \times [M^+]} \text{ atau } [H^+] = \sqrt{\frac{K_w}{K_b} \times M}$$

$$pH = -\log [H^+]$$

Keterangan :

K_w = tetapan kesetimbangan air = 10^{-14}

K_a = tetapan kesetimbangan basa

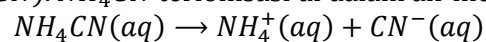
$[M^+]$ atau M = konsentrasi kation (komponen garam) yang terhidrolisis.

Derajat hidrolisis garam (α) yang berasal dari asam kuat dan basa lemah dirumuskan sebagai berikut.

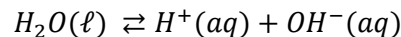
$$\alpha = \sqrt{\frac{K_h}{M}} \text{ atau } \alpha = \sqrt{\frac{K_w}{K_b \times M}}$$

d. Garam dari Asam Lemah dan Basa Lemah

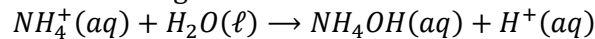
Garam dari asam lemah dan basa lemah contohnya garam amonium sianida (NH_4CN). NH_4CN terionisasi di dalam air menurut reaksi berikut.



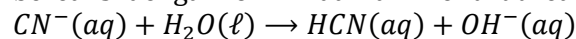
Air akan terionisasi menurut reaksi berikut.



Ion NH_4^+ dari garam NH_4CN berasal dari basa lemah NH_4OH sehingga akan bereaksi dengan ion OH^- dari air menurut reaksi berikut.



Ion CN^- dari garam NH_4CN berasal dari asam lemah HCN sehingga akan bereaksi dengan ion H^+ dari air menurut reaksi berikut.



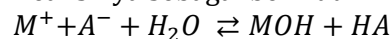
Jadi, garam jenis ini mengalami hidrolisis total atau hidrolisis sempurna. Hidrolisis total adalah peristiwa hidrolisis dari seluruh garam, baik ion positifnya maupun ion negatifnya membentuk basa dan asamnya kembali. Harga pH larutan garam jenis ini tidak tergantung pada konsentrasinya, tetapi tergantung pada harga K_a dan K_b . Ketentuannya sebagai berikut.

1) Jika $K_a = K_b$, maka larutan garam bersifat netral atau mempunyai $pH = 7$

2) Jika $K_a > K_b$, maka larutan garam bersifat asam atau mempunyai $pH < 7$

3) Jika $K_a < K_b$, maka larutan garam bersifat basa atau mempunyai $pH > 7$

Contoh lain garam jenis ini yaitu CH_3COONH_4 . Garam jenis ini, baik anion dari asam lemahnya maupun kation dari basa lemahnya dapat terhidrolisis. Reaksinya sebagai berikut.



Tetapan hidrolisis (K_h) dituliskan sebagai berikut.

$$K_h = \frac{[MOH][HA]}{[M^+][H^-]}$$

Jika dikalikan dengan $\frac{[H^+][OH^-]}{[H^+][OH^-]}$, maka didapatkan rumus sebagai berikut.

$$\begin{aligned} K_h &= \frac{[MOH][HA][H^+][OH^-]}{[M^+][A^-][H^+][OH^-]} \\ &= \frac{[MOH]}{[M^+][OH^-]} \frac{[HA]}{[H^+][A^-]} [H^+][OH^-] \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{K_b} \times \frac{1}{K_a} \times K_w$$

Sehingga $K_h = \frac{K_w}{K_a \times K_b}$

$$\frac{K_w}{K_a \times K_b} = \frac{[MOH][HA]}{[M^+][A^-]}$$

Jika $[MOH] = [HA]$ dan $[M^+] = [A^-]$, maka berlaku rumus berikut.

$$\frac{K_w}{K_a \times K_b} = \frac{[HA]^2}{[A^-]^2}$$

$[H^+]$ dapat dihitung, jika persamaan tersebut dikalikan dengan $\frac{[H^+]^2}{[H^+]^2}$. Rumusnya sebagai berikut.

$$\frac{K_w}{K_a \times K_b} = \frac{[HA]^2 [H^+]^2}{[A^-]^2 [H^+]^2}$$

$$\frac{K_w}{K_a \times K_b} = \frac{[HA]^2}{[A^-]^2 [H^+]^2} [H^+]^2$$

$$\frac{K_w}{K_a \times K_b} = \frac{1}{K_a^2} [H^+]^2$$

$$[H^+]^2 = \frac{K_a \times K_w}{K_b}$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_a \times K_w}{K_b}} \text{ atau } [OH^-] = \sqrt{\frac{K_w \times K_b}{K_a}}$$

$$pH = -\log [H^+]$$

Keterangan :

K_a = tetapan kesetimbangan asam

K_b = tetapan kesetimbangan basa

K_w = tetapan kesetimbangan air

$[M^+]$ atau M= konsentrasi kation (komponen garam) yang terhidrolisis.

Derajat hidrolisis garam (α) yang berasal dari asam lemah dan basa lemah dirumuskan sebagai berikut.

$$\alpha = \frac{\sqrt{K_h}}{1 + \sqrt{K_h}}$$

Contoh soal

Tentukan pH larutan 0,4 M NH_4NO_3 ! ($K_b NH_3 = 1 \times 10^{-5}$)

Pembahasan :

Larutan NH_4NO_3 merupakan larutan garam yang berasal dari basa lemah dan asam kuat

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a} \times M}$$

$$= \sqrt{\frac{10^{-14}}{10^{-5}} \times 0,4}$$

$$= \sqrt{4 \times 10^{-10}}$$

$$= 2 \times 10^{-5}$$

$$pH = -\log[H^+]$$

$$= -\log 2 \times 10^{-5}$$

$$= 5 - \log 2$$

C. Rangkuman

1. Setiap garam mempunyai komponen basa (kation) dan asam (anion).
2. Garam yang berasal dari asam kuat dan basa kuat relatif lemah atau bahkan tidak dapat bereaksi sama sekali dengan air. Sementara itu garam yang berasal dari asam lemah dan basa lemah relatif kuat bereaksi dengan air .
3. Berdasarkan asam dan basa pembentuknya jenis garam dibedakan menjadi 4 sebagai berikut :

- a. Garam dari asam kuat dan basa kuat

Garam dari asam kuat dan basa kuat misalnya garam natrium klorida (NaCl). Larutan garam ini memiliki pH yang tidak berubah dan sama dengan pH air murni pH = 7 larutan ini bersifat netral.

- b. Garam dari asam lemah dan basa kuat

Garam dari asam lemah dan basa kuat contohnya garam natrium asetat (CH₃COONa) . Larutan garam ini bersifat basa atau mempunyai pH > 7

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a} \times [A^-]} \text{ atau } [OH^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a} \times M}$$

$$pOH = -\log [OH^-]$$

- c. Garam dari Asam Kuat dan Basa Lemah

Garam dari asam kuat dan basa lemah contohnya garam amonium klorida (NH₄Cl). Larutan bersifat asam atau mempunyai pH < 7.

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w}{K_b} \times [M^+]} \text{ atau } [H^+] = \sqrt{\frac{K_w}{K_b} \times M}$$

$$pH = -\log [H^+]$$

Derajat hidrolisis garam (α) yang berasal dari asam kuat dan basa lemah dirumuskan sebagai berikut.

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_h}{M}} \text{ atau } \alpha = \sqrt{\frac{K_w}{K_b \times M}}$$

- d. Garam dari Asam Lemah dan Basa Lemah

Garam dari asam lemah dan basa lemah contohnya garam amonium sianida (NH₄CN). Garam jenis ini mengalami hidrolisis total atau hidrolisis sempurna.

4. Hidrolisis total adalah peristiwa hidrolisis dari seluruh garam, baik ion positifnya maupun ion negatifnya membentuk basa dan asamnya kembali. Harga pH larutan garam jenis ini tidak tergantung pada konsentrasi garamnya, tetapi tergantung pada harga Ka dan Kb. Ketentuannya sebagai berikut.

- a. Jika, Ka = Kb maka larutan garam bersifat netral atau mempunyai pH = 7

- b. Jika Ka > Kb, maka larutan garam bersifat asam atau mempunyai pH < 7

- c. Jika Ka < Kb, maka larutan garam bersifat basa atau mempunyai pH > 7

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_a \times K_w}{K_b}} \text{ atau } [OH^-] = \sqrt{\frac{K_w \times K_b}{K_a}}$$

$$pH = -\log [H^+]$$

Keterangan :

K_a = tetapan asam

K_b = tetapan basa

K_w = tetapan air

$[M^+]$ atau M = konsentrasi kation (komponen garam) yang terhidrolisis.

5. Derajat hidrolisis garam (α) yang berasal dari asam lemah dan basa lemah dirumuskan sebagai berikut.

$$\alpha = \frac{\sqrt{K_h}}{1 + \sqrt{K_h}}$$

D. Penugasan Mandiri

1. Hitunglah harga pH larutan 0,1 M NH_4OH dan 0,1 M HCN jika diketahui K_a HCN = 1×10^{-4} dan K_b NH_4OH = 1×10^{-5} ! jika kedua larutan dengan volume yang sama direaksikan, tentukan harga pH larutan campuran !
2. Berapa gram amonia (NH_3) 0,25 M, pH-nya $11 + \log 2$ direaksikan dengan larutan asam format ($HCOOH$) 0,09 M yang pH nya $3 - \log 6$
Hitunglah :
 - a. Harga pH larutan 0,15M garam $HCOONH_4$ yang terbentuk
 - b. Derajat hidrolisis garam $HCOONH_4$ dalam larutan 0,15 M tersebut!

E. Latihan Soal

1. Diketahui larutan 0,1 M NH_4Cl dan K_b NH_4OH = 10^{-5}
 - a. Tuliskan hidrolisis garam NH_4Cl !
 - b. Hitung harga K_h , $[H^+]$, $[OH^-]$ dan PH larutan !
2. Larutan asam asetat 0,1 M sebanyak 100 ml mempunyai pH = 3. Jika 0,4 gram NaOH dicampurkan ke dalam larutan ini, tentukan pH larutan yang terbentuk ! (Mr NaOH = 40)

Kunci Jawaban dan Pembahasan :

No	Pembahasan								
1	<p>a. Dalam larutan, NH_4Cl terionisasi menurut reaksi berikut $\text{NH}_4\text{Cl} (\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^- (\text{aq})$ Ion NH_4^+ dan basa lemah (NH_4OH) akan bereaksi dengan molekul air atau mengalami hidrolisis menurut persamaan : $\text{NH}_4^+ (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\ell) \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{OH} (\text{aq}) + \text{H}^+ (\text{aq})$</p> <p>b. $K_h = \frac{K_w}{K_b}$ $= \frac{10^{-14}}{10^{-5}}$ $= 10^{-9}$</p> $[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{K_w}{K_b}} \times M$ <p>Catatan : M = konsentrasi kation yang terhidrolisis = konsentrasi garamnya (koefisiennya sama).</p> $[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{10^{-14}}{10^{-9}}} \times 0,1$ $= \sqrt{10^{-6}}$ $= 10^{-3}$ $[\text{H}^+][\text{OH}^-] = K_w$ $10^{-3}[\text{OH}^-] = 10^{-14}$ $[\text{OH}^-] = 10^{-11}$ $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$ $= -\log 10^{-3}$ $= 3$								
2	<p>$\text{Mol} = \text{CH}_3\text{COOH} = \frac{100}{1000} \text{L} \times 0,1 \text{M} = 0,01 \text{mol}$ $\text{pH} \text{CH}_3\text{COOH} = 3$ $-\log[\text{H}^+] = 3$ $-\log[\text{H}^+] = -\log 10^{-3}$ $[\text{H}^+] = 10^{-3}$ $[\text{H}^+] = \sqrt{K_a \times M}$ $10^{-3} = \sqrt{K_a \times 0,1}$ $10^{-6} = K_a \times 10^{-1}$ $K_a = 10^{-5}$</p> <p>$\text{Mol NaOH} = \frac{\text{massa NaOH}}{\text{Mr NaOH}}$ $= \frac{0,4}{40}$ $= 0,01 \text{mol}$</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"></td> <td style="text-align: center;">$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$</td> </tr> <tr> <td>Mula-mula</td> <td style="text-align: center;">: 0,01 mol 0,01 mol → – –</td> </tr> <tr> <td>Reaksi</td> <td style="text-align: center;">: 0,01 mol 0,01 mol → 0,01 mol 0,01 mol</td> </tr> <tr> <td>Setimbang</td> <td style="text-align: center;">: – – → 0,01 mol 0,01 mol</td> </tr> </table> <p>Garam CH_3COONa berasal dari asam lemah (CH_3COOH) dan basa kuat (NaOH)</p>		$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$	Mula-mula	: 0,01 mol 0,01 mol → – –	Reaksi	: 0,01 mol 0,01 mol → 0,01 mol 0,01 mol	Setimbang	: – – → 0,01 mol 0,01 mol
	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$								
Mula-mula	: 0,01 mol 0,01 mol → – –								
Reaksi	: 0,01 mol 0,01 mol → 0,01 mol 0,01 mol								
Setimbang	: – – → 0,01 mol 0,01 mol								

$$\begin{aligned}
 [\text{OH}^-] &= \sqrt{\frac{K_w}{K_b} \times M} \\
 &= \sqrt{\frac{10^{-14}}{10^{-5}} \times \frac{1000}{100} \times 0,01} \\
 &= \sqrt{10^{-10}} \\
 &= 10^{-5} \\
 \text{pOH} &= -\log \text{OH}^- = -\log 10^{-5} = 5 \\
 \text{pH} &= 14 - 5 = 9
 \end{aligned}$$

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1	Apakah anda bisa menjelaskan sifat-sifat hidrolisis larutan garam ?		
2	Apakah anda bisa menghitung pH hidrolisis garam yang bersifat asam?		
3	Apakah anda bisa menghitung pH hidrolisis garam yang bersifat basa?		
4	Apakah anda bisa menghitung pH hidrolisis garam total ?		

Apabila jawaban kalian pada ketiga pertanyaan diatas “ya”, maka kalian sudah memahami cara kerja dan perhitungan pH larutan penyangga, silahkan melanjutkan materi pelajaran kimia berikutnya. Namun, apabila kalian masih menjawab tidak atau belum, maka silahkan pelajari lagi ya kegiatan pembelajaran yang pertama dan kedua pada modul ini .

EVALUASI

1. Diantara larutan garam berikut akan bersifat basa jika dilarutkan di dalam air yaitu...
 - A. barium asetat
 - B. seng iodida
 - C. perak bromida
 - D. amonium klorida
 - E. magnesium nitrat
2. Garam yang terhidrolisis sebagian dan bersifat basa dihasilkan dari pencampuran dengan jumlah mol yang sama antara ...
 - A. NH_3 dan HCl
 - B. NH_3 dan HCN
 - C. KOH dan HCl
 - D. KOH dan HCN
 - E. NaOH dan H_2SO_4
3. Garam berikut ini yang memiliki pH lebih dari 7 adalah ...
 - A. NaCl
 - B. Na_2SO_4
 - C. NH_4Cl
 - D. K_2CO_3
 - E. K_2SO_4
4. Garam berikut ini yang membirukan kertas lakmus adalah ...
 - A. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
 - B. KCN
 - C. NaCl
 - D. KCl
 - E. NH_4Cl
5. Sebanyak 50 mL larutan HCl 0,1 M dicampur dengan 50 mL larutan NH_4OH 0,1 M. Jika $K_b \text{ NH}_4\text{OH} = 5 \times 10^{-5}$ maka pH campuran yaitu ...
 - A. 4,0
 - B. 5,0
 - C. 5,5
 - D. 6,0
 - E. 7,0
6. Jika diketahui harga $K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 1,8 \times 10^{-5}$, maka tetapan hidrolisis CH_3COONa adalah ...
 - A. 10^{-14}
 - B. $5,5 \times 10^{-10}$
 - C. $5,5 \times 10^{-6}$
 - D. $1,8 \times 10^{-5}$
 - E. $5,5 \times 10^{-4}$
7. Sifat yang benar tentang garam yang terbentuk dari campuran amonium hidroksida dan asam sulfat dengan mol yang sama adalah ...
 - A. $\text{pH}=7$
 - B. $\text{pH} > 7$
 - C. $\text{pH} > \text{pOH}$
 - D. $[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$

- E. $[H^+] < [OH^-]$
8. Jika 20 mL larutan HCl 0,2 M dicampur dengan 20 mL larutan NH_4OH 0,2 M, $K_b NH_4OH = 10^{-5}$. Maka pH campuran sebesar ...
- A. 8
 - B. $5 + \log 5$
 - C. 5
 - D. 4
 - E. $2 + \log 5$
9. Larutan garam yang berasal dari asam lemah dan basa lemah akan bersifat asam, jika .
- ...
- A. $K_a > K_b$
 - B. $K_a < K_b$
 - C. $K_b > K_a$
 - D. $K_a = K_b$
 - E. $K_b > K_a$
10. pH dari larutan yang merupakan campuran dari 100mL CH_3COOH 0,2 M dan 100 ml $NaOH$ 0,2 M , jika $K_a CH_3COOH = 10^{-5}$ adalah
- A. 9
 - B. 8
 - C. 7
 - D. 10
 - E. 11

KUNCI JAWABAN

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

Pedoman Penilaian

1 soal memiliki skor = 10
Jumlah Skor Maksimal = 100
Jumlah Skor Perolehan = jumlah benar x 10

Pedoman Penskoran

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1 dan 2.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{jumlah skor perolehan}}{\text{jumlah skor maksimal}} \times 100\%$$

Konversi tingkat penguasaan:

90 - 100% = baik sekali
80 - 89% = baik
70 - 79% = cukup
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan pada materi berikutnya. Bagus! Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Larutan Penyangga pada Kegiatan Belajar 1 dan 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

**"Bermimpilah setinggi langit, jika engkau jatuh,
engkau akan jatuh di antara bintang-bintang."
(Soekarno)**

DAFTAR PUSTAKA

Ningsih, Sri Rahayu. 2013. KIMIA SMA XI Sekolah Menengah Atas. Bumi Aksara. Jakarta.

Sudarmo,, Unggul dkk. 2014. KIMIA SMA XI Sekolah Menengah Atas. Penerbit Erlangga. Jakarta.

Sulami, Emi,dkk. 2009. Buku Panduan Pendidik Kimia Untuk SMAMA Kelas XI. Intan Pariwara. Klaten.

Sutresna , Nana. 2013. KIMIA SMA XI Sekolah Menengah Atas. Grafindo. Jakarta.

Thahjadarmawan., Elizabeth . 2018. Gagas Kimia Jilid 2. Rexaqila Media.Yogyakarta.

<http://rumahkalbuku.blogspot.com>



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020



Modul Pembelajaran SMA

KIMIA



KELAS
XI



LARUTAN PENYANGGA

KIMIA KELAS XI

PENYUSUN
Novitalia Ablinda Sari, S.T
SMA Negeri 5 Palembang

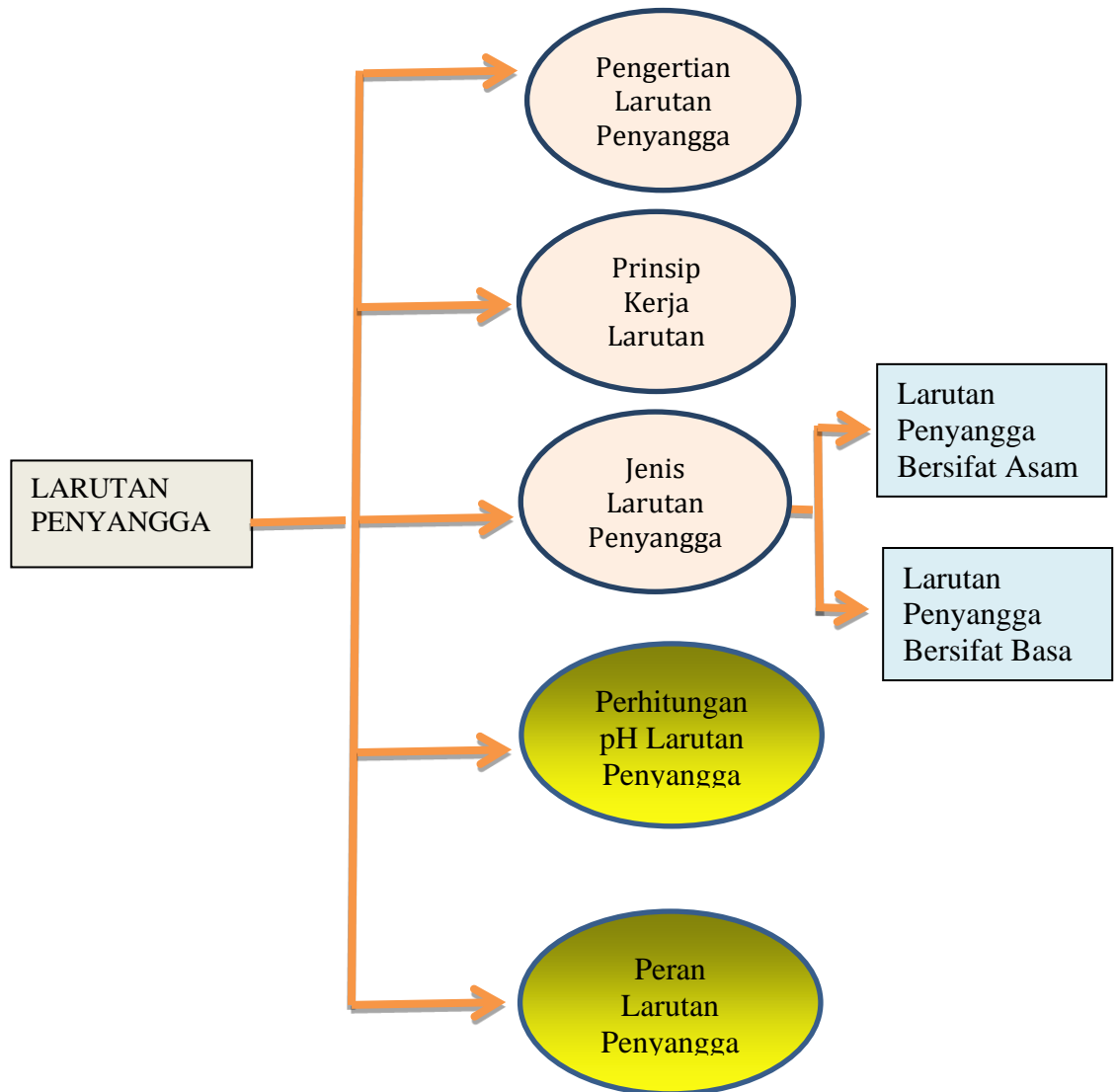
DAFTAR ISI

PENYUSUN	2
DAFTAR ISI	3
GLOSARIUM	4
PETA KONSEP	5
PENDAHULUAN	6
A. Identitas Modul	6
B. Kompetensi Dasar	6
C. Deskripsi Singkat Materi	6
D. Petunjuk Penggunaan Modul	6
E. Materi Pembelajaran	6
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	7
PENGERTIAN, JENIS DAN PRINSIP KERJA LARUTAN PENYANGGA	7
A. Tujuan Pembelajaran	7
B. Uraian Materi	7
C. Rangkuman	11
D. Tugas Mandiri	11
E. Latihan Soal	12
F. Penilaian Diri	14
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	15
PERHITUNGAN pH DAN PERAN LARUTAN PENYANGGA	15
A. Tujuan Pembelajaran	15
B. Uraian Materi	15
C. Rangkuman	22
D. Tugas Mandiri	23
E. Latihan Soal	23
F. Penilaian Diri	26
EVALUASI	27
DAFTAR PUSTAKA	31

GLOSARIUM

- Alkalosis : suatu keadaan yang disebabkan oleh proses penurunan konsentrasi ion hidrogen di dalam plasma darah
- Anion : ion bermuatan negatif.
- Asam konjugasi : basa yang telah menerima proton / ion H^+
- Asam lemah : senyawa asam yang dalam larutannya hanya sedikit terionisasi menjadi ion-ionnya.
- Basa konjugasi : Suatu asam yang telah melepaskan satu proton / ion H^+
- Basa lemah : senyawa basa yang dalam larutannya hanya sedikit terionisasi menjadi ion-ionnya.
- Kation : ion yang bermuatan positif.
- Larutan Buffer : larutan yang mampu mempertahankan pH .

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: KIMIA
Kelas	: XI
Alokasi Waktu	: 8 Jam Pelajaran
Judul Modul	: LARUTAN PENYANGGA

B. Kompetensi Dasar

- 3.12 Menjelaskan prinsip kerja, perhitungan pH , dan peran larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup
- 4.12 Membuat larutan penyangga dengan pH tertentu

C. Deskripsi Singkat Materi

Modul ini berisikan materi pokok Larutan Penyangga. Sedangkan materi pembelajaran yang terbagi 2 yaitu:

- 1 Pengertian, jenis dan prinsip kerja larutan penyangga.
Larutan penyangga merupakan larutan yang bisa mempertahankan pH meskipun ditambahkan asam atau basa kuat juga pengenceran. Jenis larutan penyangga ada 2 yakni larutan penyangga yang bersifat asam dan larutan penyangga yang bersifat basa. Prinsip kerja larutan penyangga juga dipaparkan pada modul ini.
- 2 Penghitungan pH dan peran larutan penyangga dalam kehidupan sehari-hari.
 pH pada larutan penyangga dilakukan penghitungan dengan rumus yang telah ditentukan berdasarkan jenis larutan penyangga. Larutan penyangga sangat banyak manfaatnya dalam kehidupan sehari-hari yang juga dibahas pada modul ini.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Agar modul dapat digunakan secara maksimal maka kalian diharapkan melakukan langkah- langkah sebagai berikut :

1. Prasyarat pada materi ini adalah pemahaman mengenai kosep asam dan basa serta garam juga penghitungan pH -nya
2. Bacalah modul ini secara berurutan dan berusaha untuk memahami isinya karena materi ini akan menjadi prasyarat pada materi selanjutnya.
3. Pahami tujuan yang tercantum dalam setiap kegiatan pembelajaran
4. Pelajari uraian materi secara sistematis dan mendalam dalam setiap kegiatan pembelajaran.
5. Lakukan uji kompetensi/latihan soal di setiap akhir kegiatan pembelajaran untuk mengetahui tingkat penguasaan materi.
6. Diskusikan dengan guru atau teman jika mengalami kesulitan dalam memahami materi. Lanjutkan pada modul berikutnya jika sudah mencapai ketuntasan yang diharapkan.

E. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi 2 kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

- Pertama : Pengertian, Jenis dan Prinsip Kerja Larutan Penyangga
- Kedua : Perhitungan pH dan Peran Larutan Penyangga

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

PENGERTIAN, JENIS DAN PRINSIP KERJA LARUTAN PENYANGGA

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini kalian diharapkan mampu:

1. menjelaskan pengertian larutan penyangga
2. Menjelaskan jenis-jenis larutan penyangga
3. Menjelaskan cara pembuatan larutan penyangga
4. Menjelaskan prinsip kerja larutan penyangga.

B. Uraian Materi

1. Pengertian Larutan Penyangga

Kalian sudah paham konsep asam dan basa pada materi sebelumnya. Nah, bisakah kalian bayangkan bila tubuh manusia dimasuki zat yang mengandung asam atau basa? Tentu saja jika tubuh manusia pH-nya tiba-tiba naik atau turun drastis akibat masuknya larutan asam atau basa maka akan sangat berbahaya hingga menyebabkan kematian. Sehingga, tubuh manusia harus selalu tetap dijaga keseimbangan keasamannya atau pH-nya. Untuk menjaga keseimbangan asam tersebut maka tubuh manusia harus memiliki sifat sebagai larutan penyangga atau buffer. Dengan adanya sifat larutan penyangga, maka tubuh manusia dapat mempertahankan pH walaupun menerima berbagai penambahan zat yang mengandung asam atau basa.

Tubuh manusia harus bisa mempertahankan derajat keasamannya (pH) agar bisa menjalankan fungsinya serta tidak membahayakan kesehatan. Diantaranya adalah pada reaksi pemecahan protein di dalam asam lambung oleh enzim peptidase yang akan berjalan dengan baik jika cairan lambung mempunyai pH=3. Oksigen dapat terikat dengan baik oleh butir-butir darah merah jika pH darah sekitar 6,1-7. Untuk menjaga agar pH larutan tersebut berada pada kisaran angka tertentu (tetap) maka diperlukan suatu sistem yang dapat mempertahankan nilai pH, yakni larutan penyangga. Larutan penyangga memiliki peran yang sangat penting dalam reaksi-reaksi kompleks yang terjadi dalam tubuh manusia. Tuhan Yang Maha Esa telah memberikan larutan penyangga dalam tubuh manusia sehingga kita patut bersyukur.

Dari pemaparan diatas, maka kita bisa menarik kesimpulan pengertian dari larutan penyangga. Larutan penyangga atau buffer adalah larutan yang dapat mempertahankan pH tertentu terhadap usaha mengubah pH, seperti penambahan asam, basa, ataupun pengenceran. Dengan kata lain pH larutan penyangga tidak akan berubah secara signifikan walaupun pada larutan tersebut ditambahkan sedikit asam kuat, basa kuat atau larutan tersebut diencerkan.



Gambar 1.1

Darah mampu mempertahankan pH karena mengandung larutan penyangga dari Oksihemoglobin (HHbO_2) dan deoksihemoglobin / asam hemoglobin (HHb)

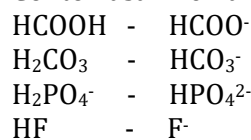
2. Jenis Larutan Penyangga

Jenis larutan penyangga ditentukan oleh komponen penyusunnya yakni asam atau basa lemah dan asam atau basa konjugasinya (garam). Berikut ini jenis-jenis larutan penyangga :

a. Larutan Penyangga Asam

Larutan penyangga bersifat asam apabila terdiri dari campuran asam lemah dengan basa konjugasinya . Contohnya adalah CH_3COOH dengan CH_3COONa atau CH_3COO^- . Basa konjugasi CH_3COO^- ini dapat diperoleh dari larutan garamnya yaitu dari kation logam dari masing-masing anionnya misalnya CH_3COONa , CH_3COOK , $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Mg}$, HCO_3K , dan lainnya

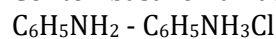
Contoh asam lemah dan basa konjugasinya adalah :



b. Larutan Penyangga Basa

Larutan penyangga bersifat basa apabila terdiri dari campuran basa lemah dengan asam konjugasinya ,contohnya adalah NH_4OH dengan NH_4^+ atau NH_4Cl . Asam konjugasi NH_4^+ ini dapat diperoleh dari larutan garamnya yaitu dari anion logam dari masing-masing kationnya misalnya NH_4Cl , NH_4Br , NH_4NO_3 , NH_4I , dan lainnya.

Contoh basa lemah dan asam konjugasinya adalah :

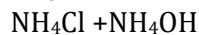
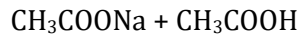


3. Pembuatan Larutan Penyangga

Pembuatan larutan penyangga terdiri dari dua acara yaitu secara langsung dan tidak langsung. Pembuatan secara langsung dilakukan dengan:

- mencampurkan asam lemah (HA) dengan garam basa konjugasinya (LA , yang dapat terionisasi menghasilkan ion A^-)
- mencampurkan basa lemah (B) dengan garam asam konjugasinya (BHX , yang dapat terionisasi menghasilkan ion BH^+)

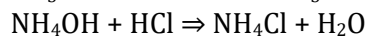
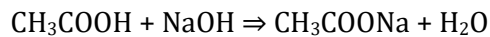
Contoh:



pembuatan larutan penyangga secara tidak langsung dilakukan dengan:

- mencampurkan suatu asam lemah dalam jumlah berlebih dengan suatu basa kuat sehingga bereaksi menghasilkan garam basa konjugasi dari asam lemah tersebut.
- mencampurkan suatu basa lemah dalam jumlah berlebih dengan suatu asam kuat sehingga bereaksi menghasilkan garam asam konjugasi dari basa lemah tersebut.

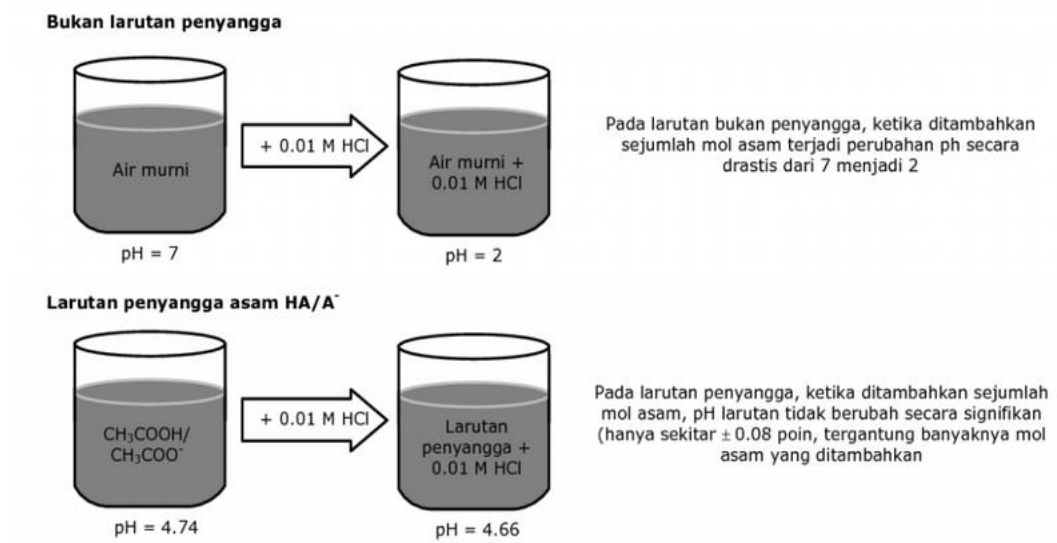
Contoh:



4. Prinsip Kerja Larutan Penyangga

Larutan penyangga bekerja sesuai konsepnya bahwa larutan ini dapat mempertahankan pH awal larutan meskipun ke dalam larutan ditambahkan asam kuat maupun basa kuat atau air dalam jumlah tertentu. Bagaimana prinsip kerja larutan penyangga?

Perhatikan gambar berikut ini!



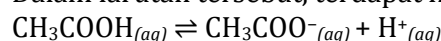
Gambar 1.2
Prinsip kerja larutan penyangga

Larutan penyangga mengandung komponen asam dan basa lemah, dengan asam dan basa konjugasinya, sehingga dapat mengikat baik ion H⁺ ataupun ion OH⁻. Sehingga penambahan sedikit asam kuat atau basa kuat serta sedikit pengenceran tidak bisa mengubah pH-nya secara signifikan.

a. Larutan Penyangga Asam

Larutan penyangga asam merupakan campuran asam lemah dengan garamnya (basa konjugasi), contohnya larutan penyangga yang mengandung CH₃COOH dan CH₃COO⁻ yang mengalami kesetimbangan akan terbentuk larutan penyangga yang bersifat asam.

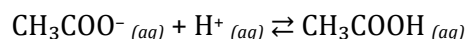
Dalam larutan tersebut, terdapat kesetimbangan kimia:



Prinsip kerja larutan penyangga asam sebagai berikut :

1) Pada Penambahan Asam

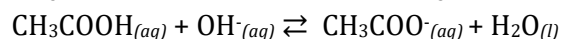
Pada penambahan asam, ion H⁺ dari asam akan menambah konsentrasi H⁺ pada larutan dan menyebabkan kesetimbangan bergeser ke kiri. Sehingga reaksi mengarah pada pembentukan CH₃COOH. Artinya, ion H⁺ yang ditambahkan akan bereaksi dengan ion CH₃COO⁻ membentuk molekul CH₃COOH. Dengan kata lain, asam yang ditambahkan akan dinetralisasi oleh komponen basa konjugasi (CH₃COO⁻).



Oleh karena itu, pada kesetimbangan baru tidak terjadi perubahan konsentrasi ion H⁺, sehingga pH dapat dipertahankan.

2) Pada Penambahan Basa

Bila yang ditambahkan adalah suatu basa, ion OH⁻ dari basa akan bereaksi dengan ion H⁺ dan membentuk air. Sehingga dapat menyebabkan keseimbangan bergeser ke kanan dan konsentrasi Ion H⁺ tetap dipertahankan. Selain itu, penambahan basa juga menyebabkan berkurangnya komponen asam (CH₃COOH). Berkurangnya komponen asam inilah yang menyebabkan reaksi bergeser ke kanan. Dengan kata lain, basa yang ditambahkan akan dinetralisasi oleh komponen asam lemah (CH₃COOH). Basa yang akan ditambahkan tersebut bereaksi dengan asam CH₃COOH dan membentuk Ion CH₃COO⁻ dan air.



Oleh karena itu, pada kesetimbangan baru tidak terjadi perubahan konsentrasi ion H⁺, sehingga pH dapat dipertahankan.

3) Pengenceran

Pada penambahan air (pengenceran), derajat ionisasi asam lemah CH₃COOH akan bertambah besar, yang berarti jumlah ion H⁺ dari ionisasi CH₃COOH juga bertambah. Akan tetapi, karena volume larutan juga bertambah, pengaruh penambahan konsentrasi H⁺ menjadi tidak berarti. Dengan demikian, nilai pH larutan tidak mengalami perubahan.

b. Larutan Penyangga Basa

Pada campuran basa lemah dan garamnya (asam konjugasi) contohnya pada NH₃ dan NH₄⁺ yang mengalami kesetimbangan. akan terbentuk larutan penyangga yang bersifat basa.

Dalam larutan tersebut, terdapat kesetimbangan kimia:



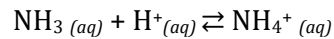
Prinsip kerja larutan penyangga basa sebagai berikut :

1) Pada penambahan asam

Bila yang ditambahkan suatu asam, maka Ion H⁺ dari asam akan mengikat Ion OH⁻.

Hal itu akan dapat menyebabkan keseimbangan dan akan bergeser ke kanan, sehingga konsentrasi Ion OH⁻ dapat dipertahankan. Suatu sisi penambahan ini dapat menyebabkan sehingga berkurangnya komponen basa (NH₃), bukannya Ion OH⁻.

Asam yang ditambahkan akan bereaksi dengan basa NH₃ akan membentuk Ion NH₄⁺.

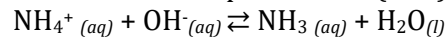


Oleh karena itu, pada kesetimbangan baru tidak terjadi perubahan konsentrasi ion OH^- , sehingga pH dapat dipertahankan.

2) Pada penambahan basa

Bila yang ditambahkan adalah suatu basa, maka keseimbangan bergeser ke kiri, sehingga konsentrasi ion OH^- dapat dipertahankan.

Basa yang ditambahkan itu bereaksi dengan komponen asam (NH_4^+), membentuk komponen basa (NH_3) & air.



Oleh karena itu, pada kesetimbangan baru tidak terjadi perubahan konsentrasi ion OH^- , sehingga pH dapat dipertahankan.

3) Pengenceran

Pada penambahan air (pengenceran), derajat ionisasi basa lemah akan bertambah besar, yang berarti jumlah OH^- dari ionisasi NH_3 bertambah. Akan tetapi, karena volume larutan juga bertambah, pengaruh penambahan konsentrasi OH^- menjadi tidak berarti. Dengan demikian, nilai pH larutan tidak mengalami perubahan.

C. Rangkuman

Larutan penyangga atau Buffer adalah larutan yang dapat mempertahankan pH tertentu terhadap usaha mengubah pH, seperti penambahan asam, basa, ataupun pengenceran.

Larutan Penyangga dibagi menjadi 2 jenis, yakni :

1. Larutan penyangga bersifat asam apabila terdiri dari campuran asam lemah dengan basa konjugasinya .
2. Larutan penyangga bersifat basa apabila terdiri dari campuran basa lemah dengan asam konjugasinya .

Pada prinsip kerja larutan penyangga, larutan ini mengandung komponen asam dan basa lemah, dengan asam dan basa konjugasinya, sehingga dapat mengikat baik ion H^+ ataupun ion OH^- . Maka, penambahan sedikit asam kuat atau basa kuat tidak bisa mengubah pH-nya secara signifikan.

D. Tugas Mandiri

Setelah mempelajari pengertian, jenis dan prinsip kerja larutan penyangga pada modul ini. Maka buatlah tugas mandiri dengan pertanyaan sebagai berikut :

1. Suatu larutan penyangga mengandung pasangan larutan H_2CO_3 dan HCO_3^- . Jelaskan apa yang akan terjadi jika ke dalam sistem larutan penyangga tersebut ditambahkan :
 - a) Larutan HBr
 - b) Larutan KOH
2. Seorang atlet diduga mengalami alkalosis. Bagaimana solusinya agar pH darah atlet tersebut menjadi normal kembali? Terangkan mekanisme kerja komponen larutan penyangga dalam tubuh!

E. Latihan Soal

- 1 Jelaskan pengertian dari larutan penyangga !
- 2 Pasangan komponen HF dan F⁻ merupakan larutan penyangga karena mengandung asam lemah dan basa konjugasinya. Jelaskan prinsip kerja larutan penyangga tersebut apabila terdapat penambahan asam kuat (HCl) maupun basa kuat (NaOH)!
- 3 Diberikan campuran dari beberapa larutan sebagai berikut:
 1. 200 mL CH₃COOH 0,1 M dan 200 mL NaOH 0,1 M
 2. 200 mL CH₃COOH 0,2 M dan 200 mL NaOH 0,1 M
 3. 200 mL NH₄OH 0,1 M dan 200 mL HCl 0,1 M
 4. 200 mL NH₄OH 0,1 M dan 200 mL HCl 0,05 MCampuran yang membentuk larutan penyangga adalah...
- 4 Tentukan keasaman larutan penyangga berikut ini !
 - a. Campuran antara campuran dari larutan CH₃COOH (asam lemah) dan larutan CH₃COONa (basa konjugasi)
 - b. Campuran antara campuran dari larutan NaOH berlebih dengan CH₃COOH

Kunci Jawaban Dan Pembahasan

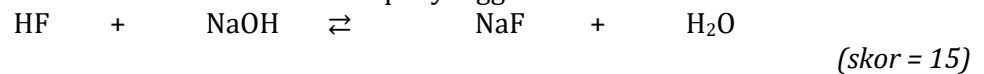
- 1 Larutan penyangga adalah larutan yang mampu mempertahankan pH meskipun ada penambahan asam atau basa kuat juga pada pengenceran

(skor = 20)

- 2 Jika ke dalam larutan ditambahkan asam kuat (HCl) maka asam kuat ini akan dinetralkan oleh basa konjugasi dari larutan penyangga tersebut dengan menurut reaksi :

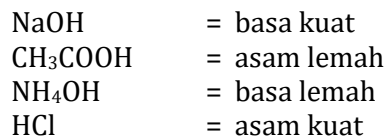


Jika ke dalam larutan tersebut ditambahkan basa kuat maka basa kuat akan dinetralkan oleh asam lemah larutan penyangga tersebut menurut reaksi



- 3 Untuk menentukan larutan penyangga adalah campuran antara asam atau basa lemah dengan asam atau basa konjugasinya (garam)

Maka asam atau basa lemah harus berlebih dari pada asam atau basa kuat



Untuk membandingkan jumlah senyawa maka carilah masing-masing mol dengan rumus

$$\text{mol} = \text{Molaritas} \times \text{Volume}$$

Dari perhitungan maka percobaan 2 dan 4 yang merupakan larutan penyangga

Pada percobaan 2 menghasilkan sisa CH₃COOH (asam lemah)

Percobaan 4 menghasilkan sisa NH₄OH (basa lemah)

(skor = 30)

- 4 a. Larutan penyangga bersifat asam karena CH₃COOH (asam lemah) dan larutan CH₃COONa (basa konjugasi/ garam)

(skor = 10)

b. Campuran tersebut bukan merupakan larutan penyangga karena yang berlebihan adalah NaOH yang merupakan basa kuat

(skor = 10)

Pedoman Penskoran

Cocokkanlah jawaban anda dengan kunci jawaban. Hitunglah jawaban yang benar dengan skor yang telah terlampir, lalu perhatikan interval skor berikut

90 - 100	=	baik sekali
80 - 89	=	baik
70 - 79	=	cukup
< 70	=	kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80 atau lebih, anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2, Bagus!

Jika masih di bawah 80, anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai, Tetap Semangat!

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1	Apakah anda mampu menjelaskan pengertian larutan penyangga?		
2	Apakah anda mampu menjelaskan jenis larutan penyangga asam serta komposisi campurannya?		
3	Apakah anda mampu menjelaskan jenis larutan penyangga basa serta komposisi campurannya?		
4	Apakah anda mampu menjelaskan jenis larutan penyangga yang berasal dari pencampuran asam atau basa yang berlebih?		
5	Apakah anda mampu menjelaskan cara pembuatan larutan penyangga baik dengan cara langsung dan tidak langsung?		
6	Apakah anda mampu menjelaskan prinsip kerja larutan penyangga?		

Apabila jawaban kalian pada ketiga pertanyaan diatas “ya”, maka kalian sudah memahami pengertian, jenis-jenis serta prinsip kerja larutan penyangga. Silahkan lanjutkan mempelajari materi larutan penyangga pada kegiatan pembelajaran kedua. Namun, apabila kalian masih menjawab “tidak atau belum”, maka silahkan pelajari lagi ya, kegiatan pembelajaran yang pertama .
Tetap Semangat !

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

PERHITUNGAN pH DAN PERAN LARUTAN PENYANGGA

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini kalian diharapkan mampu:

1. Menghitung pH larutan penyangga
2. Menjelaskan peran larutan penyangga dalam kehidupan sehari-hari.

B. Uraian Materi

1. Perhitungan pH Larutan Penyangga

Untuk melakukan penghitungan pH larutan penyangga maka kita harus memahami dulu larutan penyangga tersebut bersifat asam atau basa. Berikut ini klasifikasi larutan penyangga dan rumus penghitungan pH-nya

a) Larutan penyangga asam

Larutan penyangga bersifat asam apabila terdiri dari campuran asam lemah dengan basa konjugasinya. Contohnya adalah:

CH_3COOH dengan CH_3COONa . atau CH_3COO^-

Basa konjugasi CH_3COO^- ini dapat diperoleh dari larutan garamnya yaitu dari kation logam dari masing-masing anionnya misalnya CH_3COONa , CH_3COOK , $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Mg}$, HCO_3K , dan lainnya

Perumusan larutan penyangga yang bersifat asam adalah sebagai berikut:

$$[\text{H}^+] = K_a \cdot \frac{n_a}{n_{bk}}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

Keterangan:

K_a = tetapan ionisasi asam lemah

n_a = Jumlah mol asam lemah

n_{bk} = Jumlah mol basa konjugasinya

b) Larutan penyangga basa

Larutan penyangga bersifat basa apabila terdiri dari campuran basa lemah dengan asam konjugasinya, contohnya adalah NH_4OH dengan NH_4^+ atau NH_4Cl .

Asam konjugasi NH_4^+ ini dapat diperoleh dari larutan garamnya yaitu dari anion logam dari masing-masing kationnya misalnya NH_4Cl , NH_4Br , NH_4NO_3 , NH_4I , dan lainnya

Perumusan larutan penyangga yang bersifat basa adalah sebagai berikut:

$$[\text{OH}^-] = K_b \cdot \frac{n_b}{n_{ak}}$$

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

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH}$$

Keterangan:

K_a = tetapan ionisasi asam lemah

n_b = Jumlah mol basa lemah

n_{ak} = Jumlah mol asam konjugasinya

Langkah-langkah Menghitung pH Larutan Penyangga

1. Tentukanlah mol asam atau basa lemah
2. Tentukanlah mol asam atau basa konjugasi (garam)
3. Hitunglah ion H^+ atau ion OH^-
4. Hitunglah pH

Contoh Soal 1

Suatu larutan terdiri dari campuran antara NH_3 dengan konsentrasi 0,1 M sebanyak 50 mL dan 100 mL larutan NH_4Cl 0,5 M. Tentukanlah

- a. Apakah larutan tersebut merupakan larutan penyangga?
- b. Apabila larutan tersebut termasuk larutan penyangga maka tentukanlah harga pH-nya? ($K_b = 10^{-5}$)

Pembahasan:

Diketahui :

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi } NH_3 &= M_{NH_3} = 0,1 \text{ M} \\ \text{Volume } NH_3 &= V_{NH_3} = 50 \text{ mL} \\ \text{Konsentrasi } NH_4Cl &= M_{NH_4Cl} = 0,5 \text{ M} \\ \text{Volume } NH_4Cl &= V_{NH_4Cl} = 100 \text{ mL} \end{aligned}$$

Jawab :

- a. Untuk menentukan apakah sebuah larutan merupakan larutan penyangga, maka kita harus memahami dulu pengertian larutan penyangga, yakni campuran antara asam atau basa lemah dengan asam atau basa konjugasinya. Pada soal tersebut NH_3 merupakan basa lemah dan NH_4Cl merupakan asam konjugasinya. Sehingga larutan pada soal di atas termasuk **larutan penyangga**
- b. Untuk menghitung pH larutan penyangga, maka mengikuti langkah-langkah perhitungan sebagai berikut :
 1. Menentukan mol basa lemah
 $\text{mol } NH_3 (n_b) = 50 \text{ mL} \times 0,1 \text{ mmol/mL} = 5 \text{ mmol}$
 2. Menentukan mol asam konjugasi
 $\text{mol } NH_4Cl (n_{ak}) = 100 \text{ mL} \times 0,5 \text{ mmol/mL} = 50 \text{ mmol}$
 3. Menghitung ion (OH^-)

$$[OH^-] = K_b \cdot \frac{n_b}{n_{ak}}$$

$$[OH^-] = 10^{-5} \times \frac{5}{50} = [OH^-] = 10^{-5} \times 0,1$$

$$[OH^-] = 10^{-5} \times 10^{-1} = [OH^-] = 10^{-6}$$

4. Menghitung pH

$$pOH = -\log [OH^-]$$

$$pOH = -\log [10^{-6}]$$

Rumus perhitungan untuk campuran antara basa lemah dan asam konjugasinya

$$\begin{aligned} \text{pOH} &= 6 \\ \text{pH} &= 14 - \text{pOH} \\ \text{pH} &= 14 - 6 \\ \text{pH} &= 8 \end{aligned}$$

Contoh Soal 2

Suatu larutan terdiri dari campuran antara 50 mL CH_3COOH 0,1 M dan 50 mL larutan CH_3COONa 0,1 M. Tentukanlah

- Apakah larutan tersebut merupakan larutan penyangga?
- Apabila larutan tersebut termasuk larutan penyangga maka tentukanlah harga pH-nya? ($K_a \text{CH}_3\text{COOH} = 1,8 \times 10^{-5}$)

Pembahasan:

Diketahui :

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi } \text{CH}_3\text{COOH} &= M \text{CH}_3\text{COOH} = 0,1 \text{ M} \\ \text{Volume } \text{CH}_3\text{COOH} &= V \text{CH}_3\text{COOH} = 50 \text{ mL} \\ \text{Konsentrasi } \text{NaCH}_3\text{COO} &= M \text{NaCH}_3\text{COO} = 0,1 \text{ M} \\ \text{Volume } \text{NaCH}_3\text{COO} &= V \text{NaCH}_3\text{COO} = 50 \text{ mL} \end{aligned}$$

Jawab :

- Untuk menentukan apakah sebuah larutan merupakan larutan penyangga, maka kita harus memahami dulu pengertian larutan penyangga, yakni campuran antara asam atau basa lemah dengan asam atau basa konjugasinya. Pada soal tersebut CH_3COOH merupakan asam lemah dan NaCH_3COO merupakan basa konjugasinya. Sehingga larutan pada soal di atas termasuk **larutan penyangga**
- Untuk menghitung pH larutan penyangga, maka mengikuti langkah-langkah perhitungan sebagai berikut :
 - Menentukan mol asam lemah
 $\text{mol CH}_3\text{COOH} (n_a) = 50 \text{ mL} \times 0,1 \text{ mmol/mL} = 5 \text{ mmol}$
 - Menentukan mol basa konjugasinya
 $\text{mol NaCH}_3\text{COO} (n_{bk}) = 50 \text{ mL} \times 0,1 \text{ mmol/mL} = 5 \text{ mmol}$
 - Menghitung ion (H^+)

$$[\text{H}^+] = K_a \cdot \frac{n_a}{n_{bk}}$$

Rumus perhitungan untuk campuran antara asam lemah dan basa konjugasinya

$$[\text{OH}^-] = 10^{-5} \times \frac{5}{5} = [\text{OH}^-] = 1,8 \times 10^{-5} \times 0,1$$

$$[\text{OH}^-] = 1,8 \times 10^{-5} \times 10^{-1} = [\text{OH}^-] = 1,8 \times 10^{-6}$$

- Menghitung pH

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log [\text{H}^+] \\ \text{pH} &= -\log [1,8 \times 10^{-5}] \\ \text{pH} &= 5 - \log 1,8 \end{aligned}$$

Dari tabel logaritma, $\log 1,8 = 0,255272505$

Maka $\text{pH} = 5 - 0,2552$

$$\text{pH} = 4,7448 \text{ atau } 4,75$$

Contoh Soal 3

Tentukanlah pH dari campuran 200 mL larutan HNO_2 0,15 M dengan 150 mL larutan KOH 0,1 M. Berapa pH campuran larutan tersebut... ($K_a = 10^{-5}$)

Pembahasan :

Soal nomor 1 dan 2 berbeda dengan nomor 3. Hal ini dikarenakan hanya diberikan data asam dan basa. Sedangkan larutan penyangga syaratnya adalah adanya asam atau basa lemah dan asam atau basa konjugasi (garam). Untuk itu reaksikanlah terlebih dahulu asam dan basa pada soal tersebut

Diketahui:

Volume (V)

V NaOH = 50 mL

V CH_3COOH = 50 mL

Konsentrasi/Molaritas (M)

M NaOH = 0,1 M

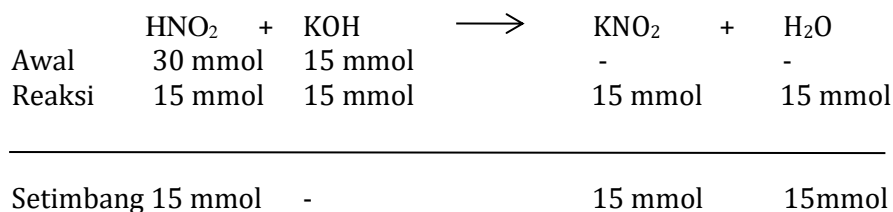
M CH_3COOH = 0,2 M

Ditanya: pH hasil campuran...?

Jawab:

$n \text{HNO}_2 = V \times M = 200 \text{ mL} \times 0,15 \text{ M} = 30 \text{ mmol}$

$n \text{KOH} = V \times M = 150 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} = 15 \text{ mmol}$



Reaksi di atas menunjukkan pada keadaan setimbang, dihasilkan HNO_2 sebanyak 15 mmol, KNO_2 sebanyak 15 mmol dan H_2O sebanyak 15 mmol

Maka, karena yang tersisa adalah HNO_2 yang merupakan asam lemah dan KNO_2 sebagai basa konjugasinya atau garam, sehingga reaksi tersebut bisa membentuk larutan penyangga.

Setelah itu lakukan perhitungan pH pada larutan penyangga dengan langkah-langkah yang sama seperti pada nomor 1 dan 2, sebagai berikut:

1. Menentukan mol asam lemah (dilihat dari zat sisa pada akhir reaksi)

mol HNO_2 (n_a) = 15 mmol

2. Menentukan mol basa konjugasi (garam)

mol KNO_2 (n_{bk}) = 15 mmol

3. Menghitung ion (H^+)

$$[\text{H}^+] = K_a \cdot \frac{n_a}{n_{bk}}$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-5} \left[\frac{15}{15} \right]$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-5} \times 1$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-5}$$

4. Menghitung pH

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = -\log 10^{-5}$$

$$\text{pH} = 5$$

Contoh Soal 4

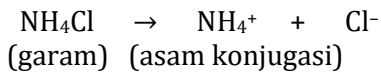
Sebanyak 200 ml larutan penyangga mengandung NH_3 dan NH_4Cl masing-masing 0,05 M.

1. Tentukan pH larutan tersebut
2. Tentukan pH larutan setelah ditambah 2 ml HCl 0,05 M
3. Tentukan pH larutan setelah ditambah 2 ml NaOH 0,05 M
($K_b \text{ NH}_3 = 1 \cdot 10^{-5}$)

Pembahasan:**1. Menentukan pH Larutan**

$$\text{mmol NH}_3 = M \cdot V = 0,05 \cdot 200 = 10 \text{ mmol}$$

$$\text{mmol NH}_4\text{Cl} = M \cdot V = 0,05 \cdot 200 = 10 \text{ mmol}$$



$$10 \text{ mmol} \quad 10 \text{ mmol}$$

$$[\text{OH}^-] = K_b \cdot \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol asam konjugasi}}$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-5} \cdot \frac{10 \text{ mmol}}{10 \text{ mmol}}$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-5}$$

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

$$\text{pOH} = -\log 10^{-5}$$

$$\text{pOH} = 5$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH}$$

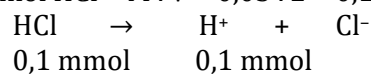
$$\text{pH} = 14 - 5$$

$$\text{pH} = 9$$

Jadi, pH larutan penyangga tersebut adalah 9.

2. Menentukan pH larutan setelah ditambah 2 ml HCl 0,05 M

$$\text{mmol HCl} = M \cdot V = 0,05 \cdot 2 = 0,1 \text{ mmol}$$



	H^+	+	NH_3	\rightarrow	NH_4^+
	(asam)		(basa lemah)		(asam konjugasi)
Mula-Mula	0,1 mmol		10 mmol		10 mmol
Saat reaksi	-0,1 mmol		-0,1 mmol		+0,1 mmol
Akhir reaksi	0 mmol		9,9 mmol		10,1 mmol

$$[\text{OH}^-] = K_b \cdot \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol asam konjugasi}}$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-5} \cdot \frac{9,9 \text{ mmol}}{10,1 \text{ mmol}}$$

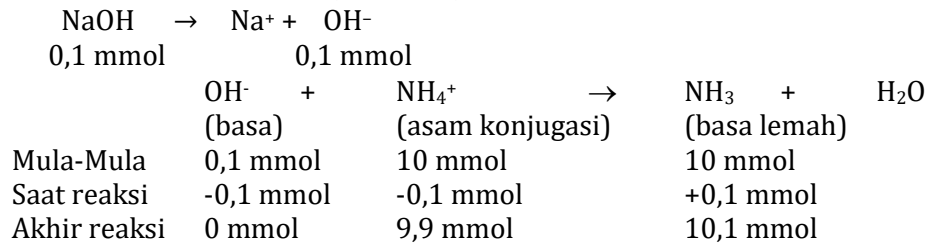
$$[\text{OH}^-] = 10^{-5} \cdot 0,9802$$

$$\begin{aligned} \text{pOH} &= -\log 10^{-5} \cdot 0,9802 \\ \text{pOH} &= -\log 10^{-5} - \log 0,9802 \\ \text{pOH} &= 5 - (-0,0087) \\ \text{pOH} &= 5,0087 \\ \text{pH} &= 14 - \text{pOH} \\ \text{pH} &= 14 - 5,0087 \\ \text{pH} &= 8,9913 \end{aligned}$$

Jadi, pH larutan penyangga setelah ditambah larutan HCl tersebut adalah 8,9913.

3. Menentukan pH larutan setelah ditambah 2 ml NaOH 0,05 M

$$\text{mmol NaOH} = M \cdot V = 0,05 \cdot 2 = 0,1 \text{ mmol}$$



$$[\text{OH}^-] = K_b \cdot \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol asam konjugasi}}$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-5} \cdot \frac{10,1 \text{ mmol}}{9,9 \text{ mmol}}$$

$$\begin{aligned} [\text{OH}^-] &= 10^{-5} \cdot 1,0202 \\ \text{pOH} &= -\log 10^{-5} \cdot 1,0202 \\ \text{pOH} &= -\log 10^{-5} - \log 1,0202 \\ \text{pOH} &= 5 - \log 1,0202 \\ \text{pOH} &= 5 - 0,0087 \\ \text{pOH} &= 4,9913 \\ \text{pH} &= 14 - \text{pOH} \\ \text{pH} &= 14 - 4,9913 \\ \text{pH} &= 9,0087 \end{aligned}$$

Jadi, pH larutan penyangga setelah ditambah larutan NaOH tersebut adalah 9,0087.

Dari perhitungan-perhitungan di atas, terbukti bahwa dengan ditamhkannya sedikit asam atau basa ke dalam larutan penyangga, pH relatif konstan.

2. Peran Larutan Penyangga dalam kehidupan sehari-hari

a. Larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup

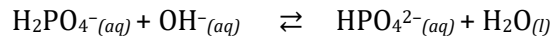
Berfungsi sebagai penyeimbang pH tubuh, larutan penyangga terdapat pada cairan intrasel dan cairan ekstrasel. Contoh larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup yaitu darah (intrasel) dan air liur (ekstrasel).

Selain itu, larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup dibagi menjadi 3 macam, yaitu:

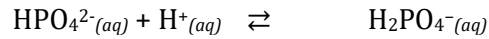
1) Larutan penyangga fosfat

Larutan penyangga fosfat adalah larutan penyangga yang terdapat pada cairan seluruh tubuh makhluk hidup dan tersusun atas H_2PO_4^- dan HPO_4^{2-} .

Ketika pH tubuh naik, reaksi larutan penyangga fosfat adalah sebagai berikut:



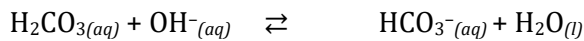
sedangkan ketika pH tubuh turun, reaksi larutan penyangga fosfat adalah sebagai berikut:



2) Larutan penyangga karbonat

Larutan penyangga karbonat adalah larutan penyangga yang terdapat pada darah dan tersusun atas H_2CO_3 dan HCO_3^- .

Pada saat pH tubuh naik, reaksi larutan penyangga karbonat adalah sebagai berikut:

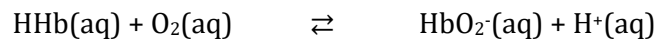


sedangkan ketika pH tubuh turun, reaksi larutan penyangga karbonat adalah sebagai berikut:



3) Larutan penyangga hemoglobin

Larutan penyangga hemoglobin adalah larutan penyangga yang terdapat pada darah dan tersusun atas HHb dan HbO_2 . Reaksi larutan penyangga hemoglobin adalah sebagai berikut:



Tanpa adanya peranan larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup, makhluk hidup dapat mengalami asidosis dan alkalosis yang menyebabkan kerusakan pada jaringan dan organ. Asidosis adalah penurunan pH darah yang disebabkan oleh metabolisme tubuh yang terlalu tinggi karena adanya penyakit diabetes melitus, diare, penyakit ginjal, dan protein berlebih. Sedangkan alkalosis adalah peningkatan pH darah yang disebabkan karena kekurangan oksigen.

b. Menjaga keseimbangan pH tanaman.

Suatu metode penanaman dengan media selain tanah, biasanya dikerjakan dalam kamar kaca dengan menggunakan medium air yang berisi zat hara, disebut dengan hidroponik. Setiap tanaman memiliki pH tertentu agar dapat tumbuh dengan baik. Oleh karena itu dibutuhkan larutan penyangga agar pH dapat dijaga.

c. Larutan penyangga pada obat-obatan

Asam asetilsalisilat merupakan komponen utama dari tablet aspirin, merupakan obat penghilang rasa nyeri. Adanya asam pada aspirin dapat menyebabkan perubahan pH pada perut. Perubahan pH ini mengakibatkan pembentukan hormon, untuk merangsang penggumpalan darah, terhambat; sehingga pendarahan tidak dapat dihindarkan. Oleh karena itu, pada aspirin ditambahkan MgO yang dapat mentransfer kelebihan asam.

d. Dalam industri farmasi

Dalam industri farmasi, larutan penyangga berperan dalam pembuatan obat-obatan, agar zat aktif obat tersebut mempunyai pH tertentu. Larutan penyanggayang umum digunakan dalam industri farmasi adalah larutan asam basa konjugasi senyawa fosfat.

e. Dalam mikrobiologi industri

Dalam mikrobiologi industri digunakan sebagai pengatur pH medium pertumbuhan mikroorganisme.

f. Biologi

Dalam bidang biologi digunakan untuk mengoptimalkan kerja enzim.

g. Analisis Kimia

Digunakan untuk analisis kualitatif dan kuantitatif, pemisahan senyawa dan unsur, serta reaksi kimia dengan pH terkontrol.

C. Rangkuman

1. Larutan penyangga bersifat asam apabila terdiri dari campuran asam lemah dengan asam konjugasinya . Untuk menghitung larutan penyangga yang bersifat asam adalah dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$[H^+] = K_a \cdot \frac{n_a}{n_{bk}}$$

$$pH = - \log [H^+]$$

Keterangan:

K_a = tetapan ionisasi asam lemah

n_a = Jumlah mol asam lemah

n_{bk} = Jumlah mol basa konjugasi

2. Larutan penyangga bersifat basa apabila terdiri dari campuran basa lemah dengan asam konjugasinya . Untuk menghitung larutan penyangga yang bersifat basa adalah dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$[OH^-] = K_b \cdot \frac{n_b}{n_{ak}}$$

$$pOH = - \log [OH^-]$$

Keterangan:

K_a = tetapan ionisasi asam lemah

n_b = Jumlah mol basa lemah

n_{ak} = Jumlah mol asam konjugasinya

3. Peran Larutan Penyangga dalam kehidupan sehari-hari, yakni :
 - a. Larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup berfungsi sebagai penyeimbang pH tubuh, larutan penyangga terdapat pada cairan intrasel dan cairan ekstrasel. Larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup dibagi menjadi 3 macam, yaitu:
 1. Larutan Penyangga Fosfat
 2. Larutan Penyangga Karbonat
 3. Larutan Penyangga Hemoglobin
 - b. Menjaga keseimbangan pH tanaman.
 - c. Larutan penyangga pada obat-obatan
 - d. Dalam industri farmasi
 - e. Dalam mikrobiologi industry

- f. Dalam Ilmu Biologi
- g. Dalam Analisis Kimia

D. Tugas Mandiri

Setelah kalian memahami pengertian dan prinsip kerja larutan penyangga serta telah melakukan penghitungan pH larutan penyangga, maka carilah informasi dan jawablah pertanyaan berikut ini !

1. Sebutkan jenis larutan penyangga yang dalam bidang industri dan jelaskan prinsip kerjanya!
2. Sebutkan jenis larutan penyangga yang dalam bidang kedokteran dan obat- obatan dan jelaskan prinsip kerjanya !
3. Bagaimanakah bila larutan penyangga dalam air liur tidak ada?
Pergunakanlah sumber belajar yang ada di sekitarmu!

E. Latihan Soal

1. Campuran yang terdiri dari 100 mL HCN 0,1 M ($K_a = 2 \times 10^{-5}$) dan 100 mL KCN 0,2 M akan memiliki pH sebesar....
2. Sebanyak 100 mL larutan mengandung HCOOH dan HCOONa masing-masing 0,1 M, ($K_a = 10^{-5}$)
 - a. Hitung pH larutan awal
 - b. Hitung pH setelah ditambah 1 mL HCl 0,1 M (tuliskan reaksi yang terjadi)
 - c. Hitung pH setelah ditambah 1 mL NaOH 0,1 M (tuliskan reaksi yang terjadi)
3. Untuk membuat larutan penyangga dengan pH= 9, maka kedalam 40 mL larutan NH_3 0,5 M ($K_b = 10^{-5}$) harus ditambahkan larutan HCl 0,2 M sebanyak ?

Kunci Jawaban Dan Pembahasan

1. Menghitung pH larutan penyangga, mengikuti langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Menentukan mol asam lemah

$$\text{mol HCN } (n_a) = 100 \text{ ml} \times 0,1 \text{ mmol/ml} = 10 \text{ mmol} \quad (\text{skor}=5)$$

- b. Menentukan mol basa konjugasi

$$\text{mol KCN } (n_{bk}) = 100 \text{ ml} \times 0,2 \text{ mmol/ml} = 20 \text{ mmol} \quad (\text{skor}=5)$$

- c. Menghitung ion (H^+)

(karena merupakan campuran antara asam lemah dan basa konjugasinya)

$$[H^+] = K_a \cdot \frac{n_a}{n_{bk}}$$

$$[H^+] = 2 \times 10^{-5} \left[\frac{10}{20} \right]$$

$$[H^+] = 2 \times 10^{-5} \times 0,5$$

$$[H^+] = 1 \times 10^{-5} \quad (\text{skor}=10)$$

- d. Menghitung pH

$$\text{pH} = -\log [H^+]$$

$$\text{pH} = -\log [1 \times 10^{-5}]$$

$$\text{pH} = 5$$

(skor=10)

2. a. $[H^+] = 10^{-5} \left[\frac{10}{10} \right]$

$$[H^+] = 10^{-5} \times 1 = [H^+] = 10^{-5}$$

$$\text{pH} = -\log [H^+]$$

$$\text{pH} = -\log [10^{-5}]$$

$$\text{pH} = 5 \text{ (pH awal)}$$

(skor=10)

- b. Penambahan 1 ml HCl 0,1 M akan dinetralkan oleh basa konjugasinya atau garam HCOONa

	HCOONa	+	HCl	\rightleftharpoons	HCOOH	+	NaCl
Awal	10 mmol		0,1 mmol		10 mmol		
Reaksi	0,1 mmol		0,1 mmol		0,1 mmol		

Setimbang 9,9 mmol 0 mmol 10,1 mmol

$$[H^+] = 10^{-5} \left[\frac{10,1}{9,9} \right] = [H^+] = 10^{-5} \times 1,02$$

$$\text{pH} = -\log [H^+]$$

$$\text{pH} = -\log [10^{-5} \times 1,02]$$

$$\text{pH} = 5 - \log 1,02$$

(skor=20)

c. Penambahan 1 ml NaOH 0,1 M akan dinetralkan oleh asam HCOOH

	HCOOH	+	NaOH	\rightleftharpoons	HCOONa	+	H ₂ O
Awal	10 mmol		0,1 mmol		10 mmol		-
Reaksi	0,1 mmol		0,1 mmol		0,1 mmol		-

Setimbang	9,9 mmol		0 mmol		10,1 mmol		-
-----------	----------	--	--------	--	-----------	--	---

$$[H^+] = 10^{-5} \left[\frac{9,9}{10,1} \right] = [H^+] = 10^{-5} \times 0,98$$

$$\text{pH} = -\log [H^+]$$

$$\text{pH} = -\log [10^{-5} \times 0,98]$$

$$\text{pH} = -\log [9,8 \times 10^{-6}]$$

(skor20)

3. pH = 9
 pOH = 5
 $[OH^-] = 10^{-5}$
 40 mL NH₃ 0,5 (K_b = 10⁻⁵)
 HCl 0,2 M, V ... ?

$$[OH^-] = K_b \left[\frac{n_{al} - n_{ak}}{n_{ak}} \right]$$

$$[10^{-5}] = 10^{-5} \left[\frac{(0,5 \times 40) - (0,2 \times V)}{(0,2 \times V)} \right]$$

$$0,2 V = 20 - 0,2 V$$

$$0,4 V = 20$$

$$[V] = \left[\frac{20}{0,4} \right]$$

$$V = 50 \text{ mL}$$

(skor20)

Pedoman Penskoran

Cocokkanlah jawaban anda dengan kunci jawaban. Hitunglah jawaban yang benar dengan skor yang telah terlampir, lalu perhatikan interval skor berikut:

90 - 100 = baik sekali

80 - 89 = baik

70 - 79 = cukup

< 70 = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80 atau lebih, anda dapat meneruskan dengan mengerjakan Evaluasi, Bagus!

Jika masih di bawah 80, anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai, Tetap Semangat!

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1	Apakah anda bisa menghitung pH larutan penyangga asam ?		
2	Apakah anda bisa menghitung pH larutan penyangga basa ?		
3	Apakah anda bisa menghitung pH larutan penyangga asam/basa setelah ditambahkan sedikit asam/basa atau diencerkan ?		
4	Apakah anda bisa menjelaskan peranan larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup?		
5	Apakah anda bisa menjelaskan peranan larutan penyangga dalam industri?		

Apabila jawaban kalian pada ketiga pertanyaan diatas “ya”, maka kalian sudah memahami cara kerja dan perhitungan pH larutan penyangga, silahkan melanjutkan materi pelajaran kimia berikutnya. Namun, apabila kalian masih menjawab tidak atau belum, maka silahkan pelajari lagi ya kegiatan pembelajaran yang pertama .

EVALUASI

Jawablah pertanyaan berikut ini !

- Pernyataan yang benar tentang larutan penyangga adalah
 - mempertahankan pH sistem agar tetap
 - memiliki komponen asam dan basa yang selalu berupa pasangan konjugasi
 - mampu mengatasi penambahan asam dan basa dalam jumlah banyak
 - memiliki kapasitas tertentu
 - pengenceran tidak mengubah konsentrasi ion H^+ dan OH^-
- Campuran larutan di bawah ini yang dapat membentuk campuran penyangga adalah
 - larutan HCl dengan larutan NH_4Cl
 - larutan CH_3COOH dengan larutan C_6H_5COOK
 - larutan CH_3COOH dengan larutan C_2H_5ONa
 - larutan $Ca(OH)_2$ dengan larutan $CaCl_2$
 - larutan $HCOOH$ dengan larutan $HCOONa$

- Perhatikan data uji pH beberapa larutan!

Larutan	pH Awal	pH setelah penambahan	
		sedikit asam	sedikit basa
P	3,0	1,0	4,0
Q	5,0	4,9	5,1
R	8,0	7,9	8,1
S	9,0	8,5	10,5
T	10,0	8,5	11,5

Larutan yang merupakan larutan penyangga adalah

- P dan Q
 - Q dan R
 - R dan S
 - R dan T
 - S dan T
- Perhatikan data percobaan berikut.

Larutan	pH Awal	pH dengan penambahan sedikit	
		Basa	Asam
I	5,60	6,00	5,00
II	5,40	5,42	5,38
III	5,20	5,25	5,18
IV	8,20	8,80	7,80
V	9,20	9,60	8,70

- Larutan yang mempunyai sifat penyangga adalah
- Larutan I
 - Larutan II
 - Larutan III
 - Larutan IV
 - Larutan V
5. Pasangan larutan berikut ini yang menghasilkan larutan penyangga adalah
- 100 mL NH_4OH 0,2 M + 100 mL HCl 0,1 M
 - 100 mL NH_4OH 0,2 M + 100 mL HCl 0,3 M
 - 100 mL NaOH 0,2 M + 100 mL CH_3COOH 0,2 M
 - 100 mL NaOH 0,2 M + 100 mL HCN 0,1 M
 - 100 mL NaOH 0,2 M + 100 mL HCN 0,2 M
6. Pada kondisi normal, pH dari darah manusia dan jaringan harus dijaga antara
- 3 – 4
 - 7,35 – 7,45
 - 5,56 – 5,68
 - 8,55 – 8,65
 - 1 – 2
7. Bacalah wacana berikut ini.
pH normal darah manusia adalah dirancang selalu relatif tetap, yaitu $7,4 \pm 0,05$. Komponen utama bufer darah adalah H_2CO_3 dan HCO_3^- dengan perbandingan 1:20, yang merupakan salah satu hasil metabolisme pernafasan.
- $$\text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{aq})$$
- $$\text{CO}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$$
- $$\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{HCO}_3^-$$
- Pada kasus alkalosis atau kelebihan basa yang disebabkan kekurangan CO_2 terlarut, pH darah naik hingga mencapai 7,8. Jika dibiarkan akan menyebabkan kerusakan sistem syaraf. Salah satu upaya mengembalikan pH normal darah adalah dengan pemberian masker gas oksigen didukung infus larutan bufer bikarbonat pH 6,7 selama selang waktu tertentu. ($K_a \text{H}_2\text{CO}_3 = 4,3 \times 10^{-7}$).
- Berdasarkan wacana tersebut, pemberian larutan bikarbonat pH 6,7 bertujuan untuk
- menaikkan pH darah dengan menggeser kesetimbangan ke arah kiri
 - menaikkan pH darah dengan menggeser kesetimbangan ke arah kanan
 - menaikkan pH darah tanpa menggeser arah kesetimbangan
 - menurunkan pH darah dengan menggeser kesetimbangan ke arah kiri
 - menurunkan pH darah dengan menggeser kesetimbangan ke arah kanan
8. Larutan buffer dapat di buat dengan mencampurkan larutan – larutan....
- asam sulfat dan natrium sulfat
 - natrium hidroksida dan natrium nitrat
 - ammonium hidroksida dan ammonium clorida
 - asam asetat dan ammonium asetat
 - asam sianida dan kalium sianida
9. Campuran yang terdiri dari 100 mL HF 0,1 M ($K_a = 2 \times 10^{-5}$) dan 100 mL NaF 0,2 M akan memiliki pH sebesar....
- 5

- B. $5 + \log 9$
- C. $9 - \log 5$
- D. 9
- E. $9 + \log 5$

9. Berikut ini beberapa jenis ion/senyawa.

- 1. H_2CO_3
- 2. H_2SO_4
- 3. H_2PO_4^-
- 4. HCO_3^-
- 5. HPO_4^{2-}

Pasangan ion/senyawa yang berguna sebagai penyangga pada ekstrasel adalah

- A. (1) dan (2)
- B. (1) dan (4)
- C. (2) dan (3)
- D. (2) dan (5)
- E. (3) dan (4)

KUNCI JAWABAN

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

Pedoman Penilaian

1 soal memiliki skor	= 10
Jumlah Skor Maksimal	= 100
Jumlah Skor Perolehan	= jumlah benar x 10

Pedoman Penskoran

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1 dan 2.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlahskorperolehan}}{\text{Jumlahskormaksimal}} \times 100 \%$$

Konversi tingkat penguasaan:

90 - 100%	= baik sekali
80 - 89%	= baik
70 - 79%	= cukup
< 70%	= kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan pada materi berikutnya. Bagus! Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Larutan Penyangga pada Kegiatan Belajar 1 dan 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

**"Bermimpilah setinggi langit, jika engkau jatuh,
engkau akan jatuh di antara bintang-bintang."
(Soekarno)**

DAFTAR PUSTAKA

- Ningsih, Sri Rahayu. 2013. KIMIA SMA XI Sekolah Menengah Atas. Bumi Aksara. Jakarta.
- Sudarmo,, Unggul dkk. 2014. KIMIA SMA XI Sekolah Menengah Atas. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Sulami, Emi,dkk. 2009. Buku Panduan Pendidik Kimia Untuk SMAMA Kelas XI. Intan Pariwara. Klaten.
- Sutresna , Nana. 2013. KIMIA SMA XI Sekolah Menengah Atas. Grafindo. Jakarta.
- Thahjadarmawan., Elizabeth . 2018. Gagas Kimia Jilid 2. Rexaqila Media.Yogyakarta.
- <https://chemistrahmah.com/cara-pembuatan-larutan-buffer.html>



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020



Modul Pembelajaran SMA

KIMIA



KELAS
XI



TITRASI ASAM BASA
KIMIA KELAS XI

PENYUSUN
Wiwik Indah Kusumaningrum, S.Pd., M.Pd.
SMA Negeri 9 Semarang

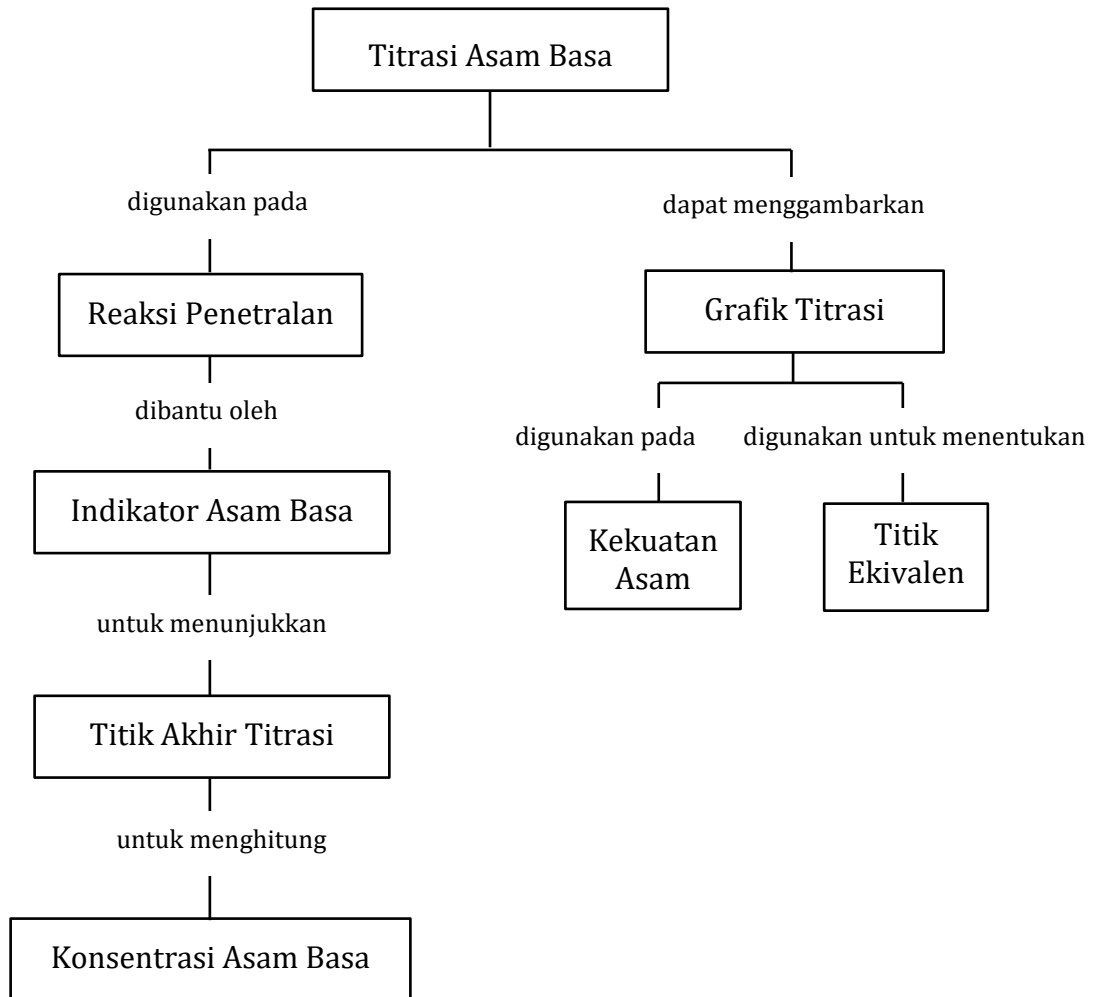
DAFTAR ISI

PENYUSUN	2
DAFTAR ISI	3
GLOSARIUM	4
PETA KONSEP	5
PENDAHULUAN	6
A. Identitas Modul	6
B. Kompetensi Dasar	6
C. Deskripsi Singkat Materi	6
D. Petunjuk Penggunaan Modul	6
E. Materi Pembelajaran	6
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	7
A. Tujuan Pembelajaran	7
B. Uraian Materi	7
C. Rangkuman	12
D. Penugasan Mandiri	12
E. Latihan Soal	12
F. Penilaian Diri	15
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	16
A. Tujuan Pembelajaran	16
B. Uraian Materi	16
C. Rangkuman	23
D. Penugasan Mandiri	23
E. Latihan Soal	24
F. Penilaian Diri	27
EVALUASI	28
KUNCI JAWABAN	31
DAFTAR PUSTAKA	32

GLOSARIUM

Asam kuat	:	asam yang dapat terionisasi sempurna atau mendekati sempurna dalam larutannya.
Asam lemah	:	asam yang dalam larutannya terionisasi sebagian.
Basa kuat	:	basa yang dalam larutannya dapat terionisasi sempurna.
Basa lemah	:	basa yang sedikit mengalami ionisasi, sehingga reaksi ionisasi basa lemah merupakan reaksi kesetimbangan
Indikator	:	zat yang mempunyai warna tertentu dalam suatu daerah pH saat di mana indikator berubah warna.
Titik akhir titrasi	:	saat di mana indikator berubah warna
Titik ekuivalen	:	saat jumlah mol H^+ sama dengan jumlah mol OH^- .
Titrasi	:	yang diperlukan untuk bereaksi tepat sama dengan larutan lain.

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Kimia
Kelas	: XI
Alokasi Waktu	: 4 jam pelajaran
Judul Modul	: TITRASI ASAM BASA

B. Kompetensi Dasar

3.13. Menganalisis data hasil berbagai jenis titrasi asam-basa

4.13. Menyimpulkan hasil analisis data percobaan titrasi asam-basa

C. Deskripsi Singkat Materi

Apa kabar peserta didik yang hebat? Semoga Ananda selalu sehat dan semangat dalam kondisi apapun ya. Aamiin. Selamat berjumpa Kembali di modul pembelajaran Kimia. Pada modul sebelumnya, Ananda sudah mempelajari tentang Larutan Asam dan Basa. Dalam kehidupan sehari-hari Ananda tentu pernah menggunakan larutan Asam dan Basa dengan kadar atau konsentrasi yang beragam. Misalnya asam cuka 15% untuk menambah segar makanan bakso. Tahukah Ananda metode apa yang digunakan untuk menentukan kadar atau konsentrasi asam dan basa? Nah.... Dalam modul ini Ananda akan belajar tentang metode tersebut yang dikenal dengan metode Titrasi Asam Basa. Mari kita pelajari bersama.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Untuk menggunakan modul ini Ananda diminta mengikuti Langkah-langkah berikut:

1. Bacalah peta konsep dan pahami keterkaitan antar materi Titrasi Asam Basa.
2. Berikan respon pada kegiatan mengamati gambar, kemudian pahami materi pembelajaran dan contoh soal.
3. Perdalam pemahamanmu tentang materi Titrasi Asam Basa dengan membuat ringkasan seperti pada bagian rangkuman, baru kemudian mengerjakan latihan soal.
4. Kerjakan kegiatan yang terdapat pada Penugasan Mandiri dengan penuh kejujuran dan tanggung jawab untuk penguatan pemahaman terhadap materi yang telah dipelajari.
5. Akhiri kegiatan dengan mengisi penilaian diri dengan jujur dan ulangi lagi pada bagian yang masih belum sepenuhnya dimengerti.
6. Kerjakan soal evaluasi di akhir modul.

E. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi 2 Kegiatan Pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

Pertama : Reaksi Penetralan; Data Hasil Titrasi Asam Basa.

Kedua : Grafik Titrasi Asam Basa

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

REAKSI PENETRALAN

A. Tujuan Pembelajaran

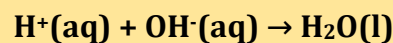
Setelah membaca dan mengikuti langkah-langkah atau arahan pada modul ini diharapkan Ananda dapat:

1. Menghitung kadar atau konsentrasi suatu asam atau basa menggunakan data reaksi penetralan.
2. Menganalisis data berbagai hasil titrasi asam basa.
3. Merancang percobaan titrasi untuk menentukan kadar suatu cuka makan.

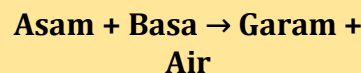
B. Uraian Materi

1. Reaksi Penetralan

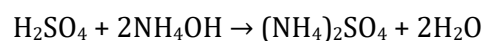
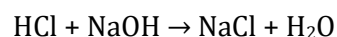
Seperti yang sudah Ananda ketahui di modul sebelumnya, asam adalah senyawa yang dalam larutannya menghasilkan ion H^+ sedangkan basa adalah senyawa yang dalam larutannya menghasilkan ion OH^- . Jika asam bereaksi dengan basa, maka ion-ion tersebut akan saling menetralkan membentuk H_2O .



Reaksi antara asam dengan basa biasa disebut dengan Reaksi Penetralan. Tetapi karena reaksi tersebut juga menghasilkan garam, maka reaksi tersebut juga sering dikenal dengan reaksi pengaraman.



Contoh :



Pada reaksi penetralan **jumlah mol ion H^+ sama dengan jumlah mol ion OH^-** , sehingga akan berlaku rumus berikut.

$$V_a \times M_a \times \text{val. asam} = V_b \times M_b \times \text{val. basa}$$

Keterangan :

V_a : volume asam

V_b : volume basa

M_a : molaritas asam

M_b : molaritas basa

Val. asam : valensi asam

Val. basa : valensi basa

Pada reaksi antara asam dan basa yang konsentrasinya sama tidak selamanya menghasilkan larutan netral, karena tergantung dari kekuatan dari asam dan basa tersebut.

Salah satu cara menetralkan asam dengan basa atau sebaliknya adalah dengan melakukan titrasi.

Titrasi adalah penambahan larutan baku atau larutan yang telah diketahui konsentrasinya dengan bantuan indikator.

Langkah-langkah Titrasi

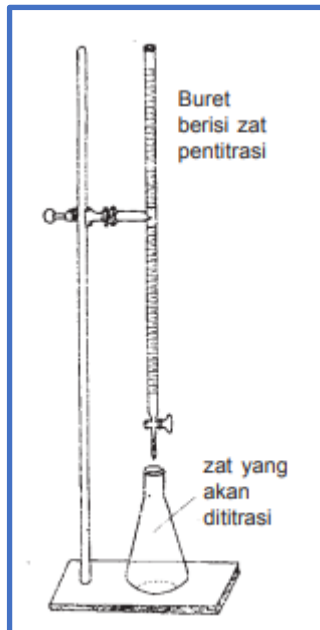
1. Larutan yang akan digunakan untuk menitrasi (diteteskan) dimasukkan ke dalam buret (pipa panjang berskala). Larutan dalam buret disebut penitrasi.
2. Larutan yang akan dititrasi dimasukkan ke dalam erlenmeyer dengan mengukur volumenya terlebih dahulu.
3. Memberikan beberapa tetes indikator pada larutan yang dititrasi (dalam erlenmeyer) menggunakan pipet tetes. Indikator yang dipakai adalah yang perubahan warnanya sekitar titik ekuivalen.
4. Proses titrasi, yaitu larutan yang berada dalam buret diteteskan secara perlahan-lahan melalui kran ke dalam erlenmeyer. Erlenmeyer digoyang-goyang sehingga larutan penitrasi dapat larut dengan larutan yang berada dalam erlenmeyer. Penambahan larutan penitrasi ke dalam erlenmeyer dihentikan ketika sudah terjadi perubahan warna dalam erlenmeyer. Perubahan warna ini menandakan telah tercapainya titik akhir titrasi (titik ekuivalen).
5. Mencatat volume yang dibutuhkan larutan penitrasi dengan melihat volume yang berkurang pada buret setelah dilakukan proses titrasi.

Perangkat Titrasi

Alat-alat kimia utama yang biasanya digunakan sebagai perangkat titrasi yaitu :

1. Buret
Berupa tabung kaca bergaris dan memiliki kran di ujungnya. Buret berfungsi untuk mengeluarkan larutan dengan volume tertentu.
2. Statif dan Klem
Statif terbuat dari besi atau baja yang berfungsi untuk menegakkan buret. Klem buret terbuat dari besi atau baja untuk memegang buret yang digunakan untuk titrasi.
3. Erlenmeyer
Erlenmeyer adalah peralatan gelas (Glass ware equipment) yang seringkali di gunakan untuk analisa dalam laboratorium..Erlenmeyer berfungsi sebagai tempat untuk melakukan titrasi bahan.

Untuk titrasi asam basa, indikator yang digunakan adalah yang berubah warna pada pH netral atau mendekati netral. Indikator yang sering digunakan adalah **fenolftalein/phenolphtalein (pp)**. Indikator lainnya adalah **metil merah** dan **bromtimol biru**.



Gambar 1. Peralatan Titrasi

Hal-hal penting pada titrasi

a. Titik ekuivalen

Titik ekuivalen adalah saat jumlah mol H^+ sama dengan jumlah mol OH^- . Biasanya ditunjukkan dengan harga pH.

b. Titik akhir titrasi

Titik akhir titrasi adalah saat di mana indikator berubah warna.

Reaksi penetralan asam basa dapat digunakan untuk menentukan kadar/konsentrasi berbagai jenis larutan. Kadar larutan asam ditentukan dengan menggunakan larutan basa yang telah diketahui kadarnya, atau sebaliknya.

Misalnya dalam kehidupan sehari-hari Ananda membeli asam cuka di pasar atau di toko maka kita tidak pernah menemukan ukuran kandungan asam dalam bentuk kemolaran seperti yang kita pelajari. Namun dalam botol masih tercantum kadar cuka berupa persen volume.



Seperti gambar asam cuka di samping yang mempunyai kadar asam

Coba Ananda cari berapa konsentrasi asam cuka tersebut sehingga dapat diketahui kebenaran kandungannya, dengan terlebih dahulu pahami contoh berikut.

Contoh :

Seseorang siswa melakukan percobaan titrasi asam-basa untuk menentukan konsentrasi asam asetat CH_3COOH dalam cuka dapur 100 mL. Larutan cuka yang dituangkan ke dalam labu ukur sebanyak 10 mL diencerkan menjadi 100 mL. Kemudian dari labu ukur diambil sebanyak 20 mL dan dititrasi dengan larutan $NaOH$ 0,1 M. Adapun indikator asam-basanya adalah fenolftalein. Warna larutan CH_3COOH berubah warna dari bening menjadi merah muda tepat ketika volume $NaOH$ yang dikururkan adalah 6 ml. Tentukan konsentrasi dan kadar asam asetat CH_3COOH tersebut dalam cuka dapur ! ($\rho CH_3COOH = 1,049 g/cm^3$)

Penyelesaian :

- Diketahui : - V larutan cuka dapur dalam kemasan = 100 mL
 - V larutan cuka yang diambil = 10 mL (kemudian diencerkan menjadi 100 mL)
 - V larutan cuka yang akan dititrasi = 20 mL (diambil dari 100 ml larutan cuka yang telah diencerkan)
 - M NaOH = 0,1 M
 - V NaOH = 6 mL

Ditanya : Kadar asam asetat CH_3COOH ?

Jawab :

- Konsentrasi asam cuka yang dititrasi :
 $V_a \times M_a \times \text{val. asam} = V_b \times M_b \times \text{val. basa}$
 $20 \text{ mL} \times M_a \times 1 = 6 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} \times 1$
 $20 \text{ mL} \times M_a = 0,6 \text{ mL M}$
 $M_a = 0,6 \text{ mL M} / 20 \text{ mL}$
 $M_a = \mathbf{0,03 \text{ M (konsentrasi setelah pengenceran atau } M_2)}$
- Konsentrasi sebelum pengenceran (M_1):
 $V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$
 $10 \text{ mL} \times M_1 = 100 \text{ mL} \times 0,03 \text{ M}$
 $M_1 = 100 \text{ mL} \times 0,03 \text{ M} / 10 \text{ mL}$
 $M_1 = \mathbf{0,3 \text{ M (Konsentrasi cuka dalam kemasan)}}$
- Massa asam asetat dalam kemasan cuka dapur :

$$M = \text{mol/v (liter)} = \frac{\text{massa}}{Mr} \times \frac{1000}{v(\text{ml})}$$

$$0,3 \text{ M} = \frac{\text{massa}}{60} \times \frac{1000}{100 \text{ ml}}$$

$$\mathbf{\text{Massa} = 1,8 \text{ gram}}$$

Ingat !
 M = mol/volume (L)
 Massa = mol x Mr
 Massa jenis = massa/volume

- Kadar asam asetat dalam cuka dapur :
 $\text{Kadar zat (\%)} = \frac{\text{massa zat terlarut}}{\text{massa larutan}} \times 100 \%$
 $\text{Massa larutan} = \text{volume larutan} \times \text{massa jenis larutan}$
 $= 100 \text{ ml} \times 1,049$
 $= 104,9 \text{ gram}$
 $\text{Maka kadar asam asetat} = \frac{1,8 \text{ gr}}{104,9 \text{ gr}} \times 100 \%$
 $= \mathbf{1,71 \%}$

Setelah Ananda perhatikan contoh di atas, maka dapat dilihat bahwa untuk menemukan ukuran kandungan asam dalam bentuk kemolaran berdasarkan data persen volume yang tercantum pada botol kemasan asam cuka, maka dibutuhkan larutan basa yang sudah diketahui molaritasnya dan indikator asam basa dengan metode titrasi.

2. Data Hasil Titrasi Asam Basa

Penentuan konsentrasi asam basa dengan metode titrasi yang dilakukan di laboratorium akan menggunakan data hasil titrasi asam basa. Pada bagian ini Ananda akan mempelajari tentang cara penentuan konsentrasi asam basa dengan menggunakan data hasil titrasi asam basa.

Cara menghitung konsentrasi HCl dari data titrasi adalah sebagai berikut. Pada saat titik akhir titrasi atau saat indikator fenolftalein berubah warna yaitu pH = 7, akan dicapai titik ekuivalen. Mol H⁺ = mol OH⁻, maka rumus yang digunakan sebagai berikut.

$$V_a \times M_a \times \text{val. asam} = V_b \times M_b \times \text{val. basa}$$

Misalkan pada percobaan di atas didapat data sebagai berikut

No	Volume HCl (mL)	Volume NaOH (mL)	
		Mula-mula	Akhir Titrasi
1	20	50	38,35
2	20	38,35	26,75
3	20	26,75	15,14

Berdasarkan data hasil titrasi HCl dengan NaOH 0,1 M di atas, Ananda dapat menghitung konsentrasi HCl dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Menghitung Volum NaOH pada masing-masing percobaan.

Volume NaOH mula-mula adalah posisi volume NaOH yang terdapat dalam buret

posisi volume NaOH yang terdapat dalam buret pada saat warna indikator berubah

$$\text{Volume NaOH} = \text{Volume NaOH mula-mula} - \text{volume NaOH pada akhir titrasi}$$

Pada percobaan 1 : 50 mL - 38,35 mL = 11,65 mL

Pada percobaan 2 : 38,35 mL - 26,75 mL = 11,60 mL

Pada percobaan 3 : 26,75 mL - 15,14 mL = 11,61 mL

$$\text{Volum NaOH rata-rata} = \frac{11,65 \text{ mL} + 11,60 \text{ mL} + 11,61 \text{ mL}}{3} = 11,62 \text{ mL}$$

- b. Volume NaOH rata-rata yang sudah diperoleh dimasukkan ke dalam rumus

$$\begin{aligned} V_a \times M_a \times \text{val. Asam} &= V_b \times M_b \times \text{val. Basa} \\ 20 \text{ mL} \times M_a \times 1 &= 11,62 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} \times 1 \\ M_a &= \frac{11,62 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} \times 1}{20 \text{ mL}} \\ M_a &= 0,0581 \text{ M} \end{aligned}$$

Jadi konsentrasi HCl yang dititrasi adalah **0,0581 M**

Contoh di atas merupakan contoh penentuan konsentrasi asam kuat yang dititrasi dengan larutan basa kuat yang sudah diketahui konsentrasinya. Bagaimana jika yang dititrasi dan atau larutan yang menitrasi diubah? Yaitu, **titrasi asam lemah dengan basa kuat** atau **titrasi basa lemah dengan asam kuat**? Tentu saja cara perhitungan dan analisis untuk menentukan konsentrasi zat yang dititrasi sama seperti pada contoh soal.

C. Rangkuman

1. Reaksi antara asam dengan basa disebut reaksi penetralan.
2. Penentuan konsentrasi dan kadar suatu asam atau basa dapat menggunakan metode titrasi.
3. Hal-hal penting pada titrasi
 - a. Titik ekuivalen
Titik ekuivalen adalah saat jumlah mol H^+ sama dengan jumlah mol OH^- . Biasanya ditunjukkan dengan harga pH.
 - b. Titik akhir titrasi
Titik akhir titrasi adalah saat di mana indikator berubah warna.
4. Berdasarkan data hasil titrasi, dapat dihitung konsentrasi zat yang dititrasi.

D. Penugasan Mandiri

Agar Ananda semakin memahami tentang materi di Kegiatan Pembelajaran 1 ini, lakukanlah kegiatan berikut ini secara mandiri !

Data hasil titrasi 10 ml larutan asam H_2SO_4 dengan larutan NaOH 0,1 M sebagai berikut.

Titrasi Ke -	Volume NaOH yang ditambahkan (mL)
1	5,0
2	4,9
3	5,1

- a. Hitung molaritas asam yang bereaksi !
- b. Tulis persamaan reaksi tersebut !
- c. Indikator apakah yang akan digunakan pada titrasi tersebut?

E. Latihan Soal

Petunjuk :

Orang yang ingin mencapai kesuksesan harus melewati berbagai kesulitan. Kalau Ananda menganggap soal-soal ini sebagai kesulitan dan berusaha untuk mengerjakannya dengan jujur, kelak Ananda akan sukses!

1. 10 mL HCl yang tidak diketahui konsentrasinya dititrasi oleh larutan NaOH 0,1 M. Pada titik akhir titrasi ternyata rata-rata volum NaOH 0,1 M yang digunakan adalah 12,52 mL. Hitung konsentrasi HCl yang dititrasi!
2. Data hasil percobaan titrasi CH_3COOH dengan NaOH 0,05 M, adalah sebagai berikut

Percobaan	Volume CH_3COOH (mL)	Volume NaOH (mL)
1	25	20,0
2	25	19,9
3	25	20,1

Tentukan konsentrasi CH_3COOH !

3. Titrasi dihentikan apabila sudah tercapai titik akhir titrasi.
 - a. Apa yang dimaksud dengan titik ekuivalen dan titik akhir titrasi?
 - b. Bagaimana cara menentukan titik akhir titrasi antara 25 mL larutan NaOH 0,1 M dengan larutan HCl 0,1 M?
 - c. Indikator apa yang paling tepat digunakan untuk titrasi tersebut?
4. Diketahui cuka makan dijual di pasar seperti gambar berikut.



Dari gambar tersebut dapat diketahui kadar asam cuka 15% ($M_r = 60$) dan volume asam cuka dalam kemasan 100 mL. Berdasarkan data tersebut hitunglah konsentrasi asam cuka tersebut jika massa jenis asam cuka $1,049 \text{ g/cm}^3$!

Kunci Jawaban

$$\begin{aligned}
 1. \quad V_a \times M_a \times \text{val. Asam} &= V_b \times M_b \times \text{val. Basa} \\
 10 \text{ mL} \times M_a \times 1 &= 12,52 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} \times 1 \\
 M_a &= \frac{12,52 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} \times 1}{10 \text{ mL}}
 \end{aligned}$$

$$M_a = 0,125 \text{ M}$$

Jadi konsentrasi HCl yang dititrasi adalah **0,125 M**

(Skor = 20)

$$\begin{aligned}
 2. \quad \text{Volume } \text{CH}_3\text{COOH} &= 25 \text{ mL} \\
 \text{Volume rata-rata NaOH} &= \frac{20,0 \text{ mL} + 19,9 \text{ mL} + 20,1 \text{ mL}}{3} = 20 \text{ mL}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_a \times M_a \times \text{val. Asam} &= V_b \times M_b \times \text{val. Basa} \\
 25 \text{ mL} \times M_a \times 1 &= 12,52 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} \times 1 \\
 M_a &= \frac{12,52 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} \times 1}{10 \text{ mL}}
 \end{aligned}$$

$$M_a = 0,125 \text{ M}$$

(Skor = 20)

3.

a. Titik ekuivalen

Titik ekuivalen adalah saat jumlah mol H^+ sama dengan jumlah mol OH^- . Biasanya ditunjukkan dengan harga pH.

Titik akhir titrasi

Titik akhir titrasi adalah saat di mana indikator berubah warna.

b. Cara menentukan titik akhir titrasi antara 25 mL larutan NaOH 0,1 M dengan larutan HCl 0,1 M adalah dengan melihat perubahan warna indikator yaitu pada saat volume HCl 0,1 M yang digunakan untuk menitrasi NaOH kira-kira 25 mL. Hal tersebut dapat diprediksikan dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 V_a \times M_a \times \text{val. Asam} &= V_b \times M_b \times \text{val. Basa} \\
 V_a \times 0,1 \text{ M} \times 1 &= 25 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} \times 1 \\
 V_a &= \frac{25 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} \times 1}{0,1 \text{ M}}
 \end{aligned}$$

$$V_a = 25 \text{ mL}$$

c. Indikator yang digunakan phenolphthalein

(Skor = 30)

$$\begin{aligned}
 4. \quad \text{Massa larutan} &= \text{volume larutan} \times \text{massa jenis larutan} \\
 &= 100 \text{ ml} \times 1,049 \\
 &= 104,9 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar zat (\%)} &= \frac{\text{massa zat terlarut}}{\text{massa larutan}} \times 100 \% \\
 \text{Kadar asam asetat} &= \frac{\text{massa asam cuka}}{\text{massa larutan}} \times 100\% \\
 15\% &= \frac{\text{massa asam cuka}}{104,9 \text{ gram}} \times 100\% \\
 \text{Massa asam cuka} &= \frac{15\%}{100\%} \times 104,9 \text{ gram} \\
 &= 15,735 \text{ gram} \\
 \text{Molaritas} &= \frac{\text{massa asam cuka} \times 1000}{\text{Mr} \quad \text{mL}} \\
 &= \frac{15,735 \text{ gram} \times 1000}{60 \quad 100 \text{ mL}} \\
 &= 2,62 \text{ M}
 \end{aligned}$$

Jadi konsentrasi asam cuka 15% adalah **2,62 M**

(Skor = 30)

Cocokkanlah jawaban Ananda dengan Kunci Jawaban. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Ananda terhadap materi Kegiatan Pembelajaran 1.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100\%$$

Konversi tingkat penguasaan:

90 - 100%	= baik sekali
80 - 89%	= baik
70 - 79%	= cukup
< 70%	= kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Pembelajaran 2. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Pembelajaran 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggung jawab!

NO	PERTANYAAN	JAWABAN	
		YA	TIDAK
1	Saya dapat menghitung kadar atau konsentrasi asam atau basa dengan menggunakan prinsip reaksi penetralan.		
2	Saya dapat menghitung kadar atau konsentrasi asam atau basa dengan menggunakan data hasil titrasi asam basa.		
3	Saya dapat menganalisis data hasil titrasi asam basa		
4	Saya dapat merancang percobaan titrasi untuk membuktikan kandungan asam cuka pada cuka makan.		

Catatan :

Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "Tidak". Bila semua jawaban "Ya", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

GRAFIK TITRASI

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah membaca dan mengikuti langkah-langkah atau arahan pada modul ini diharapkan Ananda dapat :

1. Menentukan titik ekuivalen berdasarkan gambar grafik titrasi asam basa.
2. Membuat grafik titrasi asam basa.
3. Menganalisis grafik titrasi asam basa.
4. Menyimpulkan hasil analisis grafik titrasi asam basa.

B. Uraian Materi

1. Grafik Titrasi Asam Basa

Ananda yang hebat, data hasil titrasi asam basa dapat kita buat grafik atau kurvanya. Grafik titrasi menggambarkan alur pH terhadap volum asam atau basa yang ditambahkan pada saat titrasi. Pada grafik ini dapat dilihat titik ekuivalen dari reaksi asam-basa pada titrasi.

Grafik titrasi asam basa yang akan Ananda pelajari dalam modul ini ada 3 jenis yang akan dijabarkan satu per satu berikut ini.

a. Titrasi Asam Kuat oleh Basa Kuat

Perubahan pH pada penetralan asam kuat oleh basa kuat, sebagai contoh 25 mL larutan HCl 0,1 M yang ditetesi dengan larutan NaOH 0,1 M sedikit demi sedikit hingga mencapai 50 mL, ditunjukkan oleh gambar 1 Setiap perubahan pH dicatat volume NaOH yang ditambahkan.

1) pH Sebelum Titrasi

Sebelum titrasi hanya terdapat 25 mL larutan HCl 0,1 M

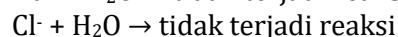
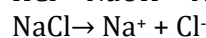
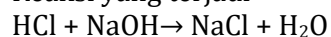
$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = -\log 10^{-1} = 1$$

2) pH pada Titik Ekuivalen

Pada titik ekuivalen, terbentuk garam yang tidak bisa di hidrolisa oleh air, sehingga bersifat netral dan pH = 7.

Reaksi yang terjadi



3) pH setelah titik ekuivalen

Pada penambahan NaOH selanjutnya akan membuat pH semakin meningkat dari konsentrasi 10^{-7} M menjadi 10^{-3} M hanya dengan penambahan 5 mL NaOH. Perhitungan pH menggunakan rumus:

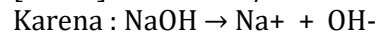
$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^- \text{ sisa}]$$

Contoh :

Pada saat volume NaOH 0,1 M mencapai 30 mL, maka :

	HCl	+	NaOH	→	NaCl	+	H ₂ O
	25 mL x 0,1 M		30 mL x 0,1 M		-		-
Mula-mula	: 2,5 mmol		3,0 mmol		-		-
Reaksi	: 2,5 mmol		2,5 mmol		2,5 mmol		2,5 mmol
Selesai	: -		0,5 mmol		2,5 mmol		2,5 mmol

$$[\text{NaOH}] = 0,5 \text{ mmol} / \text{volume total} = 0,5 \text{ mmol} / 50 \text{ mL} = 10^{-2} \text{ M}$$



Maka $[\text{OH}^- \text{ sisa}] = [\text{NaOH}] = 10^{-2} \text{ M}$

$$\begin{aligned} \text{pOH} &= -\log [\text{OH}^- \text{ sisa}] \\ &= -\log 10^{-2} \text{ M} \\ &= 2 \end{aligned}$$

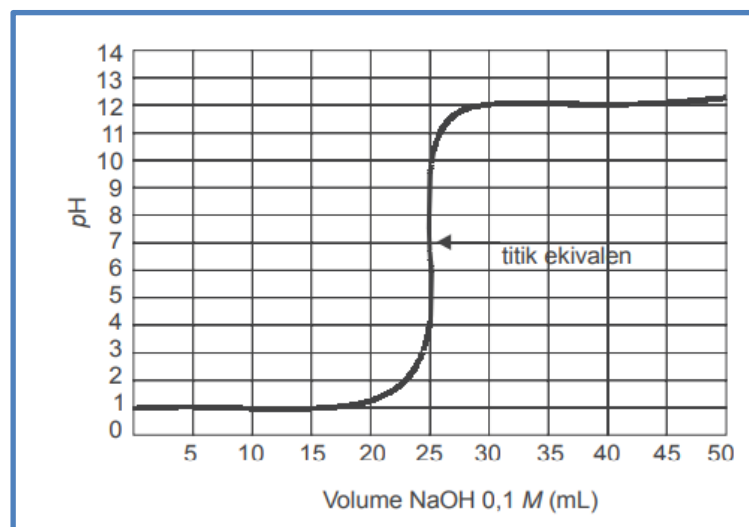
$$\begin{aligned} \text{pH} &= 14 - \text{pOH} \\ &= 14 - 2 \\ &= \mathbf{12} \end{aligned}$$

Data yang diperoleh tertera pada tabel berikut.

Tabel 1. Harga pH pada titrasi asam kuat (HCl) dengan basa kuat (NaOH)

Volume NaOH 0,1 M yang ditambahkan (mL)	pH HCl 0,1 M
0,0	1,00
5,0	1,18
10,0	1,37
15,0	1,60
20,0	1,95
22,0	2,20
24,0	2,69
24,5	3,00
24,9	3,70
25,0	7,00
25,1	10,30
25,5	11,00
26,0	11,29
28,0	11,75
30,0	12,00
35,0	12,22
40,0	12,36
45,0	12,46
50,0	12,52

Grafik yang didapat adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Grafik Titrasi Asam Kuat oleh Basa Kuat

Jika Ananda perhatikan pada grafik titrasi HCl dengan NaOH, mula-mula pH naik sangat lambat kemudian terjadi lonjakan pH dan selanjutnya kenaikan pH lambat lagi. **Titik tengah bagian vertikal grafik adalah titik ekuivalen titrasi.** Pada titrasi asam kuat dan basa kuat titik ekuivalen terjadi pada pH 7. Larutan dengan pH 7 bersifat netral yaitu jumlah ion H⁺ sama dengan ion OH⁻.

Berdasarkan grafik di atas dapat kita simpulkan sebagai berikut :

- Pertama kita lihat pH larutan naik sedikit demi sedikit.
- Perubahan pH drastis akan terjadi pada titik ekuivalen.
- pH titik ekuivalennya = 7 (netral).
- Indikator yang dapat digunakan yaitu: metil merah, bromtimol biru, atau fenolftalein.
- Namun, yang lebih sering digunakan yaitu fenolftalein karena pada perubahan warna fenolftalein yang lebih mudah diamati.

b. Titrasi Asam Lemah oleh Basa Kuat

Perubahan pH pada penetralan asam lemah oleh basa kuat, contohnya 25 mL larutan CH₃COOH 0,1 M yang ditetesi dengan larutan NaOH 0,1 M sedikit demi sedikit hingga mencapai 50 mL, ditunjukkan oleh gambar 2. Setiap perubahan pH dicatat volume NaOH yang ditamlehkannya.

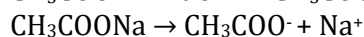
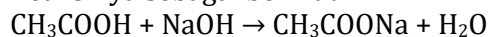
1) pH Sebelum Titrasi

Sebelum titrasi hanya terdapat 25 mL asam lemah CH₃COOH 0,1 M (K_a = 10⁻⁵). pH dihitung sebagai berikut.

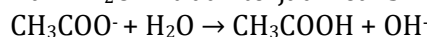
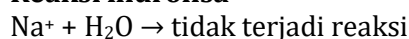
$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log\sqrt{K_a \cdot C_a} \\ \text{pH} &= -\log\sqrt{10^{-5} \cdot 10^{-1}} = -\log\sqrt{10^{-6}} = -\log 10^{-3} = 3 \end{aligned}$$

2) Pada titik ekuivalen titrasi akan terbentuk larutan yang dapat dihidrolisa

Reaksinya sebagai berikut.



Reaksi hidrolisa



Pada reaksi tersebut terbentuk ion OH⁻, maka larutan pada titik ekuivalen akan bersifat basa dengan pH > 7.

Perhitungan pH menggunakan rumus berikut.

$$\text{pOH} = -\log\sqrt{\frac{K_w}{K_a} [\text{garam}]}$$

Ananda dapat menentukan pH pada titik ekuivalen dengan cara berikut.

	CH ₃ COOH	+	NaOH	→	CH ₃ COONa	+	H ₂ O
	25 mL x 0,1 M		25 mL x 0,1 M		-		-
Mula-mula :	2,5 mmol		2,5 mmol		-		-
Reaksi :	2,5 mmol		2,5 mmol		2,5 mmol		2,5 mmol
Selesai :	-		-		2,5 mmol		2,5 mmol

$$\begin{aligned} \text{pOH} &= -\log\sqrt{\frac{10^{-14}}{10^{-5}} \left[\frac{2,5 \text{ mmol}}{50 \text{ mL}} \right]} \\ &= -\log\sqrt{10^{-9} \times 0,5 \times 10^{-1}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= -\log \sqrt{0,5} \times 10^{-5} \\
 &= 5 - \log \sqrt{0,5} \\
 \text{pH} &= 14 - (5 - \log \sqrt{0,5}) \\
 &= 9 + \log \sqrt{0,5} \\
 &= \mathbf{8,72}
 \end{aligned}$$

3) Titik Setelah Titrasi

Penambahan NaOH yang berlebih, akan menyebabkan larutan kelebihan mol NaOH, sehingga larutan akan bersifat basa dengan $\text{pH} > 7$. Perhitungan pH menggunakan rumus :

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^- \text{ sisa}]$$

Contoh pada saat volume NaOH 0,1 M 30 mL maka Ananda dapat menghitung pH larutan yang terjadi sebagai berikut.

	CH_3COOH	+	NaOH	\rightarrow	CH_3COONa	+	H_2O
	25 mL x 0,1 M		30 mL x 0,1 M		-		-
Mula-mula:	2,5 mmol		3,0 mmol		-		-
Reaksi :	2,5 mmol		2,5 mmol		2,5 mmol		2,5 mmol
Selesai :	-		0,5 mmol		2,5 mmol		2,5 mmol

$$[\text{NaOH}] = 0,5 \text{ mmol} / \text{volume total} = 0,5 \text{ mmol} / 50 \text{ mL} = 10^{-2} \text{ M}$$

Karena : $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$

Maka : $[\text{OH}^- \text{ sisa}] = [\text{NaOH}] = 10^{-2} \text{ M}$

$$\begin{aligned}
 \text{pOH} &= -\log [\text{OH}^- \text{ sisa}] = -\log 10^{-2} \text{ M} = 2 \\
 \text{pH} &= 14 - \text{pOH} \\
 &= 14 - 2 \\
 &= \mathbf{12}
 \end{aligned}$$

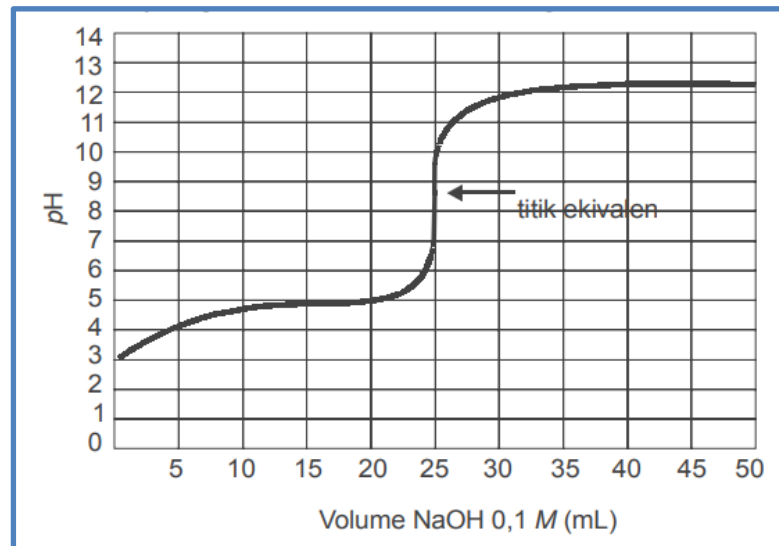
Data yang diperoleh tertera pada tabel berikut.

Tabel 2. Harga pH pada titrasi asam lemah dengan basa kuat

Volume NaOH 0,1 M yang ditambahkan (mL)	pH CH_3COOH 0,1 M
0,0	3,00
5,0	4,14
10,0	4,57
15,0	4,92
20,0	5,35
22,0	5,61
24,0	6,13
24,5	6,44
24,9	7,14
25,0	8,72
25,1	10,30
25,5	11,00
26,0	11,29
28,0	11,75
30,0	12,00
35,0	12,22
40,0	12,36

Volume NaOH 0,1 M yang ditambahkan (mL)	pH CH ₃ COOH 0,1 M
45,0	12,46
50,0	12,52

Grafik yang didapat adalah sebagai berikut.



Gambar 2. Grafik Titrasi Asam Lemah oleh Basa Kuat

Titrasi asam lemah dengan basa kuat prinsipnya sama tetapi ada sedikit perbedaan. Pada titrasi CH₃COOH dengan NaOH, pH dimulai dari pH 3 dan titik ekuivalen terjadi pada pH yang lebih tinggi pula. Hal ini disebabkan CH₃COOH adalah asam lemah dan menghasilkan ion H⁺ dalam jumlah yang sedikit. Titik ekuivalen terjadi pada pH 8,72. Pada campuran terdapat pula natrium asetat yang bersifat basa lemah dan meningkatkan pH.

Berdasarkan grafik di atas dapat kita simpulkan sebagai berikut :

- Dapat dilihat titik ekuivalen berada di atas pH 7, yaitu antara 8 – 9.
- Lonjakan perubahan pH pada sekitar titik ekuivalen akan lebih kecil, tetapi hanya sekitar 3 satuan, yaitu dari pH ±7 hingga pH ±10.
- Indikator yang dapat digunakan: fenolftalein.
- Metil merah tidak dapat digunakan karena perubahan warnanya terjadi jauh sebelum tercapai titik ekuivalennya.

c. Titrasi Basa Lemah oleh Asam Kuat

Perubahan pH pada penetralan basa lemah oleh asam kuat, misalnya 25 mL larutan NH₃ 0,1 M yang dititrasi dengan larutan HCl 0,1 M sedikit demi sedikit hingga mencapai 50 mL, ditunjukkan oleh gambar 3. Setiap perubahan pH dicatat volume HCl yang ditambahkannya.

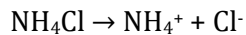
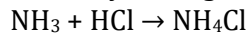
1) pH Sebelum Titrasi

Sebelum titrasi hanya terdapat 25 mL NH₃ 0,1 M ($K_b = 10^{-5}$). pH dihitung sebagai berikut.

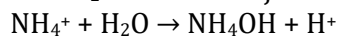
$$\begin{aligned}
 \text{pOH} &= -\log\sqrt{K_b \cdot C_b} \\
 \text{pOH} &= -\log\sqrt{10^{-5} \cdot 10^{-1}} = -\log\sqrt{10^{-6}} = -\log 10^{-3} = 3 \\
 \text{pH} &= 14 - 3 = 11
 \end{aligned}$$

2) pH pada Titik Ekuivalen

Pada titik ekuivalen titrasi ini terbentuk larutan yang dapat dihidrolisa. Reaksinya sebagai berikut.



Reaksi hidrolisa



Pada reaksi di atas, terbentuk H^+ , maka larutan pada titik ekuivalen akan bersifat asam dengan $\text{pH} < 7$. Perhitungan pH menggunakan rumus berikut.

$$\text{pH} = -\log\sqrt{\frac{K_w}{K_b} [\text{garam}]}$$

Ananda dapat menentukan pH pada titik ekuivalen dengan cara berikut.

	NH_3	+	HCl	\rightarrow	NH_4Cl
	25 mL x 0,1 M		25 mL x 0,1 M		-
Mula-mula:	2,5 mmol		2,5 mmol		-
Reaksi :	2,5 mmol		2,5 mmol		2,5 mmol
Selesai :	-		-		2,5 mmol

$$\begin{aligned}
 \text{pH} &= -\log\sqrt{\frac{10^{-14} \cdot 2,5 \text{ mmol}}{10^{-5} \cdot 50 \text{ mL}}} \\
 &= -\log\sqrt{10^{-9} \times 0,5 \times 10^{-1}} \\
 &= -\log\sqrt{0,5 \times 10^{-5}} \\
 &= 5 - \log\sqrt{0,5} \\
 &= \mathbf{5,28}
 \end{aligned}$$

3) Titik Setelah Titrasi

Penambahan HCl yang berlebih, akan menyebabkan larutan kelebihan mol HCl, sehingga larutan akan bersifat asam dengan $\text{pH} < 7$.

Perhitungan pH menggunakan rumus :

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+ \text{ sisa}]$$

Contoh :

Pada saat volume HCl 0,1 M mencapai 30 mL maka Ananda dapat menghitung pH larutan yang terjadi sebagai berikut.

	NH_3	+	HCl	\rightarrow	NH_4Cl
	25 mL x 0,1 M		30 mL x 0,1 M		-
Mula-mula:	2,5 mmol		3,0 mmol		-
Reaksi :	2,5 mmol		2,5 mmol		2,5 mmol
Selesai :	-		0,5 mmol		2,5 mmol

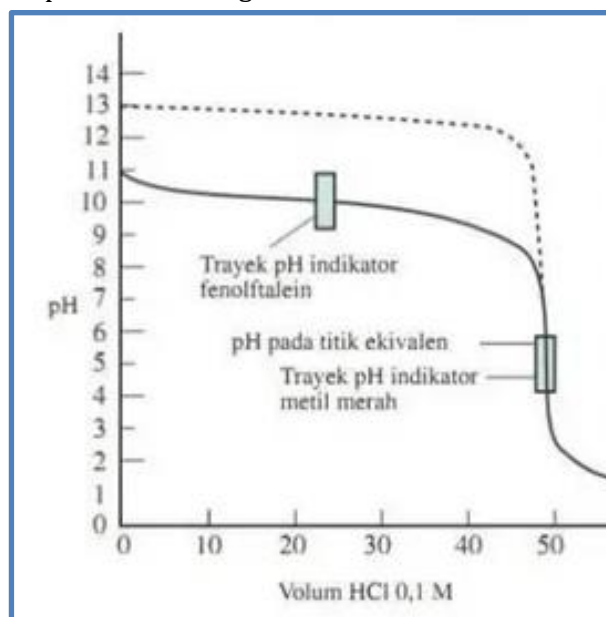
$[HCl] = 0,5 \text{ mmol} / \text{volume total} = 0,5 \text{ mmol} / 50 \text{ mL} = 10^{-2} \text{ M}$
 Karena : $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$
 Maka : $[H^+ \text{ sisa}] = [HCl] = 10^{-2} \text{ M}$
 pH = $-\log [H^+ \text{ sisa}]$
 = $-\log 10^{-2} \text{ M}$
 = **2**

Data yang diperoleh tertera pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Harga pH pada titrasi basa lemah dengan asam kuat

Volume HCl 0,1 M yang ditambahkan (mL)	pH NH ₃ 0,1 M
0	11,00
1	10,64
2	10,32
3	10,13
4	9,98
5	9,86
10	9,44
15	9,08
20	8,66
21	8,54
22	8,39
23	8,20
24	7,88
25	5,28
26	2,70
27	2,40
28	2,22
29	2,10
30	2,00
35	1,70
40	1,52
45	1,40
50	1,30

Grafik yang didapat adalah sebagai berikut.



Gambar 3. Grafik Titrasi Basa Lemah oleh Asam Kuat

Berdasarkan grafik di atas dapat kita simpulkan sebagai berikut :

- Dapat kita lihat titik ekuivalen berada di bawah pH 7, yaitu antara 5 – 6.
- Pada lonjakan perubahan pH pada sekitar titik ekuivalen hanya sedikit, sekitar 3 satuan, yaitu dari pH ± 7 hingga pH ± 4
- Indikator yang dapat digunakan: metil merah.
- Fenolftalein tidak dapat digunakan karena perubahan warnanya akan terjadi jauh sebelum tercapai titik ekuivalen.

C. Rangkuman

1. Data hasil titrasi asam basa dapat dibuat ke dalam bentuk grafik titrasi asam basa.
2. Grafik titrasi menggambarkan alur pH terhadap volum asam atau basa yang ditambahkan pada saat titrasi.
3. Pada grafik titrasi asam basa dapat dilihat titik ekuivalen dari reaksi asam-basa pada titrasi.
4. Bentuk grafik titrasi asam basa berbeda jika titik ekuivalen suatu reaksi asam basa berbeda.
5. Grafik Titrasi Asam Basa berbentuk diagram kartesius dengan sebagai sumbu X adalah volume (mL) asam atau basa yang menitrasi dan sebagai sumbu Y adalah pH larutan asam atau basa yang dititrasi.
6. Titik ekuivalen dari titrasi asam kuat oleh basa kuat berada pada pH = 7.
7. Titik ekuivalen dari titrasi asam lemah oleh basa kuat berada di atas pH 7 (pH>7), yaitu antara 8 – 9.
8. Titik ekuivalen dari titrasi basa lemah oleh asam kuat berada di bawah pH 7 (pH<7), yaitu antara 5 – 6.
9. Indikator yang biasa digunakan pada titrasi asam kuat oleh basa kuat adalah fenolftalein (pp).
10. Indikator yang bisa digunakan pada titrasi asam lemah oleh basa kuat adalah fenolftalein (pp). Metil merah tidak dapat digunakan karena perubahan warnanya terjadi jauh sebelum tercapai titik ekuivalennya.
11. Indikator yang dapat digunakan pada titrasi basa lemah oleh asam kuat adalah metil merah. Fenolftalein tidak dapat digunakan karena perubahan warnanya akan terjadi jauh sebelum tercapai titik ekuivalen.

D. Penugasan Mandiri

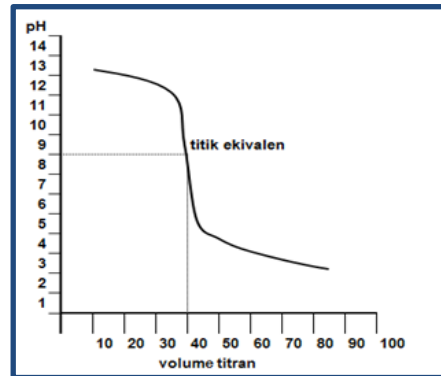
Agar Ananda semakin memahami tentang materi di Kegiatan Pembelajaran 2 ini, lakukanlah kegiatan berikut ini secara mandiri!

1. Carilah dari buku paket atau sumber belajar lainnya tabel data hasil titrasi basa kuat oleh asam kuat!
2. Buatlah gambar grafik hasil titrasi basa kuat oleh asam kuat tersebut!
3. Buatlah kesimpulan dari analisis grafik titrasi basa kuat oleh asam kuat tersebut!

E. Latihan Soal

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan tepat!

- Perhatikan grafik titrasi asam basa berikut.

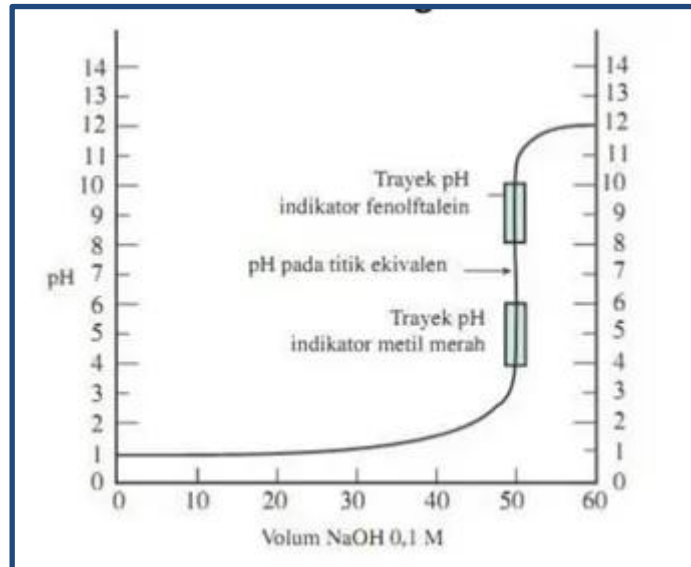


Berdasarkan gambar di atas, tentukan jenis titrasi asam basanya dan jelaskan alasannya !

- Gambarkan grafik titrasi asam basa berdasarkan tabel data hasil titrasi asam basa berikut !

Volume NaOH (mL)	pH
0	1,00
5	1,18
10	1,37
15	1,60
20	1,95
21	2,06
22	2,20
23	2,38
24	2,69
25	7,00
26	11,29
27	11,59
28	11,75
29	11,87
30	11,96
35	12,22
40	12,36
45	12,46
50	12,52

3. Diketahui grafik titrasi asam basa seperti berikut.



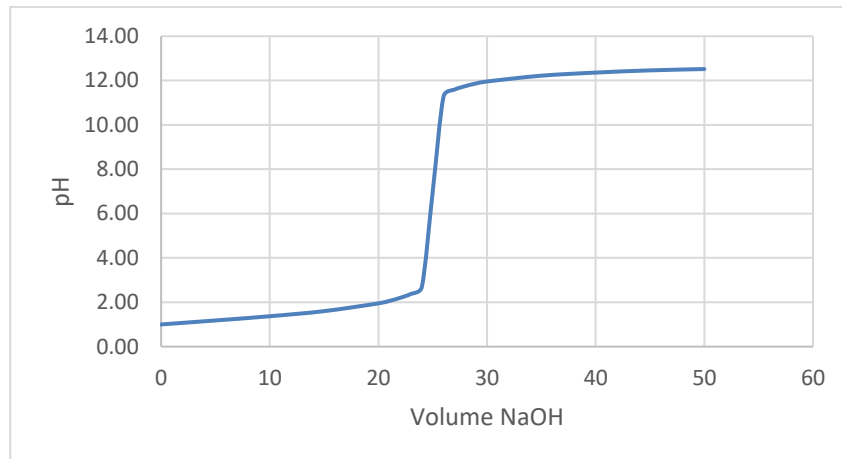
Berdasarkan gambar di atas, buatlah kesimpulan dari analisis grafik titrasi asam basa tersebut !

Kunci Jawaban dan Pembahasan:

1. Grafik tersebut adalah grafik titrasi Basa Kuat oleh Asam Lemah. Karena grafik dimulai dari pH tinggi menuju ke pH rendah dan titik ekuivalen terjadi pada pH di atas 7.

(Skor = 30)

2.

**(Skor = 40)**

3. Grafik tersebut adalah grafik titrasi asam kuat oleh basa kuat yang dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Pertama kita lihat pH larutan naik sedikit demi sedikit.
- Perubahan pH drastis akan terjadi pada titik ekuivalen.
- pH titik ekuivalennya = 7 (netral).
- Indikator yang dapat digunakan yaitu : metil merah, bromtimol biru, atau fenolftalein.
- Namun, yang lebih sering digunakan yaitu fenolftalein karena pada perubahan warna fenolftalein yang lebih mudah diamati.

(Skor = 30)

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Pembelajaran 2.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100\%$$

Konversi tingkat penguasaan:

90 - 100%	= baik sekali
80 - 89%	= baik
70 - 79%	= cukup
< 70%	= kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan ke Kegiatan Pembelajaran pada Modul berikutnya. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Pembelajaran 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggung jawab!

NO	PERTANYAAN	JAWABAN	
		YA	TIDAK
1	Saya dapat menentukan titik ekuivalen berdasarkan gambar grafik titrasi asam basa.		
2	Saya dapat membuat grafik titrasi asam basa.		
3	Saya dapat menganalisis grafik titrasi asam basa.		
4	Saya dapat menyimpulkan hasil analisis grafik titrasi asam basa.		

Catatan :

Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "Tidak". Bila semua jawaban "Ya", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.

EVALUASI

Pilihlah jawaban yang paling tepat !

1. Istilah penetralan ada kaitannya dengan
 - A. reaksi antara asam dengan basa
 - B. penggunaan pipet untuk menambahkan asam atau basa ke dalam suatu wadah
 - C. reaksi antara satu ion hidrogen dengan satu ion hidroksida
 - D. reaksi antara ion hidrogen dengan air
 - E. pengambilan zat terlarut dari suatu larutan

2. Jika 5 mL asam kuat bervalensi 1, dengan konsentrasi 0,1 M dapat dinetralkan oleh 10 mL larutan KOH ($M_r = 56$) maka 1 liter larutan KOH tersebut mengandung
 - A. 2,8 gram KOH
 - B. 5,6 gram KOH
 - C. 14 gram KOH
 - D. 28 gram KOH
 - E. 56 gram KOH

3. 10 mL HCl X M dititrasi pada titik ekuivalen dan membutuhkan 5 mL larutan NaOH 0,1 M. Konsentrasi (X) larutan HCl adalah
 - A. 2 M
 - B. 1 M
 - C. 0,5 M
 - D. 0,1 M
 - E. 0,05 M

4. Jika 20 mL larutan NaOH 0,1 M dapat dinetralkan oleh 25 mL larutan H_2SO_4 ($M_r = 98$), maka 1 liter H_2SO_4 mengandung H_2SO_4 sebanyak
 - A. 0,04 mol
 - B. 0,05 mol
 - C. 0,08 mol
 - D. 0,10 mol
 - E. 0,25 mol

5. Pada suatu pabrik pupuk dilakukan pengujian sampel. Kadar asam fosfat (H_3PO_4) dalam pupuk dikontrol tidak lebih dari 85%. Diketahui 0,5 gram sampel yang dilarutkan dalam 10 ml akuades kemudian dititrasi dengan NaOH 0,5 M tepat membutuhkan 25 ml. Kadar asam fosfat (H_3PO_4) dalam sampel adalah
 - A. 41,67 %
 - B. 41,76 %
 - C. 46,17 %
 - D. 81,67 %
 - E. 81,76 %

6. Dari hasil titrasi larutan KOH 0,1 M dengan HNO_3 0,15 M didapat data sebagai berikut.

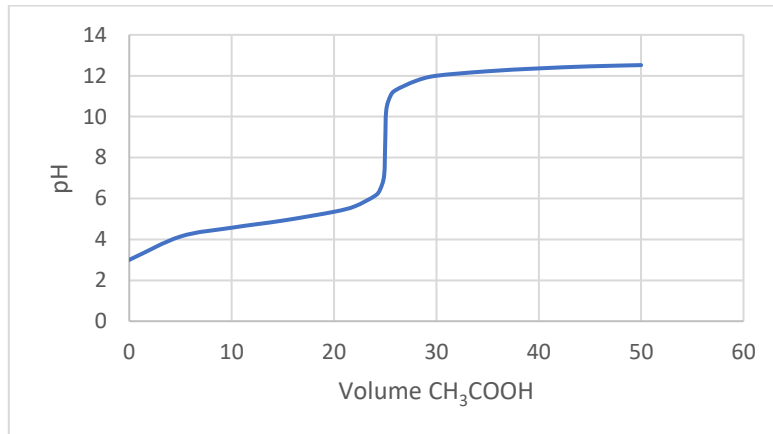
No.	Volume KOH 0,1 M	Volume HNO_3 0,15 M
1	2 mL	20 mL
2	8 mL	20 mL
3	15 mL	20 mL
4	25 mL	20 mL
5	30 mL	20 mL

Dari data di atas yang menunjukkan terjadinya titik ekuivalen terletak pada percobaan nomor

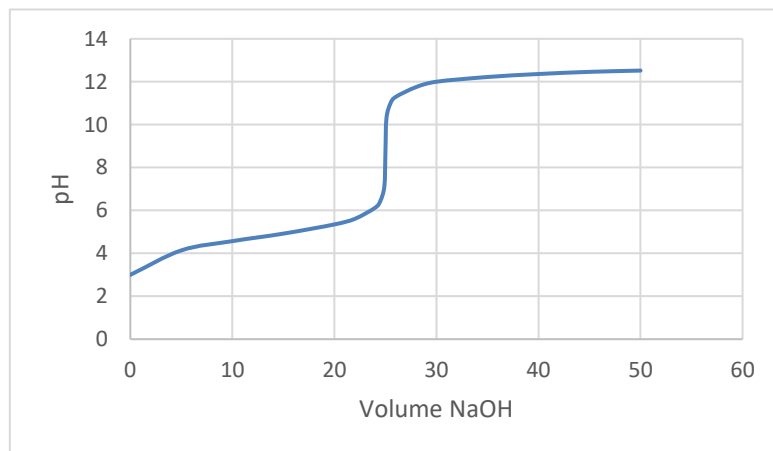
- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4
- E. 5

7. Grafik berikut yang menunjukkan grafik titrasi larutan CH_3COOH dengan larutan NaOH adalah

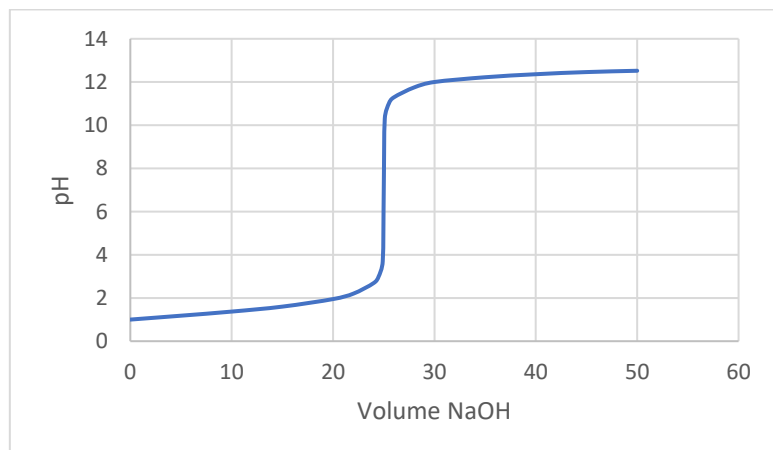
A.



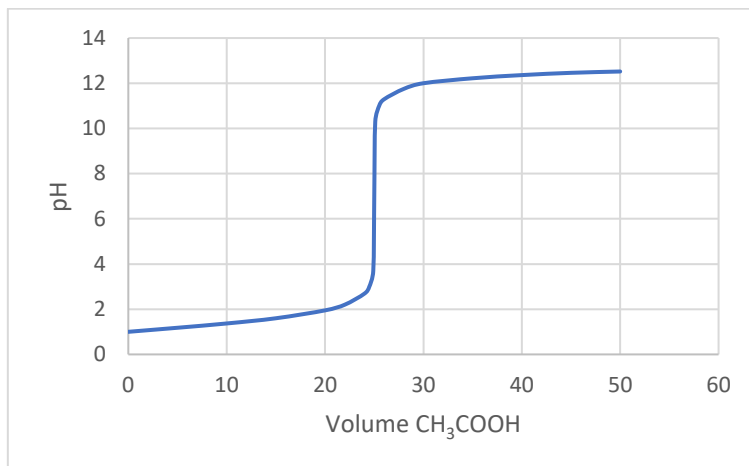
B.



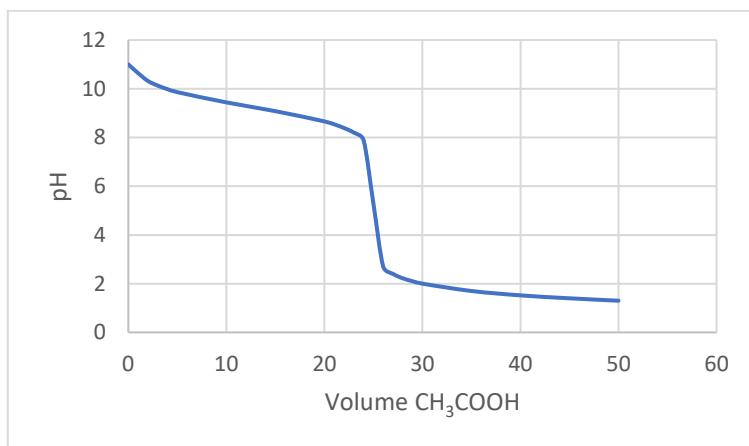
C.



D.



E.



8. Jika 20 mL HNO₃ 0,1 M dititiasi dengan larutan NaOH 0,2 M maka volum basa yang dipergunakan untuk mencapai titik ekuivalen adalah
 - A. 10 mL
 - B. 20 mL
 - C. 25 mL
 - D. 30 mL
 - E. 40 mL

9. Pada penentuan kadar amonia secara titrasi dengan asam klorida, ternyata pH akhir titrasi = 5,12. Indikator yang sesuai untuk titrasi ini adalah
 - A. metil oranye dengan trayek pH perubahan warna adalah 3,1 – 4,4
 - B. fenolftalein dengan trayek pH perubahan warna adalah 8,3 – 10,0
 - C. metil merah dengan trayek pH perubahan warna adalah 4,8 – 6,0
 - D. brom timol biru dengan trayek pH perubahan warna adalah 8,0 – 10,0
 - E. indigo karmen dengan trayek pH perubahan warna adalah 11,4 – 13,0

10. Seorang siswa sedang melakukan percobaan titrasi larutan CH₃COOH dengan larutan NaOH dan menggunakan indikator fenolftalein, titik akhir titrasi dicapai bila
 - A. dalam erlenmeyer terbentuk endapan
 - B. dalam erlenmeyer terbentuk gas
 - C. larutan dalam erlenmeyer tidak berwarna
 - D. warna larutan dalam erlenmeyer menjadi merah tua
 - E. warna larutan dalam erlenmeyer menjadi merah muda

KUNCI JAWABAN

Nomor	Jawaban
1	A
2	A
3	E
4	A
5	D
6	E
7	B
8	A
9	C
10	E

Pedoman Penskoran

Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar ini.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi tingkat penguasaan:

90 - 100%	= baik sekali
80 - 89%	= baik
70 - 79%	= cukup
< 70%	= kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar selanjutnya. Bagus! Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar ini, terutama bagian yang belum dikuasai.

DAFTAR PUSTAKA

- Fauziah, Nenden. 2009. *KIMIA 2 Untuk SMA dan MA Kelas XI IPA*. Jakarta : Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Harnanto, Ari dan Ruminten. 2009. *KIMIA 3 Untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta : Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- <https://aseprespati.blogspot.com/2017/05/ccontoh-soal-grafik-titrasi-asam-basa.html>
(diakses tanggal 30 Agustus 2020)
- <https://rumus.co.id/titrasi-asam-basa/> (diakses tanggal 29 Agustus 2020)
- <https://rumuspintar.com/titrasi-asam-basa/> (diakses tanggal 30 Agustus 2020)
- Kalsum, Siti, dkk. 2009. *KIMIA 2 Kelas XI SMA dan MA*. Jakarta : Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Suwardi, dkk. 2009. *Panduan Pembelajaran KIMIA Untuk SMA dan MA Kelas XI*. Jakarta : Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Utami, Budi, dkk. 2009. *KIMIA Untuk SMA/MA Kelas XI Program Ilmu Alam*. Jakarta : Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020



Modul Pembelajaran SMA

KIMIA



KELAS
XI



SISTEM KOLOID KIMIA KELAS XI

**PENYUSUN
Novitalia Ablinda Sari, S.T.
SMA Negeri 5 Palembang**

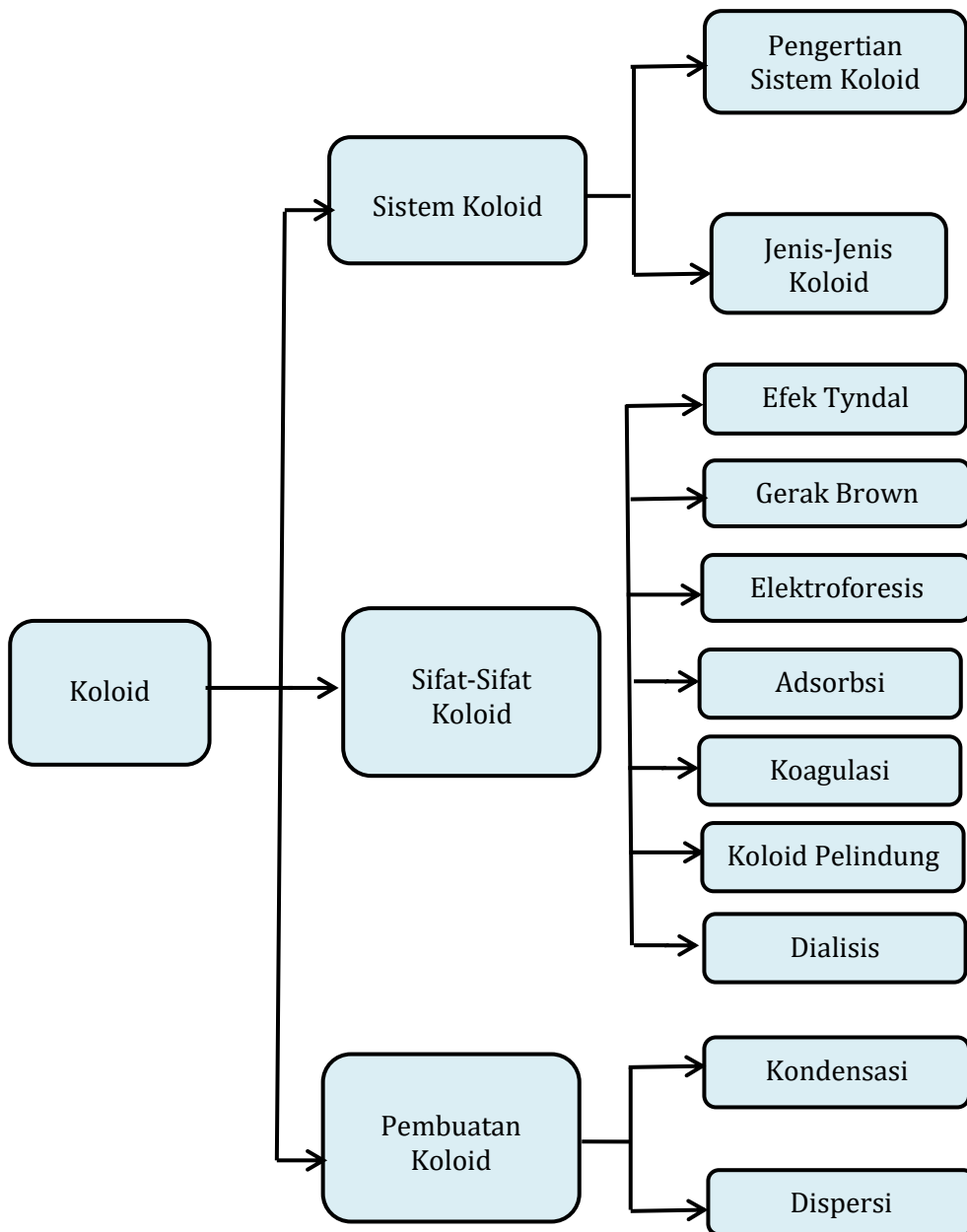
DAFTAR ISI

PENYUSUN.....	2
DAFTAR ISI.....	3
GLOSARIUM.....	4
PETA KONSEP.....	5
PENDAHULUAN.....	6
A. Identitas Modul.....	6
B. Kompetensi Dasar.....	6
D. Petunjuk Penggunaan Modul.....	6
E. Materi Pembelajaran.....	6
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1.....	7
SISTEM KOLOID.....	7
A. Tujuan Pembelajaran.....	7
B. Uraian Materi.....	7
C. Rangkuman.....	10
D. Penugasan Mandiri.....	10
E. Latihan Soal.....	10
F. Penilaian Diri.....	13
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2.....	14
A. Tujuan Pembelajaran.....	14
B. Uraian Materi.....	14
C. Rangkuman.....	23
D. Penugasan Mandiri.....	24
E. Latihan Soal.....	24
F. Penilaian Diri.....	26
DAFTAR PUSTAKA.....	32

GLOSARIUM

Adsorpsi	: Salah satu sifat koloid, yaitu kemampuan mengikat materi di permukaanya.
Aerosol	: Koloid yang fase terdispersinya berupa cairan atau padatan dan medium pendispersinya merupakan gas.
Buih	: Koloid yang fase terdispersinya merupakan gas.
Dialisis	: Penghilangan muatan koloid dengan cara memasukkan koloid ke dalam membran semi permiabel, kemudian dimasukkan ke dalam aliran zat cair.
Efek Tyndal	: Hamburan cahaya oleh partikel-partikel koloid yang mengakibatkan tampaknya berkas sinar yang melewati sistem koloid.
Emulsi	: Koloid yang fase terdispersinya merupakan zat cair.
Fase Terdispersi	: Fase zat yang didispersikan ke dalam medium pendispersi.
Gel	: Koloid yang fase terdispersinya mengadsorpsi medium pendispersi sehingga terbentuk koloid yang agak padat atau setengah kaku (antara padat dan cair).
Koagulasi	: Penggumpalan partikel koloid.
Koloid Liofob	: Koloid yang fase terdispersinya berinteraksi lemah atau tidak ada interaksi dengan medium pendispersinya.
Koloid Pelindung	: Koloid yang dapat menstabilkan sistem koloid lain.
Koloid	: Bentuk campuran yang keadaanya yang terletak antara larutan dan suspensi.
Medium Pendispersi	: Medium yang digunakan untuk mendispersikan zat.
Sol	: Sistem koloid yang fase terdispersi padat.
Suspensi	: Campuran kasar (campuran heterogen) yang komponen-komponen penyusunnya masih dapat dibedakan dan dapat dipisahkan dengan penyaringan biasa.

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Kimia
Kelas	: XI
Alokasi Waktu	: 4JP (4 x 45 menit)
Judul Modul	: Sistem Koloid

B. Kompetensi Dasar

- 3.14 Mengelompokkan berbagai tipe sistem koloid, dan menjelaskan kegunaan koloid dalam kehidupan berdasarkan sifat-sifatnya.
- 4.14 Membuat makanan atau produk lain yang berupa koloid atau melibatkan prinsip koloid.

C. Deskripsi Singkat Materi

Salam jumpa siswa hebat yang berbahagia, semoga kalian selalu sehat dan semangat dalam belajar. Modul ini memaparkan mengenai sistem koloid. Koloid merupakan suatu jenis campuran yang keadaannya di antara larutan (campuran homogen) dan suspensi (campuran heterogen). Dikarenakan keadaannya di antara larutan dan suspensi, maka koloid memiliki sifat di antara dua jenis campuran tersebut. Jika pada larutan dikenal istilah zat terlarut dan pelarut, pada koloid dikenal istilah fase terdispersi dan medium pendispersi, yang kemudian fase terdispersi dan medium pendispersi dijadikan dasar untuk menentukan jenis koloid. Dengan mempelajari koloid kita akan memahami sifat-sifatnya, yang kemudian dapat kita terapkan dan manfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Pada modul ini kita juga akan mempelajari cara pembuatan koloid.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Para siswa sekalian, agar modul dapat digunakan secara maksimal serta kalian dapat mencapai kompetensi yang diharapkan, maka lakukan langkah-langkah berikut:

1. Pelajari dan pahami peta konsep yang disajikan dibagian awal modul ini.
2. Pelajari dan pahami tujuan yang tercantum dalam setiap kegiatan pembelajaran.
3. Pelajari uraian materi secara sistematis dan mendalam dalam setiap kegiatan pembelajaran.
4. Lakukan uji kompetensi di setiap akhir kegiatan pembelajaran untuk menguasai tingkat penguasaan materi.
5. Diskusikan dengan guru atau teman jika mengalami kesulitan dalam pemahaman materi. Lanjutkan pada modul berikutnya jika sudah mencapai ketuntasan yang diharapkan.

E. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi 2 kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

- Pertama : Sistem Koloid
- Kedua : Sifat dan Pembuatan Koloid

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

SISTEM KOLOID

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini diharapkan siswa dapat:

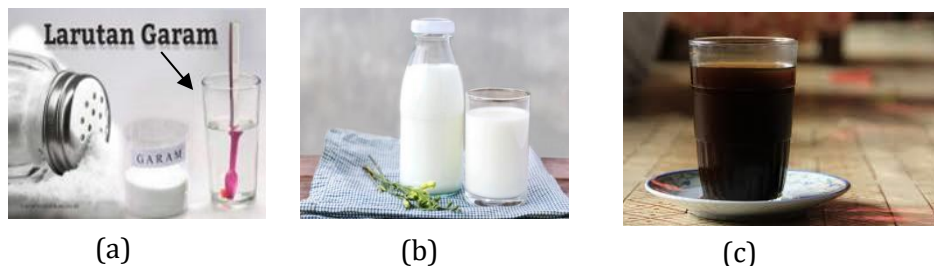
1. Menjelaskan pengertian koloid.
2. Mengelompokkan jenis koloid.

B. Uraian Materi



Gambar 1 . Kabut Asap
(Sumber : <https://regional.kompas.com>)

Bencana yang kerap melanda sebagian besar wilayah Negara Indonesia adalah kabut asap yang disebabkan karena kebakaran hutan dan lahan. Bisa disaksikan di beragam media elektronik dan cetak yang memberitakan bahwa telah ditemukan beberapa titik api di posisi-posisi tertentu di saat musim kemarau. Titik api ini berpotensi menyebabkan kebakaran hutan. Salah satu dampak negatif kebakaran hutan yaitu terbentuknya kabut asap. Adanya kabut asap dapat mengakibatkan terjadinya penyakit-penyakit ISPA (infeksi saluran pernafasan akut), yaitu infeksi pada saluran pemapasan. Selain itu, kabut asap juga mengganggu atau mengurangi jangkauan jarak pandang orang yang berkendara. Apa sebenarnya kabut asap ini? Apakah gas? atau padatan? Yuk, kita simak materi berikut ini.



Gambar 2. Larutan, Koloid dan Suspensi
(Sumber : <https://www.gurupendidikan.co.id>)

Silahkan perhatikan gambar di atas. Tentu kalian mengenalnya bukan? Pada gambar 2 (a), (b) dan (c) berturut-turut merupakan larutan garam, susu dan minuman kopi, ketiganya merupakan contoh campuran. Larutan garam terbuat dari garam yang dilarutkan pada air. Apakah kalian dapat membedakan mana air dan mana garamnya? Pada larutan garam campurannya bersifat homogen sehingga kita tidak dapat membedakannya komponen-komponen dari penyusunnya. Minuman kopi merupakan campuran dari serbuk kopi dengan air. Pada minuman kopi, sesaat setelah serbuk kopi dicampurkan dengan air, kita dapat dengan jelas melihat komponen serbuk kopi yang mengendap dibagian bawah. Hal tersebut menunjukkan bahwa minuman kopi tersebut merupakan campuran heterogen. Campuran seperti ini disebut dengan suspensi.

Bagaimana dengan gambar 2 (b) yaitu susu? Sepintas susu terlihat seperti larutan garam yang bersifat homogen. Namun jika dilihat seksama dan diamati dalam waktu lama, ternyata susu merupakan campuran heterogen, yaitu campuran antara lemak susu dengan air. Lemak susu mengambang di atas permukaan air. Campuran yang sifatnya diantara campuran homogen dan campuran heterogen seperti susu dikenal dengan istilah koloid. Pada koloid tidak lagi terdiri dari zat terlarut dan pelarut, tetapi dikenal dengan istilah fase terdispersi dan medium pendispersi. Fase terdispersi merupakan zat yang didispersikan atau zat yang tersebar merata pada medium pendispersinya. Jadi pada susu, fase terdispersinya adalah lemak susu yang tersebar merata pada medium pendispersi air.

Koloid berasal dari bahasa Yunani, dari kata “ kolla “ dan “ oid “. Kolla berarti lem, sedangkan oid berarti seperti/mirip. Istilah koloid diperkenalkan pertama kali oleh Thomas Graham pada tahun 1861 berdasarkan pengamatannya terhadap gelatin. Perbandingan sifat antara larutan, koloid dan suspensi dapat kalian cermati pada tabel berikut.

Tabel 1. Perbandingan antara sifat larutan, koloid dan suspensi.

No	Aspek	Larutan	Koloid	Suspensi
1	Ukuran partikel	Ukuran partikelnya < 1 nm	Ukuran partikelnya antara 1 - 100 nm	Ukuran partikelnya > 100 nm
2	Jumlah Fase	Terdiri dari 1 fase	Terdiri dari 2 fase	Terdiri dari 2 fase
3	Kestabilan	Stabil (tidak mengendap)	Pada umumnya stabil	Tidak stabil (mudah mengendap)
4	Pemisahan	Tidak dapat disaring	Dapat disaring dengan penyaring ultra	Dapat disaring
5	Pengamatan Mikroskop	Homogen (tidak dapat dibedakan walaupun menggunakan mikroskop ultra)	Secara makroskopis bersifat homogen tetapi jika diamati dengan mikroskop ultra, bersifat heterogen	Heterogen
6	Sistem dispersi	Molekular	Padatan halus	Padatan kasar
7	Contoh	larutan gula, udara bersih, etanol 70 %	air sabun, susu, mentega, santan, puding	minuman kopi, air sungai yang kotor

Berdasarkan fase terdispersi dan medium pendispersinya, maka sistem koloid dapat dibedakan menjadi 8 jenis yaitu seperti yang ditunjukkan dalam tabel berikut ini.

Tabel 2. Jenis-Jenis Koloid

No	Fase Terdispersi	Medium Pendispersi	Nama Koloid	Contoh
1	Padat	Padat	Sol Padat	Gelas berwarna, paduan logam misal perunggu
2		Cair	Sol	Tinta, sol emas, sol belerang, lem cair, pati dalam air
3		Gas	Aerosol Padat	Asap rokok, debu di udara, asap buangan knalpot
4	Cair	Padat	Emulsi Padat (Gel)	Jeli, mentega, selai, agar-agar, lateks, semir padat
5		Cair	Emulsi	Susu, santan, minyak ikan, es krim, mayones
6		Gas	Aerosol Cair	Awan, obat semprot, <i>hair spray</i>
7	Gas	Padat	Buih padat/ busa Padat	Karet busa, batu apung, sterofoam, biskuit, kerupuk
8		Cair	Buih cair/ busa cair	Busa sabun, pasta, krim kocok

Contoh soal :

Tentukan fase terdispersi dan medium pendispersi dari koloid berikut ini!

- Semir sepatu cair
- Roti bakery
- Kabut
- Buih ombak laut
- Darah

Jawab

- Semir sepatu cair merupakan sistem koloid dengan fase terdispersi padat dengan medium pendispersi cair. Hal ini dapat dibuktikan dengan cara mengeringkan setetes semir cair tersebut. Setelah semir tersebut kering maka akan terdapat serbuk padatan hitam.
- Roti bakery merupakan sistem koloid dengan fase terdispersi gas dengan medium pendispersi padat. Roti bakery yang kelihatannya berukuran besar bila kita tekan atau kita mampatkan maka akan menyisakan sedikit padatan, hal tersebut dikarenakan gas yang berada dalam roti tersebut telah keluar.
- Kabut merupakan sistem koloid dengan fase terdispersi cair dengan medium pendispersi gas. Permukaan jaket kita yang basah saat kita mengendarai motor di pagi hari merupakan bukti bahwa fase terdispersi dari kabut merupakan zat cair.
- Buih ombak laut merupakan sistem koloid dengan fase terdispersi gas dengan medium pendispersi cair. Hal tersebut ditunjukkan buih ombak di lautan mudah pecah seperti halnya buih pada sabun atau sampo, yang akan pecah.
- Darah merupakan sistem koloid dengan fase terdispersi padat dengan medium pendispersi cair. Hal tersebut dapat ditunjukkan apabila terdapat percikan darah sesaat setelah mengering maka akan terdapat semacam padatan.

C. Rangkuman

1. Koloid merupakan suatu bentuk campuran yang keadaannya diantara larutan dan suspensi. Secara kasat mata koloid terlihat homogen, tetapi secara mikroskopis koloid merupakan campuran heterogen.
2. Koloid terdiri dari 2 fase yaitu fase terdispersi dan pendispersi, di mana fase terdispersi merupakan zat yang tersebar dan fase pendispersi merupakan medium zat terdispersi tersebut tersebar merata.
3. Fase terdispersi koloid dapat berupa padat, cair dan gas, begitu pula dengan fase pendispersinya. Terdapat hanya 8 jenis koloid karena apabila fase terdispersi gas dan fase pendispersi gas, campuran keduanya bukan merupakan koloid tetapi larutan (campuran homogen).

D. Penugasan Mandiri

Lakukan kegiatan berikut, kemudian jawablah pertanyaannya!

Campurkan satu sendok tepung tapioka pada segelas air dingin, kemudian aduklah terus menerus hingga tercampur sempurna. Setelah tercampur sempurna, panaskan campuran tersebut di atas nyala api sambil terus diaduk hingga mendidih. Setelah dingin, amati hasil pemanasan campuran tepung tapioka dengan air tersebut!

Apakah hasil pencampuran tepung tapioka dengan air yang kemudian dipanaskan tersebut tergolong dalam koloid?

Jelaskan alasannya!

E. Latihan Soal

1. Salah satu ciri koloid yaitu
 - A. berwarna putih
 - B. berwarna agak keruh
 - C. bersifat homogen
 - D. jika didiamkan mengendap
 - E. dapat dipisahkan dengan kertas saring biasa
2. Di antara campuran berikut ini yang **bukan** merupakan koloid yaitu
 - A. tinta
 - B. air teh
 - C. larutan gula
 - D. air sabun
 - E. larutan kanji
3. Asap merupakan sistem koloid yang tersusun atas
 - A. gas terdispersi dalam gas
 - B. padat terdispersi dalam cair
 - C. cair terdispersi dalam gas
 - D. padat terdispersi dalam gas
 - E. gas terdispersi dalam padat
4. Kelompok larutan yang merupakan koloid, suspensi, dan larutan sejati secara berturut-turut adalah

- A. susu, air kopi, dan sirop
 - B. air kopi, susu, dan sirop
 - C. susu, sirop, dan air tepung
 - D. kabut, cuka, dan air tepung
 - E. cuka, air tepung, dan kabut
5. Salah satu tipe koloid berikut ini yang terdiri atas fasa terdispersi padat dalam medium pendispersi gas yaitu
- A. gel
 - B. emulsi padat
 - C. sol padat
 - D. aerosol padat
 - E. buih padat

Kunci Jawaban dan Pembahasan

No	Kunci jawaban	Pembahasan
1	B	Koloid mempunyai ciri-ciri yang membedakannya dengan suspensi dan larutan sejati yaitu: berwarna keruh, terdiri atas dua fasa, bersifat stabil, dapat disaring hanya dengan kertas saring ultra, tampak heterogen jika dilihat dengan mikroskop ultra
2	C	Tinta, air teh, larutan kanji, dan air sabun merupakan koloid. Sementara itu, larutan gula merupakan larutan sejati karena fasa terdispersinya berukuran $<10 \text{ \AA}$
3	D	Asap terdiri atas fasa terdispersi padat yang terdispersi dalam medium pendispersi gas
4	A	Kabut dan susu merupakan koloid. Kabut, fasa terdispersinya cair dalam gas, sedangkan susu cair dalam cair. Air tepung dan air kopi merupakan suspensi sedangkan cuka dan sirup merupakan larutan sejati.
5	D	Aerosol padat terdiri atas fasa padat dalam gas, gel terdiri atas fasa cair dalam padat, sol padat terdiri atas fasa padat dalam padat, buih padat terdiri atas fasa gas dalam padat, dan emulsi padat terdiri atas fasa cair dalam padat. Emulsi padat merupakan nama lain dari gel.

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1	Apakah anda dapat menjelaskan perbedaan antara larutan, koloid dan suspensi?		
2	Apakah anda dapat menjelaskan sistem koloid?		
3	Apakah anda dapat membedakan jenis-jenis koloid berdasarkan fasa terdispersi dan medium pendispersinya?		
4	Bila diberikan beberapa contoh koloid, apakah anda dapat mengelompokkan berdasar fase terdispersi dan medium pendispersinya?		

Apabila jawaban kalian pada pertanyaan diatas “ya”, maka kalian sudah memahami sistem koloid silahkan melanjutkan materi pelajaran kimia berikutnya. Namun, apabila kalian masih menjawab tidak maka silahkan pelajari lagi ya kegiatan pembelajaran yang pertama, terutama pada materi dengan jawaban tidak.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

SIFAT DAN PEMBUATAN KOLOID

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini diharapkan siswa dapat:

1. Menyebutkan sifat koloid.
2. Menjelaskan sifat koloid.
3. Menyebutkan cara pembuatan koloid.
4. Menjelaskan cara pembuatan koloid.
5. Menjelaskan pemanfaatan atau penerapan sifat koloid dalam kehidupan sehari-hari.

B. Uraian Materi

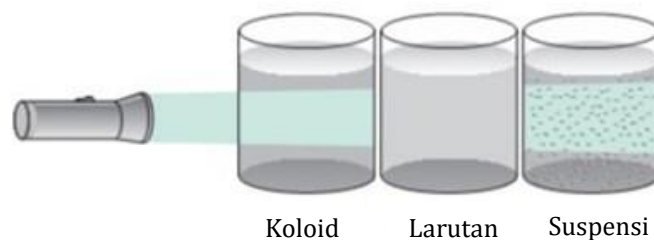
Koloid sebagai campuran yang berada di antara larutan dan suspensi tentunya memiliki sifat serta karakter yang khas yang berbeda dengan sifat larutan maupun suspensi. Pada modul ini akan dibahas mengenai sifat dan pembuatan koloid.

1. Sifat Koloid

a. Efek Tyndall

Efek Tyndall adalah efek penghamburan cahaya yang disebabkan oleh partikel-partikel koloid. Pertama kali dikemukakan oleh *John Tyndall* (1820-1893), seorang fisikawan Inggris; setelah mengamati seberkas cahaya putih yang dilewatkan pada sistem koloid.

Apabila seberkas cahaya misalnya dari lampu senter, dilewatkan pada 3 gelas yang masing-masing berisi suatu dispersi, koloid dan larutan; maka jika dilihat secara tegak lurus dari arah datangnya cahaya, akan jelas terlihat bahwa cahaya yang melewati dispersi dan koloid mengalami peristiwa penghamburan dan pemantulan. Sedangkan berkas cahaya yang melewati larutan tidak akan mengalami peristiwa penghamburan dan pemantulan tersebut (berkas cahaya diteruskan).



Gambar.1: *Efek Tyndall Pada Koloid*
(Sumber : <https://www.epanrita.com>)

Contoh peristiwa efek *Tyndall*:

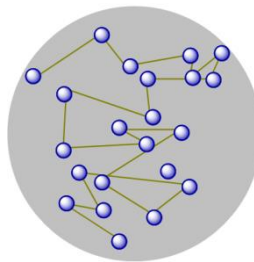
- Sorot lampu mobil akan tampak jelas pada malam hari atau pada kondisi berkabut.
- Berkas sinar matahari yang melalui celah rimbunnya dedaunan pada pagi hari yang berkabut akan tampak lebih jelas.
- Terjadinya warna biru di langit pada siang hari dan warna jingga atau merah di langit pada saat matahari terbenam.

b. Gerak Brown

Gerak Brown adalah gerak acak atau gerak zig-zag yang dilakukan oleh partikel-partikel koloid. Pertama kali disampaikan oleh *Robert Brown* (1827), seorang ahli biologi dari Inggris. Dia mengamati pergerakan tepung sari yang terus-menerus di dalam air melalui mikroskop ultra.

Gerakan ini dapat terjadi karena disebabkan oleh adanya tumbukan antara partikel-partikel pendispersi terhadap partikel-partikel zat terdispersi, sehingga partikel-partikel zat terdispersi akan terlontar. Lontaran tersebut akan mengakibatkan partikel terdispersi menumbuk partikel terdispersi yang lain dan akibatnya partikel yang tertumbuk akan terlontar juga.

Peristiwa tersebut akan terus berulang dan hal itu dapat terjadi karena ukuran partikel terdispersi yang relatif lebih besar dibandingkan dengan ukuran partikel pendispersinya.



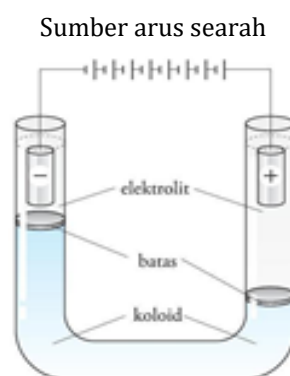
Gambar 2 : Gerak Brown
(sumber : <http://wanibesakc.blogspot.com>)

c. Muatan koloid

1) Elektroforesis.

Elektroforesis adalah pergerakan partikel-partikel koloid karena pengaruh medan listrik. Jika ke dalam sistem koloid dimasukkan 2 batang elektrode kemudian dihubungkan dengan sumber arus searah, maka partikel koloid akan bergerak ke salah 1 elektrode; bergantung pada jenis muatannya.

Koloid bermuatan negatif akan bergerak ke elektrode positif sedangkan koloid yang bermuatan positif akan bergerak ke elektrode negatif.



Gambar 3. Peristiwa elektroforesis pada koloid
(Sumber: <https://brainly.co.id>)

Dengan demikian elektroforesis dapat digunakan untuk menentukan jenis muatan koloid.

Contoh penggunaan metode ini adalah:

- untuk identifikasi DNA
- penyaring debu pada cerobong asap pabrik (disebut pesawat *Cottrel*).

2) Adsorpsi

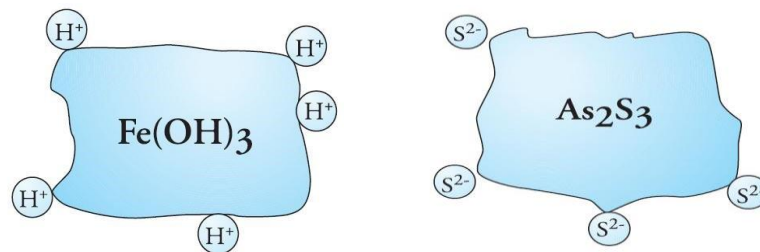
Adsorpsi adalah peristiwa penyerapan spesi (muatan listrik atau ion dan molekul netral) oleh permukaan partikel koloid. Peristiwa ini terjadi karena adanya gaya tarik molekul, atom atau ion pada permukaan adsorben (koloid). Kemampuan menarik/menyerap ini disebabkan juga karena adanya tegangan permukaan koloid yang cukup tinggi, sehingga jika ada partikel/spesi yang menempel akan cenderung dipertahankan pada permukaannya.

Spesi yang diserap disebut fase terserap, sedangkan spesi yang menyerap disebut adsorben. Jika partikel koloid yang awalnya netral mengadsorpsi ion yang bermuatan positif (kation), maka koloid tersebut akan menjadi bermuatan positif juga, dan sebaliknya. Adanya peristiwa ini menyebabkan partikel koloid menjadi bermuatan listrik.

Contoh:

Sol $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (netral) dalam air akan mengadsorpsi ion positif (kation), sehingga menjadi bermuatan positif.

Sol As_2S_3 (netral) akan mengadsorpsi ion negatif (anion), sehingga menjadi bermuatan negatif.



Gambar 4. Adsorpsi Koloid
(Sumber: <https://www.nafiun.com>)

Contoh penggunaan sifat adsorpsi dari koloid:

- Pemutihan gula tebu.
Gula yang masih berwarna dilarutkan dalam air, kemudian dialirkan melalui tanah diatomae dan arang tulang. Zat warna dalam gula akan diadsorpsi sehingga dihasilkan gula yang lebih putih.
- Pengobatan sakit perut yang disebabkan oleh bakteri patogen dengan serbuk karbon aktif atau norit.
- Pewarnaan tekstil.
Pencelupan serat wol, kapas atau sutera (sebelum diwarnai) menggunakan larutan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ atau larutan basa.
- Penjernihan air.
Dilakukan dengan menggunakan tawas atau $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Di dalam air, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ akan terhidrolisis membentuk $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang berupa koloid. Koloid ini akan mengadsorpsi zat-zat warna atau zat pencemar dalam air. Adsorpsi gas oleh zat padat (misalnya pada masker gas yang berisi arang halus).

d. Koagulasi.

Koagulasi disebut juga dengan istilah penggumpalan. Adalah peristiwa pengendapan partikel-partikel koloid sehingga fase terdispersi terpisah dari medium pendispersinya. Koagulasi terjadi karena hilangnya kestabilan untuk mempertahankan partikel-partikel koloid agar tetap tersebar di dalam medium pendispersinya. Hilangnya kestabilan koloid ini disebabkan karena adanya penetralan muatan ataupun pelucutan muatan partikel koloid yang

mengakibatkan terjadinya penggabungan partikel-partikel koloid menjadi suatu kelompok/agregat yang lebih besar. Penggabungan ini terjadi karena adanya gaya kohesi antar partikel koloid. Jika ukuran agregat partikel koloid sudah mencapai ukuran partikel suspensi, maka terjadilah koagulasi.

Contoh proses-proses yang memanfaatkan sifat koagulasi dari koloid:

- Pengolahan karet dari bahan mentahnya (lateks) dengan koagulan berupa asam format.
- Proses penjernihan air dengan menambahkan tawas.
- Tawas aluminium sulfat (mengandung ion Al^{3+}) dapat digunakan untuk menggumpalkan lumpur koloid atau sol tanah liat dalam air (yang bermuatan negatif).
- Proses terbentuknya delta di muara sungai.
- Terjadi karena koloid tanah liat dalam air sungai mengalami koagulasi ketika bercampur dengan elektrolit dalam air laut.
- Asap atau debu pabrik dapat digumpalkan dengan alat koagulasi listrik (pesawat *Cottrel*).
- Metode ini dikembangkan oleh *Frederick Cottrel* (1877 - 1948).
- Proses yang dilakukan oleh ion Al^{3+} atau Fe^{3+} pada penetralan partikel albuminoid yang terdapat dalam darah, mengakibatkan terjadinya koagulasi sehingga dapat menutupi luka.

e. Koloid Pelindung

Koloid pelindung adalah koloid yang bersifat melindungi koloid lain agar tidak mengalami koagulasi. Koloid pelindung akan membentuk lapisan di sekeliling partikel koloid yang lain. Lapisan ini akan melindungi muatan koloid tersebut sehingga partikel koloid tidak mudah mengendap atau terpisah dari medium pendispersinya.

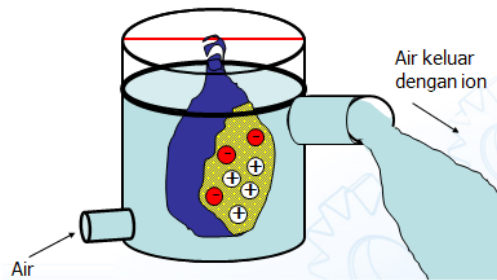
Contohnya:

- Pada pembuatan es krim digunakan gelatin untuk mencegah pembentukan kristal besar es atau gula.
- Zat-zat pengemulsi (sabun dan deterjen).
- Butiran-butiran halus air dalam margarin distabilkan dengan lesitin.
- Warna-warna dalam cat distabilkan dengan oksida logam dengan menambahkan minyak silikon.
- Pada industri susu, kasein digunakan untuk melindungi partikel-partikel minyak atau lemak dalam medium cair.

f. Dialisis

Kestabilan suatu koloid dapat dipertahankan dengan menambahkan sedikit elektrolit dengan konsentrasi yang tepat ke dalam koloid tersebut. Jika konsentrasi elektrolit tidak tepat, justru akan terbentuk ion-ion yang mengganggu kestabilan koloid. Untuk mencegah adanya ion-ion pengganggu, dilakukan dengan cara *dialisis* menggunakan alat yang disebut dialisator.

Pada proses ini, sistem koloid dimasukkan ke dalam wadah terbuat dari selaput semi permeabel (kantong koloid) dan dicelupkan ke dalam air yang mengalir terus-menerus. Selaput semi permeabel adalah selaput yang dapat melewatkan partikel-partikel kecil (ion-ion atau molekul sederhana), tetapi mampu menahan partikel koloid. Dengan demikian, ion-ion akan keluar dari kantong koloid dan hanyut terbawa.



Gambar 5. Peristiwa Dialisis
(Sumber: <https://abadut.page.tl>)

Contohnya:

- Untuk memurnikan protein dari partikel-partikel lain yang ukurannya lebih kecil.
- Untuk memisahkan tepung tapioka dari ion-ion sianida.
- Untuk proses cuci darah bagi penderita gagal ginjal (*hemodialisis*).
- Proses pemisahan hasil metabolisme dari darah oleh ginjal manusia.
- Jaringan ginjal bersifat sebagai selaput *semi permeabel*, yang dapat dilalui oleh air dan molekul-molekul sederhana (seperti urea), tetapi menahan butir-butir darah yang merupakan koloid.

g. Koloid Liofil dan Liofob

Koloid yang medium pendispersinya cair, dibedakan atas *koloid liofil* dan *koloid liofob*.

1) Koloid liofil adalah suatu koloid yang fase terdispersinya dapat menarik medium pendispersi yang berupa cairan akibat adanya gaya Van der Waals atau ikatan hidrogen. Liofil artinya "cinta cairan" (Bahasa Yunani; lio=cairan; philia=cinta). Sol liofil yang setengah padat disebut gel. Contoh gel antara lain selai dan gelatin.

Jika medium pendispersinya berupa air, maka disebut *koloid hidrofil*. Koloid hidrofil mempunyai gugus ionik atau gugus polar di permukaannya, sehingga mempunyai interaksi yang baik dengan air. Butir-butir koloid liofil/hidrofil dapat mengadsorpsi molekul mediumnya sehingga membentuk suatu selubung (disebut *solvatasi/hidratisi*). Akibatnya butir-butir koloid terhindar dari *agregasi*/pengelompokan. Sol hidrofil tidak menggumpal pada saat penambahan sedikit elektrolit. Zat terdispersinya dapat dipisahkan melalui proses pengendapan atau penguapan.

2) Koloid liofob adalah suatu koloid yang fase terdispersinya tidak dapat mengikat atau menarik medium pendispersinya. Liofob berarti takut cairan. (*phobia=takut*).

Jika medium pendispersinya berupa air, maka disebut *koloid hidrofob*. Koloid ini biasanya berasal dari senyawa anorganik. Koloid hidrofob bersifat *irreversibel*, artinya tidak dapat kembali ke keadaan semula. Misalnya: sol emas. Jika medium pendispersinya diambil, sol emas membentuk emas padat. Setelah emas padat terbentuk, tidak dapat berubah menjadi sol emas kembali, meskipun ditambah dengan medium pendispersinya.

Contohnya: sol AgCl dan sol CaCO₃, susu, mayonaise, sol belerang, sol sulfida, sol logam, sol Fe(OH)₃.

Koloid hidrofob tidak akan stabil dalam medium polar (misalnya air) tanpa adanya zat pengemulsi atau koloid pelindung. Zat pengemulsi membungkus partikel-partikel koloid hidrofob, sehingga terhindar dari koagulasi. Susu (emulsi lemak dalam air) distabilkan oleh sejenis protein susu, yaitu kasein;

sedangkan mayonaise (emulsi minyak nabati dalam air) distabilkan oleh kuning telur.

Tabel 1. Perbedaan sifat koloid hidrofil dan koloid hidrofob.

No	Koloid Hidrofil	Koloid Hidrofob
1	Stabil	Kurang stabil
2	Terdiri atas zat organik	Terdiri atas zat anorganik
3	Kekentalannya tinggi	Kekentalannya rendah
4	Sukar diendapkan dengan penambahan zat elektrolit	Mudah diendapkan oleh zat elektrolit
5	Kurang menunjukkan gerak Brown	Gerak Brown sangat jelas
6	Kurang menunjukkan efek Tyndall	Efek Tyndall sangat jelas
7	Dapat dibuat gel	Hanya beberapa yang dapat dibuat gel
8	Umumnya dibuat dengan cara dispersi	Hanya dapat dibuat dengan cara kondensasi
9	Partikel terdispersi mengadsorpsi molekul	Partikel terdispersi mengadsorpsi ion
10	Reversibel	Ireversibel
11	Mengadsorpsi mediumnya	Tidak mengadsorpsi mediumnya
12	Contoh : sabun, agar-agar, kanji, detergen, gelatin	Contoh : sol belerang, sol logam, sol AgCl

2. Pembuatan Koloid

Koloid dapat dibuat dengan 2 cara utama yaitu:

a. Kondensasi

Kondensasi merupakan cara memperoleh koloid dengan jalan memperbesar ukuran partikel larutan sejati, di mana spesi molekul atau ion bergabung membentuk partikel koloid. Pembuatan koloid dengan cara ini dapat dilakukan dengan 2 macam cara yaitu kimia dan fisika.

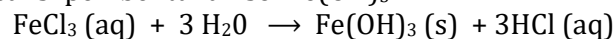
1) Kimia.

Pembuatan partikel koloid dari partikel larutan sejati melalui reaksi kimia, meliputi :

- a) Reaksi Hidrolisis. Reaksi hidrolisis merupakan reaksi yang terjadi antara suatu spesi dengan air.

Contoh:

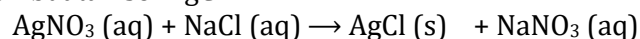
Reaksi pembentukan sol $\text{Fe}(\text{OH})_3$



- b) Reaksi Substitusi. Merupakan reaksi penggantian pasangan.

Contoh:

Pembuatan sol AgCl



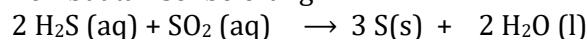
Pembuatan sol Belerang



- c) Reaksi Redoks. Merupakan reaksi kimia yang diikuti dengan perubahan bilangan oksidasi.

Contoh:

Pembuatan sol belerang.



2) Fisika.

Adalah cara pembuatan partikel koloid dengan cara mengkondensasikan partikel melalui:

a) Penggantian Pelarut

- Pembuatan sol belerang

Sol belerang dalam air dapat dibuat dengan cara melarutkan belerang ke dalam alkohol hingga larutan menjadi jenuh. Selanjutnya larutan jenuh yang terbentuk diteteskan ke dalam air sedikit demi sedikit.

- Pembuatan gel kalsium asetat

Kalsium asetat sukar larut dalam alkohol, tetapi mudah larut dalam air. Oleh karena itu, gel kalsium asetat dibuat dengan cara melarutkan kalsium asetat dalam air sehingga membentuk larutan jenuh. Selanjutnya larutan jenuh tersebut ditambahkan ke dalam alkohol hingga terbentuk gel.

- Pembuatan sol damar

Damar larut dalam alkohol, tetapi sukar larut dalam air. Mula-mula damar dilarutkan dalam alkohol hingga diperoleh larutan jenuh. Selanjutnya larutan jenuh tersebut ditambah air hingga diperoleh sol damar.

b) Pengembunan Uap

Sol raksa (Hg) dibuat dengan cara menguapkan raksa. Setelah itu, uap raksa dialirkan melalui air dingin hingga akhirnya diperoleh sol raksa.

b. Cara Dispersi

Cara ini, partikel koloid diperoleh dengan cara memperkecil ukuran partikel dari suspensi kasar menjadi partikel berukuran koloid. Pembuatan koloid dengan cara dispersi dapat dilakukan melalui beberapa metode yaitu:

1) Cara Mekanik

Pembuatan koloid secara mekanik dilakukan dengan cara menggerus/menghaluskan partikel-partikel kasar menjadi partikel-partikel halus. Selanjutnya didispersikan ke dalam medium pendispersi. Pada umumnya ke dalam sistem koloid yang terbentuk ditambahkan zat penstabil yang berupa koloid pelindung. Zat penstabil ini berfungsi untuk mencegah terjadinya *koagulasi*.

Contoh:

Sol belerang dapat dibuat dengan cara menggerus serbuk belerang bersama-sama dengan zat *inert* (misalnya gula pasir) kemudian mencampur serbuk halus tersebut dengan air.

2) Cara Peptisasi

Cara peptisasi adalah cara pembuatan koloid dari butir-butir kasar atau dari suatu endapan dengan bantuan suatu zat pemecah (zat pemeptisasi). Zat pemeptisasi akan memecahkan butir-butir kasar menjadi butir-butir koloid. Istilah *peptisasi* dihubungkan dengan istilah *peptonisasi* yaitu proses pemecahan protein (*polipeptida*) dengan menggunakan enzim *pepsin* sebagai katalisatornya.

Contoh:

- Agar-agar dipeptisasi oleh air
- Nitroselulosa oleh aseton
- Karet oleh bensin
- Endapan NiS dipeptisasi oleh H₂S
- Endapan Al(OH)₃ dipeptisasi oleh AlCl₃.

3) Cara Busur Bredig

Cara ini digunakan untuk membuat sol-sol logam (koloid logam). Logam yang akan dijadikan koloid digunakan sebagai elektrode yang dicelupkan ke dalam medium pendispersi. Kemudian dialiri arus listrik yang cukup kuat sehingga terjadi loncatan bunga api listrik. Suhu tinggi akibat adanya loncatan bunga api listrik mengakibatkan atom-atom logam akan terlempar ke dalam medium pendispersi (air), lalu atom-atom tersebut akan mengalami kondensasi sehingga membentuk suatu koloid logam.

Jadi, cara busur *Bredig* merupakan gabungan antara cara dispersi dan kondensasi. Contoh: Pembuatan sol platina dalam sol emas.

4) Cara Homogenisasi

Adalah suatu cara yang digunakan untuk membuat suatu zat menjadi homogen dan berukuran partikel koloid. Cara ini banyak dipakai untuk membuat koloid jenis emulsi, misalnya susu. Pada pembuatan susu, ukuran partikel lemak pada susu diperkecil hingga berukuran partikel koloid. Caranya dengan melewati zat tersebut melalui lubang berpori bertekanan tinggi. Jika partikel lemak dengan ukuran partikel koloid sudah terbentuk, zat tersebut kemudian didispersikan ke dalam medium pendispersinya.

5) Cara Dispersi dalam Gas

Pada prinsipnya, cara ini dilakukan dengan menyemprotkan cairan melalui *atomizer*. Menggunakan sprayer pada pembuatan koloid tipe *aerosol*, misalnya obat asma semprot, *hair spray* dan parfum.

3. Cara Memurnikan Koloid

Dalam kehidupan sehari-hari, koloid dalam keadaan bercampur dengan zat lain atau belum dalam keadaan murni. Terdapat 3 cara untuk memurnikan koloid, yaitu:

a. Dialisis.

Dialisis adalah teknik memurnikan koloid dengan cara melewati suatu pelarut pada sistem koloid melalui membran semi permeabel. Ion-ion atau molekul terlarut akan terbawa oleh pelarut, sedangkan partikel koloid tidak.

b. Ultrafiltrasi.

Diameter partikel koloid lebih kecil daripada partikel suspensi sehingga koloid tidak dapat disaring menggunakan kertas saring biasa. Koloid dapat disaring dengan menggunakan kertas saring yang berpori halus. Untuk memperkecil pori, kertas saring dicelupkan ke dalam koloid, misalnya selofan.

c. Elektroforesis.

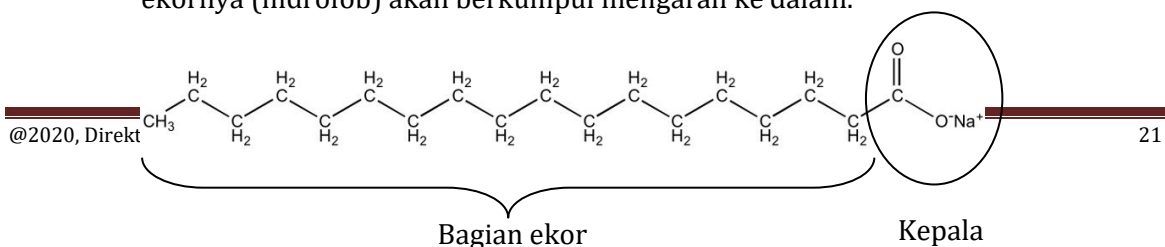
Selain untuk menentukan muatan koloid dan memisahkan asap dan debu dari udara, elektroforesis juga dapat digunakan untuk memurnikan koloid dari partikel-partikel zat pelarut. Cara kerja pemurnian dengan cara elektroforesis adalah koloid yang bermuatan negatif akan bergerak ke arah elektrode positif, sedangkan koloid yang bermuatan positif akan bergerak ke arah elektrode negatif sehingga campuran koloid positif dan negatif dapat dipisahkan.

4. Koloid Dalam Kehidupan Sehari hari

a. Sabun dan Detergen

Sabun dan detergen tersusun atas bagian kepala (polar) yang bersifat liofil (hidrofil) dan bagian ekor (nonpolar) yang bersifat liofob (hidrofob).

Bagian ekor lebih suka berikatan dengan minyak atau lemak, sedangkan bagian kepala lebih suka berikatan dengan air. Ketika sabun/detergen dilarutkan dalam air, maka molekul-molekul sabun/detergen akan mengadakan asosiasi dan orientasi karena gugus nonpolarnya (ekor) saling terdesak sehingga terbentuk partikel koloid. Bagian kepala (hidrofil) akan menghadap ke air sedangkan bagian ekornya (hidrofob) akan berkumpul mengarah ke dalam.



Gambar 6. Struktur sabun
(Sumber: <https://sainskimia.com>)

Ketika pakaian kotor direndam dalam larutan sabun atau detergen, gugus nonpolar dari sabun/detergen akan menarik partikel kotoran (lemak/minyak) dari bahan cucian, kemudian mendispersikannya ke dalam air.

Setelah dikucek dan dibilas, noda lemak akan diikat oleh sabun atau detergen yang akhirnya akan larut dalam air. Sebagai bahan pencuci, sabun dan detergen bukan saja berfungsi sebagai pengemulsi tetapi juga sebagai penurun tegangan permukaan air. Air yang mengandung sabun/detergen mempunyai tegangan permukaan yang lebih rendah, sehingga lebih mudah meresap pada bahan cucian.

b. Pengolahan Air Bersih

Secara garis besar, pengolahan air secara sederhana dapat dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu:

1) Pengendapan

Untuk memisahkan partikel suspensi kasar yang dengan hanya gravitasi partikel tersebut akan mengendap.

2) Penyaringan.

Bertujuan untuk memisahkan gumpalan kotoran yang dihasilkan dari proses pengendapan. Bahan yang dipakai : pasir, kerikil, ijuk.

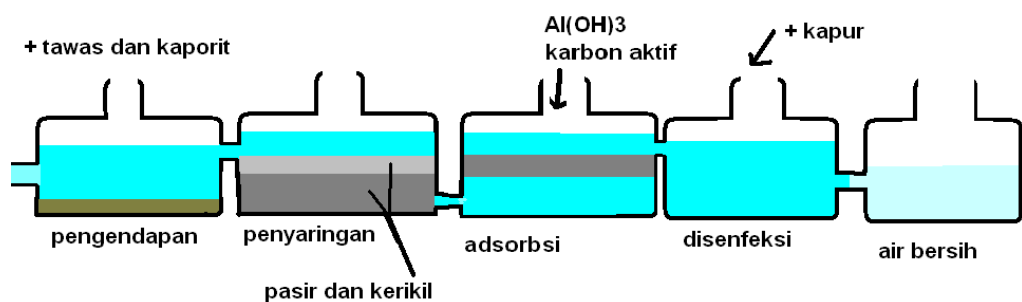
3) Koagulasi.

Koloid yang digunakan untuk menggumpalkan kotoran, yaitu : $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang bisa diperoleh dari tawas $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$, aluminium sulfat dan *Poly Aluminium Chloride* (PAC = polimer dari AlCl_3 - AlCl_3 - AlCl_3 -.....)

4) Penambahan Desinfektan.

Bertujuan untuk membunuh kuman-kuman yang terlarut dalam air.

Bahan yang dipakai : kaporit [$\text{Ca}(\text{ClO})_2$] atau klorin.



Gambar 6: Skema Pengolahan Air minum
(Sumber: <https://docplayer.info>)

c. Pemurnian gula

Gula tebu yang masih berwarna dilarutkan dengan air panas, kemudian dialirkan melewati sistem koloid, yaitu tanah diatom atau karbon. Zat warna pada gula tebu akan teradsorpsi sehingga akan diperoleh gula yang bersih dan putih.

d. Pembentukan delta

Tanah liat dan pasir yang terbawa oleh aliran sungai merupakan sistem koloid yang bermuatan negatif. Sedangkan air laut mengandung ion-ion Na^+ , Mg^{2+} , dan Ca^{2+} . Ketika air sungai dan air laut bertemu di muara, maka partikel-partikel air laut yang bermuatan positif akan menetralkan sistem koloid pada air sungai sehingga terjadi koagulasi yang ditandai dengan terbentuknya delta.

e. Penggumpalan darah

Darah mengandung koloid protein yang bermuatan negatif. Jika terdapat suatu luka kecil, untuk membantu penggumpalan darah digunakan styptic pencil atau tawas yang mengandung ion Al^{3+} dan Fe^{3+} . Ion-ion ini akan menetralkan muatan-muatan partikel koloid protein sehingga membantu mempercepat penggumpalan darah.

C. Rangkuman

1. Beberapa sifat koloid:
 - a. Efek Tyndall adalah efek penghamburan cahaya yang disebabkan oleh partikel-partikel koloid.
 - b. Gerak Brown adalah gerak acak atau gerak zig-zag yang dilakukan oleh partikel-partikel koloid.
 - c. Muatan Koloid.
Partikel-partikel koloid bermuatan listrik, ada yang positif dan ada yang negatif. Adanya muatan listrik pada partikel-partikel koloid tersebut dapat dijelaskan dengan beberapa peristiwa yaitu :
 - 1) Elektroforesis
 - 2) Adsorpsi
 - 3) Koagulasi
 - 4) Koloid pelindung
 - 5) Dialisis
2. Koloid Liofil dan Liofob. Koloid liofil adalah suatu koloid yang fase terdispersinya dapat menarik medium pendispersi yang berupa cairan akibat adanya gaya Van der Waals atau ikatan hidrogen. Koloid liofob adalah suatu koloid yang fase terdispersinya tidak dapat mengikat atau menarik medium pendispersinya.
3. Koloid dengan ukuran partikel yang besarnya di antara larutan sejati, maka koloid dapat dibuat dengan 2 cara yaitu memperbesar ukuran partikel larutan atau memperkecil ukuran partikel suspensi.
 - a. Cara Kondensasi.
 - 1) Cara Kimia
 - Reaksi Hidrolisis
 - Reaksi Substitusi
 - Reaksi Redoks
 - 2) Cara Fisika.
 - Penggantian Pelarut.
 - Pengembunan Uap
 - b. Cara Dispersi.
 - 1) Cara Mekanik.
 - 2) Cara Peptisasi
 - 3) Cara Busur Bredig.
 - 4) Cara Homogenisasi.
 - 5) Cara Dispersi dalam Gas.
4. Cara memurnikan koloid
 - a. Dialisis
 - b. Ultrafiltrasi.
 - c. Elektroforesis.

D. Penugasan Mandiri

Jawablah pertanyaan berikut ini!

1. Apa yang dimaksud dengan emulgator dan berikan contohnya?
2. Apakah jenis koloid dari getah karet dan bagaimanakah memisahkan getah karet?

E. Latihan Soal

Kerjakan soal berikut dengan jujur, tepat dan bertanggungjawab!

1. Gerak brown terjadi karena ...
 - A. Gaya gravitasi
 - B. Tolak-menolak antara partikel koloid yang bermuatan sama
 - C. Tarik-menarik antara partikel koloid yang berbeda muatan
 - D. Tumbukan antara partikel koloid
 - E. Tumbukan molekul medium dengan partikel koloid
2. Berikut merupakan cara pembuatan koloid:
 - 1) Reaksi redoks
 - 2) Busur bredig
 - 3) Reaksi hidrolisis
 - 4) Peptiasi
 - 5) Reaksi pemindahan
 - 6) MekanikPembuatan koloid secara dispersi adalah ...
 - A. 1, 2, dan 3
 - B. 1, 3, dan 4
 - C. 2, 3, dan 4
 - D. 2, 4, dan 6
 - E. 4, 5, dan 6
3. Efek Tyndal merupakan salah satu sifat koloid terjadi karena
 - A. menyerap cahaya
 - B. meneruskan cahaya
 - C. memancarkan cahaya
 - D. mempunyai gerak Brown
 - E. menghamburkan cahaya
4. Proses elektrodialisis yang dilakukan terhadap larutan koloid bertujuan untuk
 - A. Memisahkan partikel-partikel koloid
 - B. Mengendapkan partikel-partikel koloid
 - C. Mengukur dimensi partikel-partikel koloid
 - D. Membuang kelebihan ion-ion elektrolit dari larutan koloid
 - E. Semuanya benar
5. Koloid dapat menyerap ion pada permukaannya. Sifat ini disebut ...
 - A. Elektroforesis
 - B. Homogenasi
 - C. Adsorpsi
 - D. Dialisis
 - E. Elektroforesis

Kunci Jawaban dan Pembahasan :

No	Kunci jawaban	Pembahasan
1	E	Koloid memiliki sifat dapat menghamburkan cahaya, jika diamati dengan mikroskop ultra, akan terlihat partikel koloid senantiasa bergerak terus menerus dengan gerakan zig zag yang disebut dengan gerak brown (Robert Brown). Gerak brown ini terjadi disebabkan tumbukan yang tidak seimbang dari molekul-molekul medium terhadap partikel koloid. Semakin tinggi suhu semakin cepat gerak brown berlangsung karena energy kinetik molekul medium meningkat sehingga menghasilkan tumbukan yang kuat.
2	D	Cara dispersi ini merupakan di mana partikel kasar dipecah menjadi partikel koloid. Pembuatan koloid dengan cara disperse dapat dilakukan secara mekanik, peptisasi, atau dengan loncatan bunga listrik (cara busur bredig).
3	E	Partikel koloid dapat menghamburkan cahaya. Gejala ini dinamakan efek Tyndall
4	D	Elektrodialisis bertujuan untuk membuang kelebihan ion- ion dari larutan koloid
5	C	Adsorpsi adalah peristiwa penyerapan ion pada permukaan partikel koloid. Adanya penyerapan ion ini menyebabkan koloid menjadi stabil. Hal tersebut disebabkan ion sejenis yang diserap pada permukaan menimbulkan tolakan antara partikel.

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1	Apakah kalian bisa menjelaskan sifat koloid efek tyndal?		
2	Apakah kalian bisa menjelaskan sifat koloid gerak brown?		
3	Apakah kalian bisa menjelaskan sifat koloid berdasarkan muatan koloid ?		
4	Apakah kalian bisa menjelaskan perbedaan koloid liofil dan liofob		
5	Apakah kalian bisa menjelaskan pembuatan koloid secara kondensasi?		
6	Apakah kalian bisa menjelaskan pembuatan koloid secara dispersi?		
7	Apakah kalian bisa menjelaskan pemanfaatan koloid dalam kehidupan sehari-hari?		

Apabila jawaban kalian pada pertanyaan diatas “ya”, maka kalian sudah memahami sifat koloid dan cara pembuatannya, silahkan melanjutkan materi pelajaran kimia berikutnya. Namun, apabila kalian masih menjawab tidak atau belum, maka silahkan pelajari lagi ya kegiatan pembelajaran yang pertama dan kedua pada modul ini.

EVALUASI

Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Koloid dimana partikel-partikelnya tidak menarik medium pendispersinya disebut koloid
 - A. Liofil
 - B. Dialysis
 - C. Hidrofil
 - D. Elektrofil
 - E. Liofob
2. Penerapan sifat koloid dalam kehidupan sehari-hari antara lain:
 - 1) Tampaknya berkas cahaya diantara rimbunnya pepohonan di pagi hari
 - 2) Pemisahan ion sianida dari ubi kayu dengan kantong semipermeabel
 - 3) Pembuatan lem dari amylum
 - 4) Pewarnaan serat sutra
 - 5) Penggumpalan lateksContoh tersebut di atas yang merupakan sifat koloid yaitu dialisis adalah
 - A. 1)
 - B. 2)
 - C. 3)
 - D. 4)
 - E. 5)
3. Orang yang terkena penyakit ginjal harus melakukan pencucian darah yang biayanya relatif mahal. Prinsip pencucian darah dilakukan berdasarkan
 - A. elektrolisis
 - B. Dialisis
 - C. Peptisasi
 - D. Elektroforesis
 - E. adsorpsi
4. Asap dari pembakaran rokok adalah salah satu contoh sistem koloid dengan jenis fasa
 - A. Padat dalam cair
 - B. Cair dalam gas
 - C. Cair dalam padat
 - D. Padat dalam gas
 - E. Gas dalam padat
5. Tampaknya berkas sinar matahari pada pagi hari yang masuk melalui ventilasi ruangan adalah contoh sifat koloid
 - A. Elektroforesis
 - B. Dialysis
 - C. Adsorpsi
 - D. Koagulasi
 - E. Efek tyndal
6. Perhatikan beberapa proses pembuatan koloid:
 - 1) H_2S ditambahkan ke dalam endapan NiS
 - 2) Sol logam dibuat dengan busur Bredig
 - 3) Larutan $AgNO_3$ diteteskan ke dalam larutan HCl
 - 4) Larutan $FeCl_3$ diteteskan ke dalam air mendidih

5) Agar-agar dipeptisasi dalam air

Berdasar data tersebut di atas yang merupakan pembuatan koloid dengan cara kondensasi adalah

- A. 1) dan 2)
- B. 1) dan 3)
- C. 3) dan 4)
- D. 3) dan 5)
- E. 4) dan 5)

7. Sistem yang tidak tergolong emulsi di bawah ini adalah

- A. Santan
- B. Minyak ikan
- C. Mayones
- D. Susu
- E. Alkohol 70%

8. Perhatikan tabel berikut :

Koloid	Zat Terdispersi	Zat Pendispersi	Nama	Contoh
P	Cair	Cair	Emulsi	Keju
Q	Padat	Gas	Busa padat	Asap
R	Gas	Cair	Buih	Kabut
S	Cair	Padat	Emulsi padat	Batu apung
T	Padat	Cair	Sol	Tinta

Berdasar tabel di atas, yang mempunyai hubungan tepat adalah koloid

- A. P
- B. Q
- C. R
- D. S
- E. T

9. Kombinasi fase terdispersi dan medium pendispersi yang **tidak mungkin** menghasilkan sistem koloid adalah....

- A. gas-cair
- B. gas-gas
- C. cair-cair
- D. padat-padat
- E. padat-cair

10. Perhatikan table berikut :

No	Sifat Koloid	Contoh Proses atau Peristiwa
1	Adsorpsi	Pewarnaan serat sutra, wol atau kapas
2	Efek Tyndall	Penyembuhan diare dengan norit
3	Dialisis	Cuci darah pada pasien gagal ginjal
4	Koagulasi	Pemutihan produk gula pasir
5	Adsorpsi	Pembentukan delta pada muara

Pada tabel di atas yang mempunyai hubungan tepat antara sifat koloid dengan contoh proses atau peristiwanya adalah ...

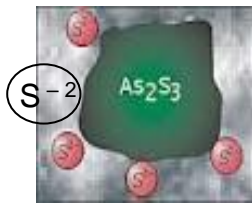
- A. 1 dan 3
- B. 1 dan 4
- C. 1 dan 5
- D. 2 dan 4
- E. 3 dan 5

11. Reaksi pembuatan sol Mg(OH)_2 dari MgCl_2 dengan air panas seperti di bawah ini:

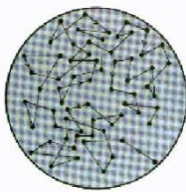
$$\text{MgCl}_2 (aq) + 2 \text{H}_2\text{O} (l) \rightarrow \text{Mg(OH)}_2 (s) + 2 \text{HCl} (aq)$$

Merupakan cara pembentukan koloid dengan reaksi

- A. Reduksi
 B. Oksidasi
 C. Redoks
 D. Hidrolisis
 E. Dekomposisi rangkap
12. Alat pencegahan pencemaran udara dari cerobong pabrik yaitu pesawat *Cotrell*, merupakan salah satu alat yang memanfaatkan sifat koloid
- A. Efek Tyndall
 B. Dialisis
 C. Koagulasi
 D. Adsorpsi
 E. Gerak Brown
13. Perhatikan ilustrasi berikut:



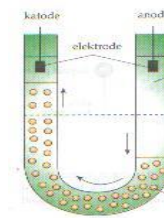
(1)



(2)



(3)



(4)



(5)

Berdasar ilustrasi di atas, sifat koloid yang menunjukkan efek tyndall dan elektrforesis ditunjukkan berturut-turut oleh gambar

- A. (1) dan (2)
 B. (2) dan (3)
 C. (3) dan (4)
 D. (4) dan (3)
 E. (5) dan (4)
14. Dalam bidang industri pembuatan obat berbentuk sirup yang merupakan emulsi, agar zat terdispersi dapat tersebar merata dan stabil maka dalam sistem koloid perlu ditambahkan zat
- A. Koagulan
 B. Peptisator
 C. Koloid pelindung
 D. Emulgator
 E. Katalisator

15. Berikut ini beberapa sifat koloid:

- 1) elektroforesis
- 2) efek tyndal
- 3) koagulasi
- 4) gerak brown
- 5) dialisis

Proses penjernihan air dengan menggunakan tawas merupakan penerapan sifat koloid nomor ...

- A. 1)
 B. 2)

- C. 3)
D. 4)
E. 5)
16. Sebelum turun hujan biasanya diawali dengan munculnya mendung yang merupakan kumpulan awan. Fase terdispersi dan medium pendispersi dari awan adalah
A. Cair dalam gas
B. Gas dalam cair
C. Cair dalam cair
D. Cair dalam padat
E. Gas dalam padat
17. Contoh sistem koloid dalam kehidupan sehari-hari yang termasuk fasa terdispersi cair dalam medium pendispersi gas adalah
A. Asap rokok
B. Batu apung
C. Cat
D. Hair spray
E. Buih sabun
18. Pembuatan sol $\text{Al}(\text{OH})_3$ dengan cara penambahan AlCl_3 pada endapan $\text{Al}(\text{OH})_3$ disebut
A. peptisasi
B. oksidasi-reduksi
C. kondensasi
D. hidrolisis
E. presipitasi
19. Perhatikan beberapa proses pembentukan koloid berikut:
(1) H_2S ditambahkan ke dalam endapan NiS ;
(2) sol logam dibuat dengan cara busur Bredig
(3) larutan AgNO_3 diteteskan ke dalam larutan HCl
(4) larutan FeCl_3 diteteskan ke dalam air mendidih
(5) agar-agar dipeptisasi dalam air. .
Contoh pembuatan koloid dengan cara kondensasi adalah
A. (1) dan (2)
B. (3) dan (5)
C. (1) dan (3)
D. (4) dan (5)
E. (3) dan (4)
20. Larutan koloid dimurnikan dengan cara
A. kristalisasi
B. ultramikroskop
C. dialisis
D. distilasi
E. penguapan

KUNCI JAWABAN EVALUASI

No	Jawaban
1	E
2	B
3	B
4	D
5	E
6	C
7	E
8	E
9	B
10	A
11	D
12	C
13	C
14	D
15	C
16	A
17	D
18	A
19	E
20	C

Pedoman Penilaian

1 soal memiliki skor = 5
Jumlah Skor Maksimal = 100
Jumlah Skor Perolehan = jumlah benar x 5

Pedoman Penskoran

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1 dan 2.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor Perolehan}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Konversi tingkat penguasaan:

90 - 100% = baik sekali
80 - 89% = baik
70 - 79% = cukup
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan pada materi berikutnya. Bagus! Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Koloid pada Kegiatan Belajar 1 dan 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

DAFTAR PUSTAKA

Herdayanto, 2004. *Praktikum Kimia kelas XI SMA*. Bandung . Mascot Media Nusantara.

<https://abadut.page.tl/News.htm> Diakses tanggal 25 Oktober 2020

<https://brainly.co.id/tugas/10805377> Diakses tanggal 25 Oktober 2020

<https://docplayer.info/32387164-Modul-kimia-sma-xii-mipa-sistem-koloid-yovita-emiliana-irmayanti.html> Diakses tanggal 25 Oktober 2020

<https://regional.kompas.com/read/2019/02/25/10054651/sekolah-dasar-di-bengkalis-diliburkan-akibat-kabut-asap-karhutla>. Diakses tanggal 25 Oktober 2020.

<https://sainskimia.com/berbagai-jenis-sabun-dan-penjelasmnya/rumus-kimia-sabun/>
Diakses tanggal 25 Oktober 2020

<https://www.epanrita.com/2018/03/1-efek-tyndall.html> Diakses Tanggal 25 Oktober 2020

<https://www.gurupendidikan.co.id> Diakses tanggal 25 Oktober 2020

<https://www.nafiun.com/2013/07/mengapa-partikel-koloid-bermuatan-listrik.html>
Diakses tanggal 25 Oktober 2020

Kneth, Raymond Davis.1988. *General Chemistry. Third edition*, New York: Saunders College Publishing.

Rachmawati, 2004, *Kimia SMA Kelas XI* , Jakarta. Esis Erlangga.

Sudarmo , Unggul, dkk. 2013. *KIMIA SMA XI Sekolah Menengah Atas*. Jakarta. Penerbit Erlangga.

Sulami, Emi, dkk. 2009. *Buku Panduan Pendidik Kimia Untuk SMA & MA Kelas XI*. Klaten. Intan Pariwara.

Sutresna, Nana. 2007. *Kimia XI SMA* . Bandung. Grafindo.

Sutresna . Nana. 2013. *KIMIA SMA XI Sekolah Menengah Atas*. Jakarta. Grafindo.

Sutresna , Sri Rahayu x. 2013. *KIMIA SMA XI Sekolah Menengah Atas*. Jakarta. Bumi Aksara.

Thahjadarmawan , Elizabeth. 2013. *Gagas Kimia Jilid 2*. Yogyakarta. Jakarta.