



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
XII



**FENOMENA SIFAT KOLIGATIF LARUTAN
KIMIA KELAS XII**

**PENYUSUN
Rananda Vinsiah, S.Pd.
SMA Negeri Sumatera Selatan**

DAFTAR ISI

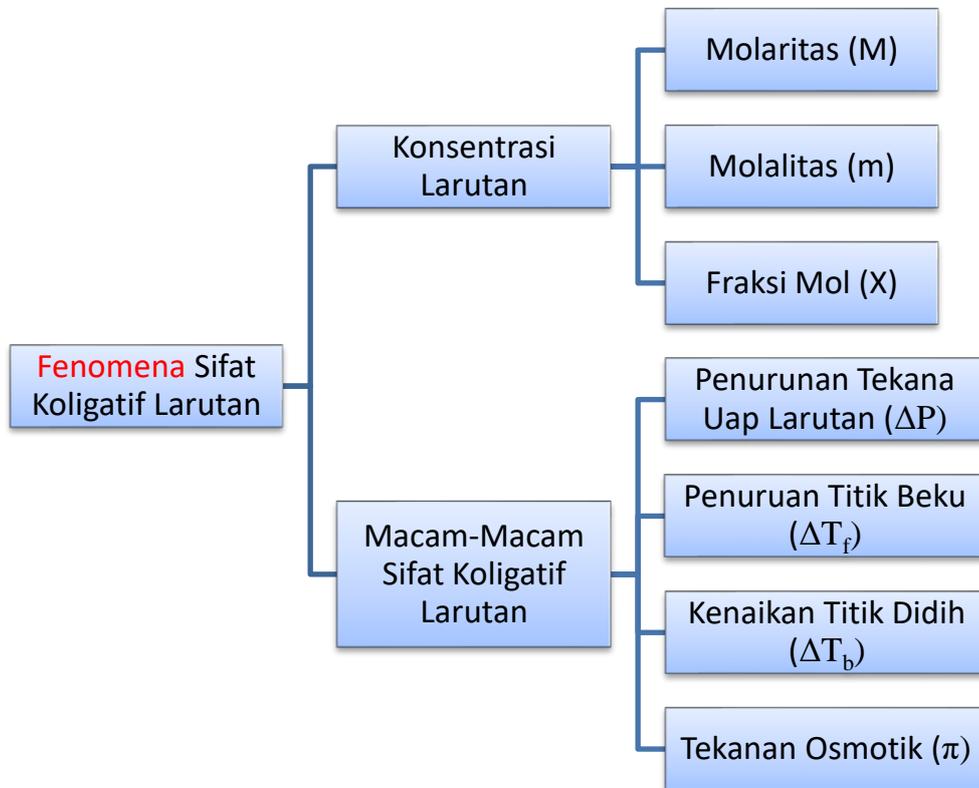
PENYUSUN	2
DAFTAR ISI	3
GLOSARIUM	5
PETA KONSEP	6
PENDAHULUAN	7
A. Identitas Modul	7
B. Kompetensi Dasar	7
C. Deskripsi Singkat Materi	7
D. Petunjuk Penggunaan Modul	7
E. Materi Pembelajaran	7
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	8
KONSENTRASI LARUTAN	8
A. Tujuan Pembelajaran	8
B. Uraian Materi	8
C. Rangkuman	10
D. Latihan Soal	10
F. Penilaian Diri	11
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	12
PENURUNAN TEKANAN UAP	12
A. Tujuan Pembelajaran	12
B. Uraian Materi	12
C. Rangkuman	15
D. Penugasan Mandiri	15
E. Latihan Soal	16
F. Penilaian Diri	18
KEGIATAN PEMBELAJARAN 3	19
PENURUNAN TITIK BEKU DAN KENAIKAN TITIK DIDIH	19
A. Tujuan Pembelajaran	19
B. Uraian Materi	19
C. Rangkuman	23
D. Penugasan Mandiri	24
E. Latihan Soal	24
F. Penilaian Diri	26
KEGIATAN PEMBELAJARAN 4	28

TEKANAN OSMOTIK.....	28
A. Tujuan Pembelajaran	28
B. Uraian Materi.....	28
C. Rangkuman	31
D. Penugasan Mandiri	32
E. Latihan Soal	32
F. Penilaian Diri	35
EVALUASI	36
DAFTAR PUSTAKA.....	39

GLOSARIUM

Diagram P-T	: Plot tekanan uap terhadap suhu
Fraksi Mol (X)	: Konsentrasi larutan yang menyatakan perbandingan banyaknya mol dari zat tersebut terhadap jumlah mol seluruh komponen dalam larutan
Hipertonik	: Larutan yang mempunyai tekanan osmotik lebih tinggi
Hipotonik	: Larutan yang mempunyai tekanan osmotik lebih rendah
Isotonik	: Larutan yang mempunyai tekanan osmotik sama
Kenaikan Titik Didih	: Selisih titik didih larutan dengan titik didih pelarut
Membran	: Membran atau selaput yang dapat dilalui oleh partikel pelarut air, namun tidak dapat dilalui oleh partikel zat terlarut
Semipermeable	: Membran atau selaput yang dapat dilalui oleh partikel pelarut air, namun tidak dapat dilalui oleh partikel zat terlarut
Molalitas (m)	: Banyaknya mol zat terlarut di dalam setiap 1.000 gram pelarut
Molaritas (M)	: Banyaknya mol zat terlarut di dalam setiap 1 liter larutan
Penurunan Tekanan Uap (ΔP)	: Selisih antara tekanan uap pelarut murni (P_o) dengan tekanan uap larutan (P) atau $\Delta P = P_o - P$
Osmosis	: Perpindahan pelarut dari larutan encer ke larutan yang lebih pekat melalui membrane semipermeabel
Sifat Koligatif Larutan	: Sifat larutan yang bergantung pada jumlah partikel zat terlarut dan bukan pada jenis zat terlarutnya
Tekanan Osmosis	: Tekanan yang harus diberikan kepada suatu larutan untuk mencegah terjadinya osmosis dari pelarut murni
Tetapan Kenaikan Titik Didih Molal (K_b)	: Nilai kenaikan titik didih setara untuk larutan 1 molal
Tetapan Penurunan Titik Beku Molal (K_f)	: Nilai penurunan titik beku yang setara untuk larutan 1 molal
Titik Beku	: Suhu di mana pelarut cair dan pelarut padat berada pada kesetimbangan, sehingga tekanan uap keduanya sama
Titik Didih	: Suhu pada saat tekanan suatu zat cair sama dengan tekanan atmosfer sekelilingnya dan terjadi kesetimbangan antara fase cair dan fase gas
Titik Tripel	: Pertemuan tiga fasa zat misal padat, air, titik tripel merupakan pertemuan zat dalam fasa uap, padat, cair

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: KIMIA
Kelas	: XII IPA
Alokasi Waktu	: 8 Jam Pelajaran
Judul Modul	: Sifat Koligatif Larutan

B. Kompetensi Dasar

- 3.1 Menganalisis fenomena sifat koligatif larutan (penurunan tekanan uap jenuh, kenaikan titik didih, penurunan titik beku, dan tekanan osmosis).
- 4.1 Menyajikan hasil penelusuran informasi tentang kegunaan prinsip sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari.

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 ini Ananda akan belajar tentang fenomena sifat koligatif larutan yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Mengamati dengan teliti fenomena fisik larutan dimaksudkan untuk meningkatkan rasa empati kalian terhadap permasalahan di sekitar. Sedangkan kepekaan terhadap fenomena fisik alamiah diharapkan dapat meningkatkan daya nalar kalian untuk menemukan solusi yang cerdas terhadap permasalahan permasalahan yang muncul, sehingga dapat diatasi dengan biaya yang relatif murah dan waktu yang lebih cepat. Selain itu, modul ini juga akan memberikan penjelasan terkait analisa dan perhitungan dalam fenomena sifat koligatif larutan.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Untuk mempelajari modul ini diperlukan materi prasyarat di kelas X pada materi stoikiometri dan di kelas XI pada materi konsentrasi asam basa. Untuk menggunakan modul ikutilah langkah langkah di bawah ini :

1. Bacalah peta konsep dan pahami materi sifat koligatif larutan
2. Berikan respon memahami materi pembelajaran dan contoh soal.
3. Perdalam pemahamanmu tentang analisa fenomena sifat koligatif larutan, 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. Ulangi Langkah 2 sd 4 untuk kegiatan pembelajaran 2 dan 3
6. Kerjakan soal evaluasi di akhir materi

E. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi 4 kegiatan pembelajaran yang memuat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

- Pertama : Konsentrasi Larutan
Kedua : Penurunan Tekanan Uap
Ketiga : Penurunan Titik Beku dan Kenaikan Titik Didih
Keempat : Tekanan Osmotik

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

KONSENTRASI LARUTAN

A. Tujuan Pembelajaran

Materi pada Kegiatan Pembelajaran 1 ini merupakan materi prasyarat untuk Kegiatan Pembelajaran berikutnya. Jadi setelah membaca dan mengikuti langkah-langkah atau arahan pada modul ini diharapkan Ananda dapat:

1. Menentukan molaritas suatu larutan.
2. Menentukan molalitas suatu larutan.
3. Menentukan fraksi mol zat terlarut dan pelarut dalam suatu larutan.

B. Uraian Materi

Ananda yang hebat, *Sifat koligatif* merupakan sifat larutan yang dipengaruhi oleh *jumlah partikel zat terlarut* dan tidak tergantung dari sifat zat terlarut. Jumlah partikel zat terlarut dalam suatu larutan dinyatakan dalam suatu besaran yaitu Konsentrasi Larutan. Konsentrasi larutan yang kita bahas pada modul ini ada tiga jenis, yaitu Molaritas (M), molalitas (m), dan fraksi mol (X).

Pada mapel kimia kelas X telah dibahas materi Konsep Mol khususnya pada Jembatan Mol. Materi tersebut harus Ananda ingat Kembali sebagai dasar atau prasyarat mempelajari materi tentang Konsentrasi Larutan berikut.

1. Molaritas (M)

Molaritas menyatakan banyaknya mol zat terlarut didalam setiap 1 liter larutan

Rumus :

$$M = \frac{n}{V}$$

$$M = \frac{m}{M_r} \times \frac{1000}{V (ml)}$$

$$M = \frac{\% \times 10 \times \rho}{M_r}$$

Keterangan :

M = molaritas (M)

m = massa terlarut (gr)

n = mol zat (mol)

M_r = molekul relatif (gr/mol)

V = volume (L atau mL)

% = persen kadar zat

ρ = massa jenis (gr/mL)

2. Molalitas (m)

Molalitas menyatakan banyaknya mol zat terlarut di dalam setiap 1.000 gram pelarut.

Rumus :

$$m = \frac{gr}{M_r} \times \frac{1000}{p (gr)}$$

$$M = \frac{\%}{M_r} \times \frac{1000}{(100-\%)}$$

Keterangan :

m = molalitas (m)

% = persen kadar zat

gr = massa terlarut (gr)

M_r = molekul relatif (gr/mol)

p = massa pelarut (gr)

3. Fraksi Mol (X)

Fraksi mol (X) menyatakan perbandingan banyaknya mol dari zat tersebut terhadap jumlah mol seluruh komponen dalam larutan. Dalam suatu larutan terdapat 2 fraksi mol yakni fraksi mol terlarut (X_t) dan fraksi mol pelarut (X_p).

Rumus :

$$X_t = \frac{n_t}{n_t + n_p}$$

$$X_p = \frac{n_p}{n_t + n_p}$$

$$X_t + X_p = 1$$

Jadi, jumlah fraksi mol pelarut dan terlarut adalah 1.

Keterangan :

X_t = fraksi mol terlarut

n_t = mol terlarut

X_p = fraksi mol pelarut

n_p = mol pelarut

p = massa pelarut (gr)

Contoh Soal

1. Sebanyak 1,8 gram glukosa, $C_6H_{12}O_6$ dilarutkan ke dalam 100 gram air (Ar C = 12, H = 1, O = 16). Tentukan molalitas larutan glukosa tersebut!

Penyelesaian :

$$m = \frac{gr}{Mr} \times \frac{1000}{P}$$

$$m = \frac{1,8}{180} \times \frac{1000}{100 \text{ gram}}$$

$$m = 0,01 \times 10$$

$$m = 0,1 \text{ molal}$$

Jadi, molalitas $C_6H_{12}O_6 = 0,1 \text{ m}$

2. Sebanyak 90 gram glukosa, $C_6H_{12}O_6$ dilarutkan dalam 360 mL air (Ar C = 12, H = 1, O = 16). Tentukan fraksi mol masing-masing zat!

Penyelesaian :

$$n_{C_6H_{12}O_6} = \frac{gr}{Mr} = \frac{90 \text{ gr}}{180 \text{ gr/mol}} = 0,5 \text{ mol}$$

$$n_{H_2O} = \frac{gr}{Mr} = \frac{360 \text{ gr}}{18 \text{ gr/mol}} = 20 \text{ mol}$$

$$X_p = \frac{n_p}{n_t + n_p} = \frac{20 \text{ mol}}{(0,5 + 20) \text{ mol}} = 0,98$$

$$X_t = \frac{n_t}{n_t + n_p} = \frac{0,5 \text{ mol}}{(0,5 + 20) \text{ mol}} = 0,02$$

C. Rangkuman

1. Sifat koligatif larutan adalah sifat larutan yang dipengaruhi oleh *jumlah partikel zat terlarut* dan tidak tergantung dari sifat zat terlarut
- 2.
3. Jumlah fraksi mol terlarut dan pelarut adalah 1.

$$X_t + X_p = 1$$

D. Latihan Soal

Kerjakan soal di bawah ini dengan benar dan jujur!

1. Volume air yang diperlukan untuk melarutkan 4,9 gram H_2SO_4 yang konsentrasinya 0,25 m (Ar H = 1; S = 32; O = 16) adalah
 - A. 2 mL
 - B. 10 mL
 - C. 20 mL
 - D. 100 mL
 - E. 200 mL
2. Sebanyak 6 gram urea dilarutkan dalam 90 gram air. Fraksi mol urea dalam larutan itu adalah
 - A. 0,0164
 - B. 0,02
 - C. 0,0625
 - D. 0,0667
 - E. 1,1

KUNCI JAWABAN DAN PEMBAHASAN :

No	Kunci	Pembahasan
1	E	$m = \frac{gr}{Mr} \times \frac{1000}{P}$ $0,25 = \frac{4,9}{98} \times \frac{1000}{P}$ $P = \frac{4,9}{98} \times \frac{1000}{0,25}$ <p>P = 20 gram Karena massa jenis air = 1 gram/mL maka : Volume air = massa air = 20 mL</p>
2	B	$n \text{ CO(NH}_2)_2 = \frac{gr}{Mr} = \frac{6 \text{ gr}}{60 \text{ gr/mol}} = 0,1 \text{ mol}$ $n \text{ H}_2\text{O} = \frac{gr}{Mr} = \frac{90 \text{ gr}}{18 \text{ gr/mol}} = 5 \text{ mol}$ $X_{\text{urea}} = \frac{nt}{nt+np} = \frac{0,1 \text{ mol}}{(5+0,1)\text{mol}} = 0,02$

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

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

NO	PERTANYAAN	JAWABAN	
		YA	TIDAK
1	Saya dapat menganalisa bagaimana fenomena sifat koligatif penurunan titik beku		
2	Saya dapat menghitung fraksi mol terlarut dan pelarut		
3	Saya dapat menghitung penurunan tekanan uap larutan		
4	Saya dapat menganalisa hubungan fraksi mol terlarut dengan tekanan uap larutan		

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

PENURUNAN TEKANAN UAP

A. Tujuan Pembelajaran

Materi pada Kegiatan Pembelajaran 2 ini merupakan materi prasyarat untuk Kegiatan Pembelajaran berikutnya (KD 3.2 dan 4.2). Jadi setelah membaca dan mengikuti langkah-langkah atau arahan pada modul ini diharapkan Ananda dapat :

1. Menganalisa fenomena sifat koligatif penurunan tekanan uap larutan.
2. Menganalisa perhitungan yang berlaku dalam fenomena sifat koligatif penurunan tekanan uap larutan

B. Uraian Materi

Coba kalian perhatikan gambar berikut ini!



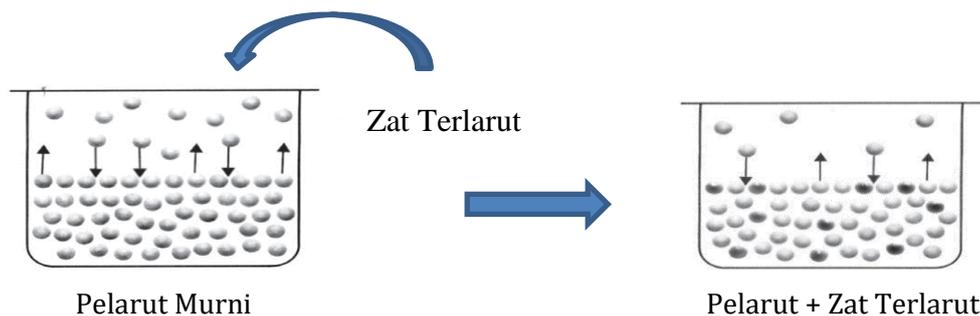
Gambar 1. Kolam Apung di Tempat Salah Satu Tempat Wisata Air
(Sumber : <http://ancolcom.blogspot.com/>)

Apa yang sedang dilakukan oleh orang pada gambar tersebut? Apakah orang tersebut tenggelam? Mengapa hal demikian dapat terjadi?

Gambar di atas merupakan gambar kolam apung. Kolam apung seperti yang terletak pada Atlantis Water Adventure Taman Impian Jaya Ancol Jakarta merupakan contoh terjadinya penurunan tekanan uap pelarut. Air yang berada di kolam apung ini memiliki kadar garam yang sangat tinggi, bahkan 10 kali lipat lebih tinggi dibandingkan kadar garam rata-rata di lautan. Air atau pelarut yang ada di kolam apung ini sulit menguap karena tekanan uap pelarut menurun disebabkan karena konsentrasi kadar garam yang sangat tinggi. Semakin banyak jumlah zat terlarut, maka pelarut semakin sukar menguap. Dengan kata lain, adanya zat terlarut menyebabkan penurunan tekanan uap cairan. Karena memiliki konsentrasi zat terlarut sangat tinggi, maka pada saat kita berenang di sini akan mengapung atau tidak tenggelam. Lalu, bagaimana kaitannya dengan sifat koligatif larutan? Mari kita bahas dalam modul ini.

1. Sifat Koligatif Larutan

Pada Kegiatan Pembelajaran 1 Ananda sudah mengetahui pengertian *Sifat koligatif*. Pada sistem pelarut murni titik didih, titik beku, tekanan uap dan tekanan osmotik hanya akan dipengaruhi oleh molekul pelarut itu sendiri. Namun dalam sistem larutan yang terdiri dari pelarut dan terlarut, keberadaan zat terlarut dalam suatu pelarut akan menyebabkan suatu perubahan tertentu pada keempat sifat pelarut tersebut. Zat terlarut volatil mengakibatkan tekanan uap jenuh larutan lebih besar dari tekanan uap jenuh pelarut, sedangkan zat terlarut non volatil cenderung menurunkan tekanan uap jenuh larutan. Adanya perubahan tekanan uap tersebut juga akan memberikan pengaruh terhadap titik didih dan titik beku larutan sehingga terjadi sifat koligatif larutan.



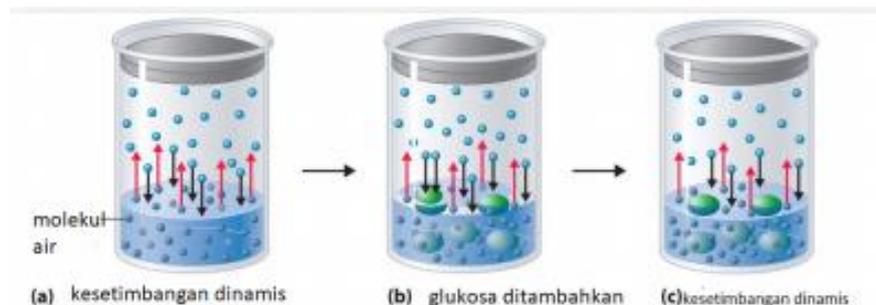
Gambar 1. Konsep Perubahan Sifat Pada Pelarut Oleh Zat Terlarut Non Volatil

Berdasarkan analisa tersebut, sifat koligatif larutan terdiri atas 4 sifat, meliputi :

- Penurunan tekanan uap (ΔP)
- Kenaikan titik didih (ΔT_b)
- Penurunan titik beku (ΔT_f)
- Tekanan osmotik (π)

2. Penurunan Tekanan Uap Larutan

Penguapan adalah peristiwa yang terjadi ketika partikel-partikel zat cair meninggalkan kelompoknya. Semakin lemah gaya tarik-menarik antarmolekul zat cair, semakin mudah zat cair tersebut menguap. Semakin mudah zat cair menguap, semakin besar pula tekanan uap jenuhnya. Banyaknya uap yang terbentuk di atas permukaan zat cair dinamakan dengan tekanan uap. Ketika partikel-partikel zat cair meninggalkan kelompoknya menjadi uap, di saat yang bersamaan uap tersebut akan kembali menjadi zat cair. Tekanan yang ditimbulkan pada saat terjadi kesetimbangan antara jumlah partikel zat cair menjadi uap dan jumlah uap menjadi zat cair disebut tekanan uap jenuh.



Gambar 2. Penurunan Tekanan Uap Larutan Glukosa
(Sumber : <http://ekimia.web.id/penurunantekanan-uap-larutan/>)

Berdasarkan eksperimen Marie Francois Raoult (1878) pada suatu larutan, partikel-partikel zat terlarut akan menghalangi gerak molekul pelarut untuk berubah dari bentuk cair menjadi bentuk uap sehingga tekanan uap jenuh larutan menjadi lebih rendah dari tekanan uap jenuh larutan murni. Adapun bunyi Hukum Raoult yang berkaitan dengan penurunan tekanan uap adalah sebagai berikut :

- Penurunan tekanan uap jenuh tergantung pada jumlah partikel zat terlarut.
- Penurunan tekanan uap jenuh berbanding lurus dengan fraksi mol zat terlarut sehingga semakin besar nilai fraksi mol zat terlarut maka tekanan uap larutan akan semakin rendah.

Hukum Raoult tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\Delta P = X_t \cdot P^\circ$$

Apabila tekanan uap pelarut di atas larutan dilambangkan P maka

$$\Delta P = P^\circ - P$$

Jika komponen larutan terdiri pelarut dan zat terlarut dengan tetapan rumus berikut:

$$X_p + X_t = 1, \text{ maka } X_t = 1 - X_p.$$

Persamaan akan menjadi:

$$\begin{aligned} \Delta P &= X_t \cdot P^\circ \\ P^\circ - P &= (1 - X_p) P^\circ \\ P^\circ - P &= P^\circ - X_p \cdot P^\circ \end{aligned}$$

$$P = X_p \cdot P^\circ$$

Keterangan :

- ΔP = Penurunan tekanan uap (mmHg)
- X_p = Fraksi mol pelarut
- X_t = Fraksi mol terlarut
- P° = Tekanan uap jenuh pelarut murni (mmHg)
- P = Tekanan uap larutan (mmHg)

Contoh Soal

- Tekanan uap jenuh air pada temperatur 25°C adalah 30 mmHg. Tentukan penurunan tekanan uap jenuh air, jika ke dalam 90 gram air dilarutkan 18 gram glukosa ($C_6H_{12}O_6$) dengan $M_r = 180$!

Penyelesaian :

$$n_{C_6H_{12}O_6} = \frac{gr}{M_r} = \frac{18 \text{ gr}}{180 \text{ gr/mol}} = 0,1 \text{ mol}$$

$$n_{H_2O} = \frac{gr}{M_r} = \frac{90 \text{ gr}}{18 \text{ gr/mol}} = 5 \text{ mol}$$

$$X_t = \frac{nt}{nt+np} = \frac{0,1 \text{ mol}}{(5+0,1) \text{ mol}} = 0,02$$

$$\begin{aligned} \Delta P &= X_t \cdot P^\circ \\ &= 0,02 \cdot 30 \text{ mmHg} = 0,6 \text{ mmHg} \end{aligned}$$

- Tentukan tekanan uap jenuh larutan yang mengandung 12% massa urea, $CO(NH_2)_2$ dengan $M_r = 60$, jika tekanan uap jenuh air pada temperature 30°C adalah 31,82 mmHg!

Penyelesaian :

Untuk menyelesaikan soal ini, dibuat permisalan terlebih dahulu

Massa larutan dianggap 100 gram, sehingga

$$\text{Massa } 12\% \text{ urea} = \frac{12}{100} \times 100 \text{ gram} = 12 \text{ gram}$$

$$\text{Massa H}_2\text{O} = 100 \text{ gr} - 12 \text{ gr} = 88 \text{ gram}$$

$$n \text{ CO(NH}_2)_2 = \frac{gr}{Mr} = \frac{12 \text{ gr}}{60 \text{ gr/mol}} = 0,2 \text{ mol}$$

$$n \text{ H}_2\text{O} = \frac{gr}{Mr} = \frac{88 \text{ gr}}{18 \text{ gr/mol}} = 4,89 \text{ mol}$$

$$X_p = \frac{np}{nt+np} = \frac{4,89 \text{ mol}}{(4,89+0,2) \text{ mol}} = 0,96$$

$$P = X_p \cdot P^\circ \\ = 0,96 \cdot 31,82 \text{ mmHg} = 30,55 \text{ mmHg}$$

Aplikasi Penurunan Tekanan Uap dalam Kehidupan

1. Cara memperoleh benzene murni

Untuk mendapatkan benzena murni menggunakan pemisahan campuran dengan distilasi bertingkat, dengan menggunakan prinsip perbedaan tekanan uap antara zat pelarut dengan zat terlarut.

2. Wisata air kolam apung

Kolam apung adalah kolam yang memiliki kadar garam yang sangat tinggi, bahkan 10 kali lipat tingginya dibandingkan kadar garam rata-rata di lautan sehingga kolam ini memiliki pelarut yang sukar menguap. Karena memiliki konsentrasi zat terlarut sangat tinggi, maka pada saat kita berenang di sini akan mengapung atau tidak tenggelam.

C. Rangkuman

1. Sifat koligatif larutan adalah sifat larutan yang dipengaruhi oleh *jumlah partikel zat terlarut* dan tidak tergantung dari sifat zat terlarut.
2. Penguapan adalah peristiwa yang terjadi ketika partikel-partikel zat cair meninggalkan kelompoknya. Semakin lemah gaya tarik-menarik antarmolekul zat cair, semakin mudah zat cair tersebut menguap
3. Hukum Rault menyatakan penurunan tekanan uap jenuh sebanding dengan fraksi mol terlarut.

$$\Delta P = X_t \cdot P^\circ$$

4. Semakin besar nilai fraksi mol zat terlarut maka semakin rendah tekanan uap larutan.
5. Tekanan uap jenuh larutan dapat dihitung melalui rumus berikut :

$$P = X_p \cdot P^\circ$$

D. Penugasan Mandiri

1. Perhatikan tabel di bawah ini!

No	Larutan	X _t	P ^o	P	ΔP
1	Sukrosa	0,01	25 mmHg	24,75 mmHg	0,25

2	Sukrosa	0,02	25 mmHg	24,50 mmHg	0,50
3	Sukrosa	0,03	25 mmHg	24,25 mmHg	0,75
4	Etanol	0,01	25 mmHg	24,75 mmHg	0,25
5	Etanol	0,02	25 mmHg	24,50 mmHg	0,50
6	Etanol	0,03	25 mmHg	24,25mmHg	0,75

Berdasarkan data tabel di atas :

- Perhatikan larutan No. 1 dan 2 apakah zat terlarutnya sama? Bagaimana dengan penurunan tekanan uapnya?
- Perhatikan larutan No. 1 dan 2 apakah zat terlarutnya sama? Bagaimana dengan penurunan tekanan uapnya?
- Adakah pengaruh nilai fraksi mol zat terlarut terhadap penurunan tekanan uap yang terjadi?
- Bagaimana hubungan antara nilai fraksi mol zat terlarut dengan penurunan tekanan uap larutan?
- Bagaimana pula hubungan antara nilai fraksi mol zat terlarut dengan tekanan uap larutan?

E. Latihan Soal

Kerjakan soal di bawah ini dengan benar dan jujur!

- Di antara sifat larutan di bawah ini yang tidak termasuk sifat koligatif larutan adalah
 - Penurunan tekanan uap
 - Kenaikan titik didih
 - Kenaikan titik beku
 - Penurunan titik beku
 - Tekanan osmosis
- Perhatikan larutan berikut.
 - $C_6H_{12}O_6$ 0,1 M
 - $CO(NH_2)_2$ 0,2 M
 - $C_{12}H_{22}O_{11}$ 0,1 M
 - $C_6H_{12}O_6$ 0,3 M
 - $CO(NH_2)_2$ 0,2 M
 Larutan yang mempunyai tekanan uap paling rendah adalah
 - 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
- Sebanyak 100 gram sukrosa ($M_r = 342$) dilarutkan dalam 500 gram air pada suhu $25^\circ C$ mempunyai tekanan uap ... (tekanan uap air jenuh = 23,76 mmHg).
 - 0,247 mmHg
 - 23,513 mmHg
 - 23,76 mmHg
 - 24 mmHg
 - 25 mmHg
- Sepuluh gram urea $CO(NH_2)_2$ dilarutkan dalam 90 mL air. Bila tekanan uap jenuh air pada suhu $25^\circ C$ adalah 62 cmHg, maka tekanan uap larutan urea tersebut adalah
 - 2 cmHg
 - 30 cmHg
 - 31 cmHg
 - 60 cmHg
 - 64 cmHg

KUNCI JAWABAN DAN PEMBAHASAN :

No	Kunci	Pembahasan
1	C	Sifat koligatif larutan terdiri atas 4 sifat, meliputi : <ul style="list-style-type: none"> • Penurunan tekanan uap (ΔP) • Kenaikan titik didih (ΔT_b) • Penurunan titik beku (ΔT_f) • Tekanan osmotik (π)
2	D	Berdasarkan pernyataan pada Hukum Roulte : Penurunan tekanan uap larutan sebanding dengan fraksi mol zat terlarut Artinya semakin banyak zat terlarut dalam larutan maka tekanan uap akan semakin rendah. Pada pilihan A hingga E semua larutan merupakan zat non elektrolit sehingga jawaban yang tepat adalah $C_6H_{12}O_6$ 0,3 M
3	B	$n \text{ sukrosa} = \frac{gr}{Mr} = \frac{100 \text{ gr}}{342 \text{ gr/mol}} = 0,29 \text{ mol}$ $n \text{ H}_2\text{O} = \frac{gr}{Mr} = \frac{500 \text{ gr}}{18 \text{ gr/mol}} = 27,77 \text{ mol}$ $X_p = \frac{np}{nt+np} = \frac{27,77 \text{ mol}}{(27,77+0,29) \text{ mol}} = 0,989$ $P = X_p \cdot P^\circ$ $= 0,989 \cdot 23,76 \text{ mmHg} = 23,514 \text{ mmHg}$
4	C	$n \text{ CO(NH}_2)_2 = \frac{gr}{Mr} = \frac{10 \text{ gr}}{60 \text{ gr/mol}} = 0,16 \text{ mol}$ $n \text{ H}_2\text{O} = \frac{gr}{Mr} = \frac{90 \text{ gr}}{18 \text{ gr/mol}} = 5 \text{ mol}$ $X_p = \frac{np}{nt+np} = \frac{5 \text{ mol}}{(5+0,16) \text{ mol}} = 0,968$ $P = X_p \cdot P^\circ$ $= 0,968 \cdot 62 \text{ mmHg} = 60 \text{ mmHg}$

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 3. Bagus! Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

NO	PERTANYAAN	JAWABAN	
		YA	TIDAK
1	Saya dapat menganalisa bagaimana fenomena sifat koligatif penurunan titik beku		
2	Saya dapat menghitung fraksi mol terlarut dan pelarut		
3	Saya dapat menghitung penurunan tekanan uap larutan		
4	Saya dapat menganalisa hubungan fraksi mol terlarut dengan tekanan uap larutan		

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 3

PENURUNAN TITIK BEKU DAN KENAIKAN TITIK DIDIH

A. Tujuan Pembelajaran

Materi pada Kegiatan Pembelajaran 3 ini merupakan materi prasyarat untuk Kegiatan Pembelajaran berikutnya (KD 3.2 dan 4.2). Jadi setelah membaca dan mengikuti langkah-langkah atau arahan pada modul ini diharapkan Ananda dapat :

1. Menganalisa fenomena sifat koligatif penurunan titik beku larutan
2. Menganalisa fenomena sifat koligatif kenaikan titik didih larutan
3. Menganalisa perhitungan yang berlaku dalam fenomena sifat koligatif penurunan titik beku dan kenaikan titik didih larutan

B. Uraian Materi

Cermati gambar di bawah ini!



Gambar 3. Es Putar (kiri) dan Memasak Sayuran (kanan)

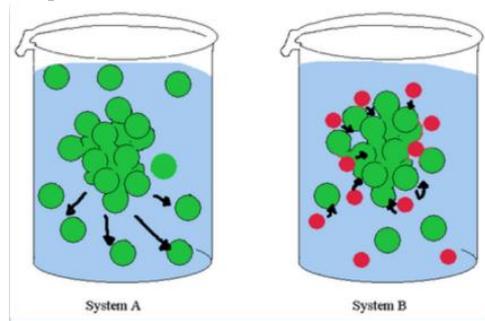
Hal apakah yang terpikir olehmu? Mengapa es puter di dalam gerobak tetap dingin walaupun sudah berkeliling dalam waktu lama? Apakah si penjual membawa kulkasnya? Lalu bagaimana menjaga agar es putarnya tetap membeku? Atau mengapa pada saat memasak sayuran, garam selalu ditambahkan setelah air mendidih?

Es putar adalah es krim untuk masyarakat kelas bawah selain rasanya yang enak harganya juga cukup murah dan terjangkau. Ada hal yang menarik dari para penjual Es putar ini mereka berkeliling dari satu tempat ke tempat yang lain untuk menjual es mereka tanpa membawa lemari es (kulkas) hanya membawa gerobak mereka yang berisi es batu secukupnya tetapi Es putar atau es tong-tong mereka tidak mencair padahal hampir seharian mereka menjajakan dagangan mereka, mereka hanya menambahkan garam pada Es batu yang mereka bawa untuk menjaga Es putar mereka tidak cepat mencair. Sama halnya dengan proses memasak yang terdapat pada gambar di sebelumnya tersebut. Ketika memasak sayuran, penambahan garam selalu dilakukan setelah air mendidih agar proses memasak tidak memakan waktu yang lama. Berdasarkan kedua fenomena tersebut, maka mari kita perhatikan bagaimana penjelasan ilmiahnya.

1. Penurunan Titik Beku

Titik beku larutan adalah suhu pada saat tekanan uap cairan sama dengan tekanan uap padatannya atau titik dimana air mulai membeku. Titik beku normal suatu zat adalah suhu pada saat zat meleleh atau membeku pada tekanan 1 atm (keadaan

normal). Tekanan luar tidak terlalu berpengaruh pada titik beku. Pada tekanan 760 mmHg, air membeku pada suhu 0 °C.



Gambar 4. Pengaruh Zat Terlarut Terhadap Proses Pembekuan Pelarut

Jika suatu zat terlarut ditambahkan pada suatu pelarut murni hingga membentuk larutan maka titik beku pelarut murni akan mengalami penurunan. Hal ini terjadi karena molekul molekul pelarut susah berubah menjadi fase cair karena partikel terlarut menghalangi pergerakan partikel pelarut. Misalnya, titik beku normal air adalah 0 °C. Namun dengan adanya zat terlarut pada suhu 0 °C air belum membeku. Jadi selisih titik beku pelarut (T_f°) dengan titik beku larutan (T_f) disebut penurunan titik beku (ΔT_f).

$$\Delta T_f = T_f \text{ pelarut} - T_f \text{ larutan}$$

$$\Delta T_f = T_f^\circ - T_f$$

Menurut Hukum Backman dan Raoult bahwa penurunan titik beku dan kenaikan titik didih berbanding langsung dengan molalitas yang terlarut di dalamnya.

$$\Delta T_f = m \times K_f$$

Keterangan :

T_f larutan (T_b)	= Titik beku larutan (°C)
T_f pelarut (T_b°)	= Titik beku pelarut (°C)
ΔT_f	= Penurunan titik beku (°C)
m	= Molalitas larutan (molal)
K_f	= Tetapan penurunan titik beku molal (°C/molal)

Contoh Soal

1. Dimasukkan 18 g glukosa ($M_r = 180$) ke dalam 1000 mL air. Massa jenis air = 1 g/mL dan K_f air = 1,86°C/molal. Tentukan titik beku larutan tersebut!

Glukolsa --- gr = 18 gram
 $M_r = 180$ gr/mol

V air = 1000ml

ρ air = 1 g/ml

(p) massa air = $\rho \times V = 1 \times 1000 = 1000$ gram

Dit: T_f ?

Jawab:

$$\Delta T_f = \frac{gr}{M_r} \times \frac{1000}{p} \times K_b$$

$$\Delta T_f = \frac{18}{180} \times \frac{1000}{1000} \times 1,86$$

$$\Delta T_f = 0,186$$

$$T_f = 0 - \Delta T_f$$

$$T_f = 0 - 0,186$$

$$T_f = -0,186$$

Jadi, titik beku larutan tersebut adalah $-0,186^{\circ}\text{C}$

Aplikasi Penurunan Titik Beku

a. Membuat Campuran Pendingin pada Es Putar

Untuk membuat es putar diperlukan yang namanya cairan pendingin. Cairan pendingin merupakan larutan berair yang memiliki titik beku jauh di bawah 0°C . Secara sederhana, cairan pendingin dibuat dengan melarutkan berbagai jenis garam ke kepingan es batu. Pada pembuatan es putar cairan pendingin dibuat dengan mencampurkan garam dapur dengan kepingan es batu dalam sebuah bejana berlapis kayu. Pada pencampuran itu, es batu akan mencair sedangkan suhu campuran turun. Sementara itu, campuran bahan pembuat es putar dimasukkan dalam bejana lain yang terbuat dari bahan stainless steel. Bejana ini kemudian dimasukkan ke dalam cairan pendingin, sambil terus-menerus diaduk sehingga campuran membeku.

b. Membuat Zat Antibeku pada Radiator Mobil

Mungkin kalian akan berpikir, bagaimana bisa air radiator di negara yang memiliki empat musim tidak membeku pada musim salju. Seharusnya di daerah yang memiliki iklim dingin, air radiator pada mobil akan mudah sekali membeku. Jika air radiator membeku maka akan merusak komponen mobil tersebut. Untuk mengatasi agar air radiator tidak mudah membeku, maka ditambahkan cairan yang sulit membeku yakni etilen glikol. Dengan penambahan cairan ini, nantinya air radiator tidak mudah membeku karena terjadi penurunan titik beku cairan radiator.

c. Mencairkan Salju di Jalan Raya

Di negara-negara yang mengalami musim salju, mobil akan mengalami kesulitan saat melintasi jalan raya karena jalan raya tertutup salju yang cukup tebal. Salju ini bisa menyebabkan kendaraan tergelincir atau selip karena licin sehingga perlu dibersihkan. Untuk membersihkan salju di jalan raya biasanya ditaburi dengan campuran garam NaCl dan CaCl_2 . Penaburan garam ini akan menurunkan titik beku salju tersebut, sehingga salju kembali menjadi air. Semakin tinggi konsentrasi garam, maka makin menurun titik bekunya, sehingga salju akan makin banyak yang mencair.

d. Antibeku dalam Tubuh Hewan

Tahukah kamu kenapa hewan yang berada di kutub utara maupun di kutub selatan tidak membeku atau mati. Hal ini disebabkan karena dalam tubuh hewan tersebut terdapat zat antibeku. Sehingga hewan yang berada di daerah yang beriklim sangat dingin mampu bertahan hidup.

e. Penambahan Antibeku Pada Minyak Kelapa

Jika kita membuat minyak kelapa tradisional, minyak yang dihasilkan akan cepat membeku. Pada pagi hari minyak kelapa akan membeku karena memiliki titik beku yang tinggi. Untuk mengatasi hal tersebut maka pada minyak kelapa ditambahkan garam-garaman atau vitamin E agar terjadi penurunan titik beku, sehingga minyak kelapa tidak mudah membeku pada suhu rendah.

2. Kenaikan Titik Didih Larutan

Suhu pada saat tekanan uap jenuh cairan sama dengan tekanan luarnya (tekanan pada permukaan cairan) disebut dengan titik didih. Jika tekanan uap sama dengan

tekanan luar, maka gelembung uap yang terbentuk dalam cairan dapat mendorong diri ke permukaan menuju fase gas.

Jika air murni dipanaskan pada tekanan 1 atm (760 mmHg), maka air akan mendidih pada suhu 100°C. Jika pada suhu yang sama dilarutkan gula, maka tekanan uap air akan turun. Jika semakin banyak gula yang dilarutkan, maka makin banyak penurunan tekanan uapnya. Hal ini mengakibatkan larutan gula belum mendidih pada suhu 100°C. Agar larutan gula cepat mendidih, diperlukan suhu yang cukup tinggi, sehingga tekanan uap jenuhnya sama dengan tekanan uap di sekitarnya. Selisih antara titik didih larutan dengan titik didih pelarut murni disebut kenaikan titik didih (ΔT_b).

$$\Delta T_b = T_b \text{ larutan} - T_b \text{ pelarut}$$

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

Secara umum semakin banyak zat terlarut yang dilarutkan maka kenaikan titik didih akan semakin besar sehingga persamaan untuk menentukan perubahan titik didih sebanding dengan hasil kali molalitas (m) dengan nilai K_b pelarut.

$$\Delta T_b = m \times K_b$$

Keterangan :

T_b larutan (T_b) = Titik didih larutan (°C)

T_b pelarut (T_b°) = Titik didih pelarut (°C)

ΔT_b = Kenaikan titik didih (°C)

m = Molalitas larutan (molal)

K_b = Tetapan kenaikan titik didih molal (°C/molal)

Contoh Soal

1. Dimasukkan 18 g glukosa ($M_r = 180$) ke dalam 1000 mL air. Massa jenis air = 1 g/mL dan K_b air = 0,52°C/molal. Tentukan titik didih larutan tersebut!

Glukosa --- gr = 18 gram

$M_r = 180$ gr/mol

V air = 1000ml

ρ air = 1 g/ml

(p) massa air = $\rho \times V = 1 \times 1000 = 1000$ gram

Dit: T_b ?

Jawab:

$$\Delta T_b = \frac{gr}{M_r} \times \frac{1000}{p} \times K_b$$

$$\Delta T_b = \frac{18}{180} \times \frac{1000}{1000} \times 0,52$$

$$\Delta T_b = 0,052$$

$$T_b = 100 - \Delta T_b$$

$$T_b = 100 - 0,052$$

$$T_b = 100,052$$

Jadi, titik didih larutan tersebut adalah 100,052°C

Aplikasi Kenaikan Titik Didih Larutan

- a. Distilasi

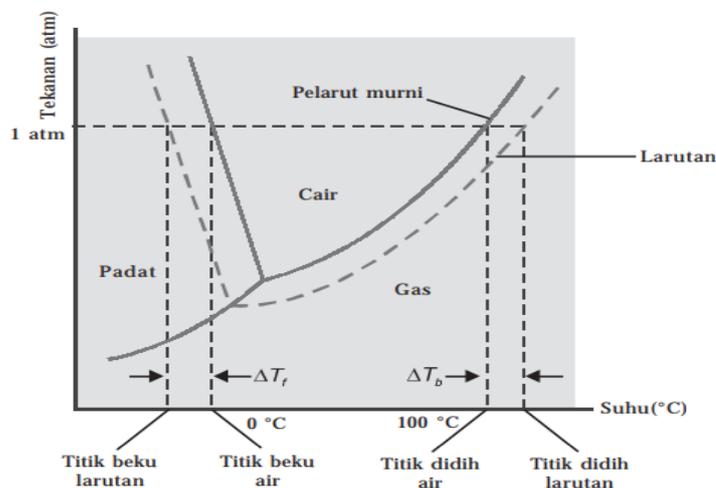
Distilasi adalah proses pemisahan senyawa dalam suatu larutan dengan cara pendidihan. Larutan yang akan dipisahkan dengan zat terlarutnya, suhunya dinaikkan secara perlahan agar zat terlarut menguap dan dapat dipisahkan dengan pelarutnya. Jadi sangat penting sekali mengetahui titik didih zat terlarut agar waktu yang diperlukan untuk mendidihkan larutan tersebut dapat diketahui. Kenaikan titik didih juga digunakan untuk mengklasifikasikan bahan bakar yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

b. Penambahan Garam Ketika Memasak

Pada umumnya ketika sedang memasak atau merebus sesuatu, penambahan garam biasanya dilakukan setelah air mendidih. Hal ini bertujuan mencegah agar pada proses pemasakan terjadi lebih lama. Penambahan garam ketika larutan belum mendidih akan menaikkan titik didih larutan sehingga proses memasak akan membutuhkan waktu lebih lama.

Diagram P-T

Coba kalian cermati diagram di bawah ini!



Gambar 5. Diagram 3 Fasa (Diagram P-T)

Dari diagram 3 fasa tersebut, hal apakah yang dapat kamu kemukakan? Dapatkah kalian melihat posisi dari ketiga wujud zat yang ada? Adakah pengaruh tekanan pada diagram tersebut? Lalu apa fungsi dari diagram tersebut di atas?

Diagram di atas dapat digunakan untuk menganalisa bagaimana pengaruh sifat koligatif larutan berdasarkan variabel tekanan (P) dan suhu (T). Adanya zat terlarut pada suatu larutan tidak hanya memengaruhi tekanan uap saja, tetapi juga memengaruhi titik didih dan titik beku. Keberadaan suatu zat terlarut dalam larutan menyebabkan penurunan tekanan uap yang mengakibatkan terjadinya penurunan garis kesetimbangan antarfasa sehingga muncul sifat koligatif kenaikan titik didih dan penurunan titik beku. Posisi kenaikan titik didih larutan pada diagram tersebut berada di sebelah kanan dari pelarutnya yang menunjukkan jika titik didih larutan lebih tinggi dan terbentuk delta. Hal yang sama juga dialami oleh penurunan titik beku larutan yang terletak pada posisi lebih kiri dibanding pelarutnya.

C. Rangkuman

1. Kenaikan titik didih dan penurunan titik beku terjadi karena adanya interaksi zat terlarut dalam suatu pelarut

- Berdasarkan Hukum Backman dan Raoult bahwa penurunan titik beku dan kenaikan titik didih berbanding langsung dengan molalitas yang terlarut di dalamnya. Artinya semakin banyak zat terlarut dalam larutan maka penurunan titik beku dan kenaikan titik didihnya akan semakin besar pula.
- Besarnya penurunan titik beku dan kenaikan titik didih larutan dirumuskan sebagai berikut :

Penurunan Titik Beku

Kenaikan Titik Didih

$$\Delta T_f = m \times K_f$$

$$\Delta T_b = m \times K_b$$

$$\Delta T_f = T_f^\circ - T_f$$

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

D. Penugasan Mandiri

Cermati tabel di bawah ini!

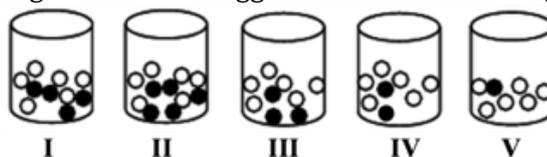
No	Larutan	Konsentrasi zat terlarut (molalitas)	Titik didih larutan (°C)	(ΔT_b)
1	Air + glukosa	1 m	100,52	0.52
2	Air + glukosa	2 m	101,04	1.04
3	Air + sukrosa	1 m	100,52	0.52
4	Air + sukrosa	2 m	101,04	1.04

Berdasarkan data tabel di atas, jawablah pertanyaan berikut ini :

- Adakah selisih antara titik didih air dengan titik didih larutan glukosa?
- Bagaimana perbandingan titik didih antara larutan glukosa 1 m dengan glukosa 2 m? Jelaskan mengapa demikian?
- Bagaimana perbandingan titik didih antara larutan sukrosa 1 m dengan sukrosa 2 m? Jelaskan mengapa demikian?
- Untuk larutan yang memiliki kesamaan konsentrasi (glukosa 1 m dan sukrosa 1 m), apakah terjadi perbedaan titik didih larutan? Jelaskan mengapa demikian!
- Jelaskan bagaimana hubungan konsentrasi zat terlarut dengan titik didih larutan!

E. Latihan Soal

- Bagan berikut menggambarkan larutan dengan berbagai konsentrasi



Keterangan : ● = mol partikel zat terlarut
○ = mol partikel pelarut

Bagan yang menunjukkan titik didih larutan paling tinggi adalah....

- | | |
|--------|-------|
| A. I | D. IV |
| B. II | E. V |
| C. III | |

2. Beberapa contoh penerapan sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari adalah sebagai berikut.
1. Proses penyerapan air dalam tanah oleh akar tanaman
 2. Membasmi lintah dengan menabur garam dapur
 3. Pemakaian garam dapur untuk pencairan salju
 4. Penambahan etilena glikol pada radiator mobil
- Penerapan sifat koligatif yang berkaitan dengan penurunan titik beku larutan adalah
- A. 1 dan 2
 - B. 1 dan 3
 - C. 2 dan 3
 - D. 2 dan 4
 - E. 3 dan 4
3. Sebanyak 18 gr glukosa ($M_r = 180$) dilarut dalam 500 gram air. Jika K_f air = 1,8, maka titik beku larutan tersebut
- A. $-0,18^\circ\text{C}$
 - B. $+0,36^\circ\text{C}$
 - C. $+0,18^\circ\text{C}$
 - D. $-0,36^\circ\text{C}$
 - E. $-0,72^\circ\text{C}$
4. Sebanyak 450 gram glukosa ($M_r = 180$) dilarutkan dalam 2 kg air ($K_b = 0,52$) akan mendidih pada suhu ... $^\circ\text{C}$.
- A. 0,65
 - B. 100
 - C. 100,325
 - D. 100,65
 - E. 100,75
5. Suatu larutan urea dalam air memiliki penurunan titik beku $0,372^\circ\text{C}$. Jika K_b air = $0,52^\circ\text{C}/m$ dan K_f air = $1,86^\circ\text{C}/m$ maka kenaikan titik didih larutan urea tersebut adalah
- A. $2,6^\circ\text{C}$
 - B. $0,04^\circ\text{C}$
 - C. $0,892^\circ\text{C}$
 - D. $0,104^\circ\text{C}$
 - E. $0,026^\circ\text{C}$

KUNCI JAWABAN DAN PEMBAHASAN :

No	Kunci	Pembahasan
1	B	Titik didih larutan yang paling tinggi akan dimiliki oleh larutan dengan jumlah zat terlarut paling banyak.
2	E	Beberapa contoh penerapan sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari adalah sebagai berikut. 1. Proses penyerapan air dalam tanah oleh akar tanaman (osmotik) 2. Membasmi lintah dengan menabur garam dapur (osmotik) 3. Pemakaian garam dapur untuk pencairan salju (titik beku) 4. Penambahan etilena glikol pada radiator mobil (titik beku)
3	D	$\Delta T_f = \frac{gr}{M_r} \times \frac{1000}{p} \times K_b$ $\Delta T_f = \frac{18}{180} \times \frac{1000}{500} \times 1,8$ $\Delta T_f = 0,2 \times 1,8 = 0,36$ $T_f = 0 - \Delta T_f$ $T_f = 0 - 0,36$ $T_f = -0,36$

		Jadi, titik beku larutan tersebut adalah $-0,36^{\circ}\text{C}$
4	D	$\Delta T_b = \frac{gr}{Mr} \times \frac{1000}{p} \times K_b$ $\Delta T_b = \frac{450}{180} \times \frac{1000}{2000} \times 0,52$ $\Delta T_b = 0,65$ $T_b = 100 - \Delta T_b$ $T_b = 100 - 0,65$ $T_b = 100,65$ <p>Jadi, titik didih larutan tersebut adalah $100,65^{\circ}\text{C}$</p>
5	D	<p>Hitung dulu molal zat dari data penurunan titik beku</p> $\Delta T_f = m \times K_f$ $0,372 = m \times 1,86$ $m = \frac{0,372 \text{ }^{\circ}\text{C}}{1,86 \text{ }^{\circ}\text{C/molal}}$ $m = 0,2 \text{ molal}$ $\Delta T_b = m \times K_b$ $\Delta T_b = 0,2 \text{ molal} \times 0,52 \text{ }^{\circ}\text{C/molal}$ $\Delta T_b = 0,104^{\circ}\text{C}$

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 3.

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

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 4. Bagus! Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 3, terutama bagian yang belum dikuasai.

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

NO	PERTANYAAN	JAWABAN	
		YA	TIDAK

1	Saya dapat menganalisa fenomena sifat koligatif penurunan titik beku larutan		
2	Saya dapat menganalisa fenomena sifat koligatif kenaikan titik didih larutan		
3	Saya dapat menganalisa perhitungan fenomena sifat koligatif penurunan titik beku larutan		
4	Saya dapat menganalisa perhitungan fenomena sifat koligatif kenaikan titik didih larutan		
5	Saya dapat menjelaskan hubungan zat terlarut dengan penurunan titik beku dan kenaikan titik didih larutan		

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 4

TEKANAN OSMOTIK

A. Tujuan Pembelajaran

Materi pada Kegiatan Pembelajaran 4 ini merupakan materi prasyarat untuk Kegiatan Pembelajaran berikutnya (KD 3.2 dan 4.2). Jadi setelah membaca dan mengikuti langkah-langkah atau arahan pada modul ini diharapkan Ananda dapat :

1. Menganalisa fenomena sifat koligatif tekanan osmotik larutan
2. Menganalisa perhitungan yang berlaku dalam fenomena sifat koligatif tekanan osmotik larutan

B. Uraian Materi

Perhatikan gambar di bawah ini!



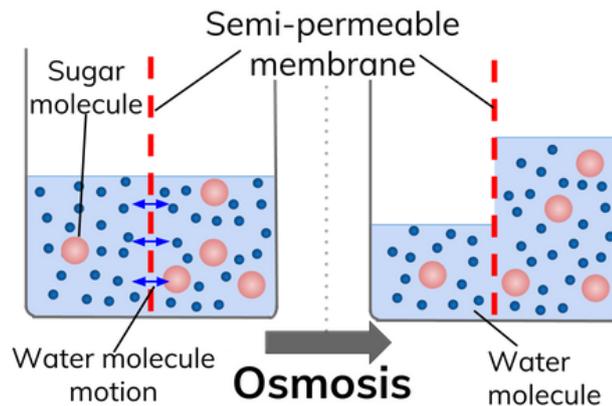
Gambar 6. Ikan Air Laut (Sumber : <https://bebaspedia.com/>)

Hal apa yang pertama kali terpikirkan oleh kalian? Apa yang akan terjadi jika ikan tersebut dimasukkan ke dalam air tawar? Apakah ikan tersebut masih akan tetap hidup?

Pertanyaan tersebut akan berkaitan dengan fenomena sifat koligatif tekanan osmotik larutan. Pada pelajaran biologi dijelaskan jika dalam tubuh ikan terjadi peristiwa osmosis agar dapat bertahan hidup. Peristiwa ini akan sangat mempengaruhi proses sirkulasi air dalam tubuh ikan. Perbedaan konsentrasi kadar garam pada air laut dan air tawar akan menyebabkan suatu dampak tertentu pada tubuh ikan. Nah, bagaimana penjelasannya ilmiahnya dalam ilmu kimia? Mari kita bahas materi berikut ini!

1. Tekanan Osmotik

Jika dua jenis larutan yang konsentrasinya berbeda dimasukkan ke dalam wadah kemudian kedua larutan itu dipisahkan dengan selaput semipermeabel, apakah yang akan terjadi? Perhatikan ilustrasi berikut!



Gambar 7. Peristiwa Osmosis (Sumber : <https://www.pakarkimia.com/>)

Gambar di atas menampilkan dua larutan yang memiliki konsentrasi berbeda dengan dibatasi oleh selaput semipemebel. Larutan di kiri merupakan larutan encer yang memiliki tekanan osmotik rendah (hipotonik), sedangkan larutan di kanan merupakan larutan pekat yang umumnya memiliki tekanan osmotik yang pekat (hipertonik). Selaput semipermeabel pada gambar hanya dapat dilalui oleh molekul pelarut tetapi tidak dapat dilalui oleh molekul zat terlarut. Molekul-molekul pelarut akan merembes dari larutan encer ke larutan yang lebih pekat. Proses perpindahan molekul pelarut dari larutan encer ke larutan yang lebih pekat atau dari pelarut murni ke suatu larutan melalui selaput semipermeabel disebut peristiwa osmosis. Peristiwa osmosis akan berlangsung hingga dicapai suatu kesetimbangan atau hingga kedua larutan isotonis. Hal ini ditandai dengan berhentinya perubahan volume larutan. Perbedaan volume dua larutan pada kesetimbangan menghasilkan suatu tekanan yang disebut tekanan osmosis. Tekanan osmosis dapat juga diartikan sebagai tekanan yang diberikan untuk mencegah terjadinya peristiwa osmosis.

Menurut Van't Hoff, tekanan osmotik larutan-larutan encer dapat dihitung dengan rumus yang serupa dengan persamaan gas ideal, yaitu:

$$PV = nRT \text{ atau } \pi V = nRT$$

dengan mol/Volume menyatakan kemolaran larutan (M) maka persamaan di atas dapat ditulis

$$\pi = \frac{n}{V} RT$$

$$\pi = MRT$$

Keterangan :

- π = Tekanan osmosis (atm)
- M = Molaritas (mol/L)
- R = Tetapan gas (0,082 atm L/mol K)
- T = Suhu (K)
- n = Mol terlarut (mol)
- V = Volume larutan (L atau mL)

Contoh Soal

1. Berapa tekanan osmosis larutan urea yang dibuat dengan melarutkan 6 gram urea ($M_r = 60$) dalam 1000 mL air pada suhu 27°C ?

Penyelesaian :

Urea --- gr = 6 gr

$M_r = 60 \text{ gr/mol}$

V larutan = 1000 ml

$R = 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm/mol.K}$

$T = 27^\circ\text{C} = 27 + 273 \text{ K} = 300 \text{ K}$

Dit: π ?

Jawab:

$$\pi = MRT$$

$$\pi = \frac{gr}{M_r} \times \frac{1000}{V(ml)} \times R \times T$$

$$\pi = \frac{6 \text{ gr}}{60 \text{ gr/mol}} \times \frac{1000}{1000} \times 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm/mol.K} \times 300 \text{ K}$$

$$\pi = 0,1 \text{ M} \times 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm/mol.K} \times 300 \text{ K}$$

$$\pi = 0,1 \times 24,6 \text{ atm}$$

$$\pi = 2,46 \text{ atm}$$

Aplikasi Tekanan Osmotik Dalam Kehidupan

- a. Mengontrol Bentuk Sel
Pernahkah kamu melihat pasien yang dipasang infus di rumah sakit. Cairan infus yang dimasukkan ke dalam tubuh pasien melalui pembuluh darah dengan selang khusus harus memiliki tekanan osmosis yang sama dengan cairan sel-sel darah. Jika larutan pada cairan infus memiliki tekanan yang lebih tinggi (hipertonik) atau lebih rendah (hipotonik) maka sel-sel darah akan mengalami kerusakan sehingga sangat membahayakan pasien. Jadi contoh penerapan tekanan osmosis adalah untuk mengontrol bentuk sel agar tidak pecah atau mengalami kerusakan.
- b. Mesin Cuci Darah
Pasien penderita gagal ginjal harus menjalani terapi cuci darah (hemodialisis) dengan menggunakan mesin dialisis. Mesin dialisis ini menggunakan prinsip tekanan osmosis larutan. Terapi pada hemodialisis menggunakan metode dialisis, yaitu proses perpindahan molekul kecil-kecil seperti urea dari dalam sel darah melalui membran semipermeabel dan masuk ke cairan lain, kemudian dibuang. Membran tak dapat ditembus oleh molekul besar seperti protein sehingga akan tetap berada di dalam darah.
- c. Pengawetan Selai
Industri makanan ringan sering memanfaatkan konsep tekanan osmosis pada pengawetan selai. Gula dalam jumlah yang banyak ternyata penting dalam proses pengawetan karena gula membantu membunuh bakteri yang bisa mengakibatkan botulisme. Botulisme merupakan kondisi keracunan serius yang disebabkan oleh racun yang dihasilkan bakteri *Clostridium botulinum*. Bila sel bakteri berada dalam larutan gula hipertonik (konsentrasi tinggi), air intrasel cenderung untuk bergerak keluar dari sel bakteri ke larutan yang lebih pekat. Proses ini yang disebut krenasi (crenation), menyebabkan sel bakteri tersebut mengerut dan akhirnya tidak berfungsi lagi.

d. Membasmi Lintah

Cara paling ampuh untuk membasmi lintah atau pacet adalah dengan menaburkan sejumlah garam dapur (NaCl) ke permukaan tubuh lintah atau pacet. Pembasmian lintah dengan garam dapur merupakan penerapan dari tekanan osmosis. Garam dapur mampu menyerap air yang ada di dalam tubuh lintah, sehingga lintah akan kekudarangan air dan pada akhirnya akan mati.

e. Penyerapan Air oleh Akar Tanaman

Tanaman membutuhkan air dari dalam tanah. Bagaimana caranya agar air bisa sampai ke seluruh bagian tanaman? Air yang ada di dalam tanah akan diserap oleh akar. Bagaimana bisa? Dalam tanaman mengandung zat-zat terlarut sehingga konsentrasinya lebih tinggi daripada air yang ada di dalam tanah. Karena tanaman hipertonik maka air dalam tanah dapat diserap oleh tanaman dan diedarkan ke seluruh bagian tanaman.

f. Desalinasi Air Laut Melalui Osmosis Balik

Seiring perkembangan manusia yang pesat, sulit untuk akan mencari sumber air bersih secara alami. Apalagi era sekarang, beberapa negara dibelahan dunia sulit mendapatkan air bersih. Untuk itu manusia mencoba memanfaatkan laut sebagai sumber air bersih dengan metode osmosis balik. Osmosis balik adalah perembesan pelarut dari larutan ke pelarut, atau dari larutan yang lebih pekat ke larutan yang lebih encer. Osmosis balik terjadi jika kepada larutan diberikan tekanan yang lebih besar dari tekanan osmotiknya. Osmosis balik digunakan untuk membuat air murni dari air laut. Dengan memberi tekanan pada permukaan air laut yang lebih besar daripada tekanan osmotiknya, air dipaksa untuk merembes dari air asin ke dalam air murni melalui selaput yang permeabel untuk air tetapi tidak untuk ion-ion dalam air laut.

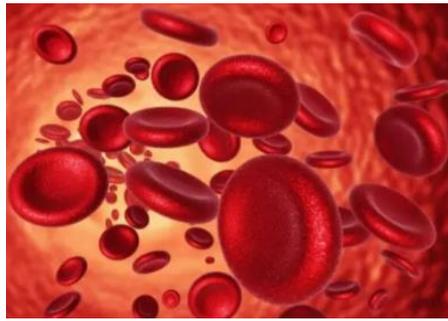
C. Rangkuman

1. Osmosis adalah proses perpindahan molekul pelarut dari larutan encer ke larutan yang lebih pekat atau dari pelarut murni ke suatu larutan melalui selaput semipermeable
2. Tekanan osmotik adalah tekanan yang diberikan untuk mencegah terjadinya peristiwa osmosis.
3. Larutan hipotonik adalah larutan dengan tekanan osmotik rendah
4. Larutan hipertonik adalah larutan dengan tekanan osmotik tinggi
5. Larutan isotonik adalah larutan dengan tekanan osmotik sama
6. Menurut Van't Hoff, tekanan osmotik larutan dapat dihitung dengan rumus :

$$\pi = MRT$$

7. Ketika terjadi perbedaan tekanan osmotik maka larutan akan melakukan peristiwa osmosis hingga keduanya memiliki tekanan osmotik yang sama.

D. Penugasan Mandiri



Dalam tubuh makhluk hidup juga dapat ditemui proses osmosis. Salah satunya yang terjadi pada sel darah merah. Dinding sel darah merah mempunyai ketebalan sekitar 10 nm dan pori dengan diameter 0,8 nm. Molekul air berukuran kurang dari setengah diameter tersebut sehingga dapat melewatinya dengan mudah. Cairan dalam sel darah merah mempunyai tekanan osmosis yang sama dengan larutan NaCl 0,9 % yakni 7,46 atm.

- Apa yang akan terjadi pada sel darah merah jika kedalamnya dimasukkan larutan infus yang hipotonik? Berikan alasanmu!
- Apa yang akan terjadi pada sel darah merah jika kedalamnya dimasukkan larutan infus yang hipertonic? Berikan alasanmu!
- Bagaimana seharusnya kondisi larutan infus agar dapat dipergunakan pada kasus di atas?

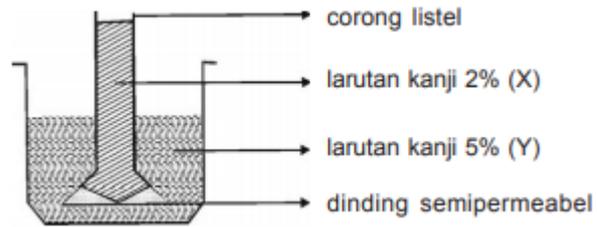
E. Latihan Soal

Kerjakan soal di bawah ini dengan benar dan jujur!

- Berikut ini beberapa penerapan sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari:
 - penyerapan air oleh akar tanaman;
 - penambahan garam dalam proses pembuatan es putar;
 - penambahan garam untuk mencairkan salju;
 - penggunaan garam untuk membunuh lintah; dan
 - menambah etilen glikol pada radiator mobil.
 Penerapan tekanan osmotik terdapat pada peristiwa nomor ...
 - (1) dan (3)
 - (1) dan (4)
 - (2) dan (3)
 - (2) dan (5)
 - (4) dan (5)
- Tekanan osmotik larutan glukosa 0,01 M pada suhu 27 °C dimana $R = 0,082$ adalah

A. 0,022 atm	D. 0,738 atm
B. 0,066 atm	E. 1,246 atm
C. 0,246 atm	
- Larutan yang isotonis dengan larutan glukosa 0,3 M adalah
 - Alkohol 0,1 M
 - Gliserol 0,2 M
 - Urea 0,3 M
 - Sukrosa 0,4 M
 - Glukosa 0,5 M

4. Diagram berikut ini adalah corong listel dengan dinding semipermeabel yang memisahkan dua larutan kanji yang berbeda konsentrasinya. Sebelum mencapai keseimbangan, aliran molekul-molekul melalui dinding semipermeabel adalah



- A. Molekul air bergerak dari larutan X ke larutan Y
 - B. Molekul air bergerak dari larutan Y ke larutan X
 - C. Molekul kanji bergerak dari larutan X ke larutan Y
 - D. Molekul kanji bergerak dari larutan Y ke larutan X
 - E. Tidak terjadi perpindahan molekul
5. Tekanan osmosis larutan yang dibuat dengan melarutkan 6 gram zat X ($M_r = 60$) dalam 500 mL air pada suhu 27°C adalah
- A. 2,46 atm
 - B. 4,92 atm
 - C. 7,38 atm
 - D. 24,6 atm
 - E. 49,2 atm

KUNCI JAWABAN DAN PEMBAHASAN :

No	Kunci	Pembahasan
1	B	Berikut ini beberapa penerapan sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari: (1) penyerapan air oleh akar tanaman; (osmotik) (2) penambahan garam dalam proses pembuatan es putar; (titik beku) (3) penambahan garam untuk mencairkan salju; (titik beku) (4) penggunaan garam untuk membunuh lintah; dan (osmotik) (5) menambah etilen glikol pada radiator mobil. (titik beku)
2	C	$M = 0,01 \text{ M}$ $R = 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm/mol.K}$ $T = 27 \text{ }^\circ\text{C} = 27 + 273 \text{ K} = 300 \text{ K}$ Dit: π ? Jawab: $\pi = MRT$ $\pi = 0,01 \text{ M} \times 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm/mol.K} \times 300 \text{ K}$ $\pi = 0,01 \times 24,6 \text{ atm}$ $\pi = 0,246 \text{ atm}$
3	C	Larutan yang isotonis glukosa 0,3M adalah larutan yang memiliki konsentrasi yang sama dengan larutan glukosa 0,3M sehingga jawaban yang tepat adalah urea 0,3M
4	A	Larutan X \rightarrow hipotonis (encer) Larutan Y \rightarrow hipertonis (pekat) Berdasarkan konsep peristiwa osmosis, pelarut akan mengalir dari konsentrasi rendah ke konsentrasi tinggi sehingga jawaban yang tepat adalah A. molekul air bergerak dari larutan X ke larutan Y
5	B	$X \text{ --- gr} = 6 \text{ gr}$ $M_r = 60 \text{ gr/mol}$ $V \text{ larutan} = 500 \text{ ml}$ $R = 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm/mol.K}$ $T = 27 \text{ }^\circ\text{C} = 27 + 273 \text{ K} = 300 \text{ K}$ Dit: π ? Jawab: $\pi = MRT$ $\pi = \frac{gr}{M_r} \times \frac{1000}{V(ml)} \times R \times T$ $\pi = \frac{6 \text{ gr}}{60 \text{ gr/mol}} \times \frac{1000}{500} \times 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm/mol.K} \times 300 \text{ K}$ $\pi = 0,2 \text{ M} \times 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm/mol.K} \times 300 \text{ K}$ $\pi = 0,2 \times 24,6 \text{ atm}$ $\pi = 4,92 \text{ atm}$

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 ke Evaluasi. Bagus! Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 4, terutama bagian yang belum dikuasai.

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

NO	PERTANYAAN	JAWABAN	
		YA	TIDAK
1	Saya dapat menjelaskan fenomena osmosis larutan		
2	Saya dapat menganalisa apakah suatu larutan hipotonis atau hipertonis		
3	Saya dapat menganalisa bagaimana proses osmosis larutan terjadi		
4	Saya dapat menganalisa perhitungan fenomena sifat koligatif tekanan osmotik larutan		
5	Saya dapat menjelaskan hubungan zat terlarut dengan tekanan osmotik larutan		

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

Silahkan kerjakan soal berikut ini dengan jujur dan bertanggung jawab!

- Semua sifat berikut tergolong sifat koligatif larutan, kecuali
 - Penurunan Tekanan Uap
 - Kenaikan Titik Didih
 - Penurunan Titik Beku
 - Tekanan Osmosis
 - Kepekatan Larutan
- Jika tekanan uap pelarut murni adalah P° , tekanan uap larutan adalah P , penurunan tekanan uap larutan ΔP , dan fraksi mol pelarut X_p , serta fraksi mol terlarut X_t , maka hubungan yang benar adalah
 - $P = X_p \cdot P^\circ$
 - $P = X_t \cdot P^\circ$
 - $\Delta P = X_p \cdot P^\circ$
 - $\Delta P = X_t \cdot P$
 - $\Delta P = (X_p - X_t) P^\circ$
- Fraksi mol urea dalam air adalah 0,2. Tekanan uap jenuh air murni pada suhu 20°C sebesar 17,5 mmHg. Maka tekanan uap jenuh larutan pada suhu itu adalah ... mmHg.
 - 3,5
 - 14
 - 17,5
 - 17,7
 - 21
- Sebanyak 4 gram zat nonelektrolit dilarutkan dalam 100 gram air ternyata mendidih pada suhu $100,347^\circ\text{C}$, maka massa molar zat tersebut adalah
 - 30
 - 60
 - 90
 - 120
 - 180
- Data percobaan penurunan titik beku:

Larutan	Konsentrasi (molal)	Titik beku ()
Urea	0,10	-0,1860
	0,01	-0,0186
Gula	0,10	-0,1860
	0,01	-0,0186

Berdasarkan data percobaan di atas, maka besarnya penurunan titik beku larutan ditentukan oleh

- Jenis zat terlarut
 - Jumlah partikel zat terlarut
 - Jenis larutan
 - Jenis pelarut
 - Perbedaan titik beku pelarut
- Sebanyak 20 gram senyawa berikut dalam 100 gram air yang mempunyai titik beku tertinggi adalah
 - Metanol ($M_r = 32$)
 - Etanol ($M_r = 46$)
 - Urea ($M_r = 60$)
 - Glukosa ($M_r = 180$)
 - Sukrosa ($M_r = 342$)
 - Berikut ini peristiwa kimia dalam kehidupan sehari-hari :
 - Etilen glikol dapat ditambahkan ke dalam radiator mobil
 - Desalinasi air laut.

Kedua contoh di atas berhubungan dengan sifat koligatif larutan secara berturut-turut....

- A. Penurunan titik beku dan osmosis balik
 - B. Penurunan tekanan uap dan tekanan osmosis
 - C. Tekanan osmosis dan kenaikan titik didih
 - D. Kenaikan titik didih dan penurunan titik beku
 - E. Penurunan titik beku dan kenaikan titik didih
8. Sebanyak 82 gram suatu zat nonelektrolit dilarutkan dalam air hingga volume 1 liter dan mempunyai tekanan osmosis sebesar 9,84 atm pada suhu 27°C. Jika tetapan gas R = 0,082 L atm / mol K, maka Mr zat tersebut adalah
- A. 180
 - B. 205
 - C. 208
 - D. 214
 - E. 342
9. Tekanan osmotik suatu larutan yang terdiri atas 7,2 g glukosa ($C_6H_{12}O_6$) dalam 250 mL larutan pada suhu 27 °C adalah (Ar C = 12 g/mol, Ar O = 16 g/mol, Ar H = 1 g/mol)
- A. 59,1 atm
 - B. 39,4 atm
 - C. 19,7 atm
 - D. 3,94 atm
 - E. 1,97 atm
10. Pernyataan yang benar tentang sifat koligatif larutan adalah
- A. Titik didih larutan lebih tinggi dari titik didih pelarutnya
 - B. Titik beku larutan lebih tinggi dari titik beku pelarutnya
 - C. Tekanan uap larutan lebih tinggi dari tekanan uap pelarutnya
 - D. Tekanan osmotik larutan encer sama dengan tekanan osmotik larutan pekat
 - E. Titik beku larutan pekat lebih tinggi dari titik beku larutan encer

KUNCI JAWABAN

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

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

- Harnanto, Ari dan Ruminten. 2009. *Kimia 3 Untuk SMA/MA Kelas XII*. Jakarta : Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Pangajuanto, Teguh dan Rahmidi, Tri. 2009. *Kimia 3 Untuk SMA/MA Kelas XII*. Jakarta : Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Partana, Crys Fajar dan Wiyarsi, Antuni. 2009. *Mari Belajar Kimia 3 Untuk SMA/MA Kelas XII*. Bandung : Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Rahayu, Iman. 2009. *Praktis Belajar Kimia Untuk Kelas XII Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah Program Ilmu Pengetahuan Alam*. Jakarta : Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Sitanggang, Sarmian. 2019. *E-Modul Kimia XII*. Direktorat Pembinaan SMA -Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
- Sudarmo, Unggul. 2013. *KIMIA untuk SMA/MA Kelas XII Kurikulum 2013*. Jakarta: Erlangga.
- <https://mafia.mafiaol.com/2017/08/contoh-sifat-klogatif-larutan-dalam.html#:~:text=Kolam%20apung%20Atlantis%20Water%20Adventure,kadar%20garam%20rata%20Drata%20dilautan>. diakses tanggal 17 September 2020
- <https://bebaspedia.com/sains/perbedaan-cara-minum-ikan-air-tawar-dan-ikan-air-asin/> diakses tanggal 17 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
XII



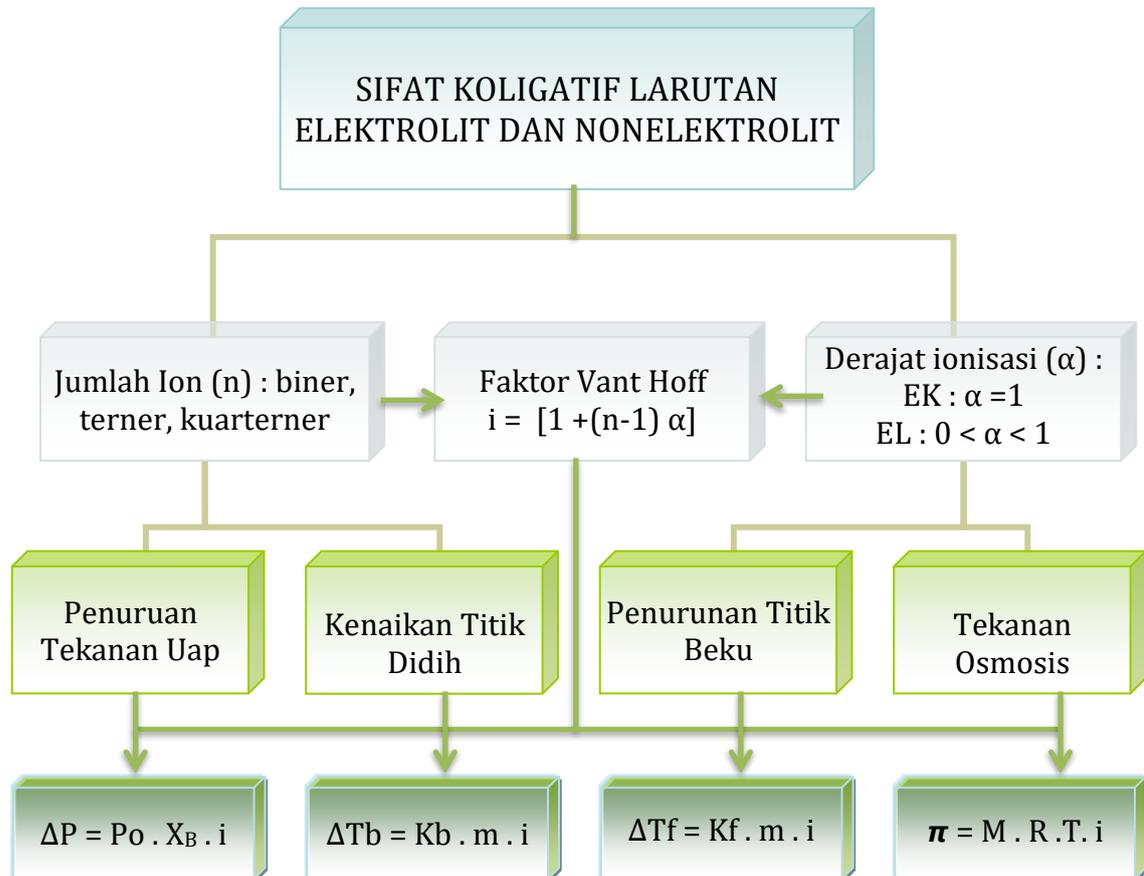
**SIFAT KOLIGATIF LARUTAN ELEKTROLIT DAN NON ELEKTROLIT
KIMIA KELAS XII**

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

DAFTAR ISI

PENYUSUN	2
DAFTAR ISI	3
PETA KONSEP	4
GLOSARIUM	5
PENDAHULUAN	6
A. Identitas Modul	6
B. Kompetensi Dasar	6
C. Deskripsi	6
D. Petunjuk Penggunaan Modul	6
E. Materi Pembelajaran	7
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	7
Faktor Van't Hoff, Penurunan Tekanan Uap, dan Kenaikan Titik Didih Larutan Elektrolit	7
A. Tujuan Pembelajaran	8
B. Uraian Materi	8
C. Rangkuman	12
D. Penugasan Mandiri	12
E. Latihan Soal	13
F. Penilaian Diri	15
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	17
Penurunan Titik Beku dan Tekanan Osmosis Larutan Elektrolit	17
A. Tujuan Pembelajaran	17
B. Uraian Materi	17
A. Rangkuman	19
B. Penugasan Mandiri	19
E. Latihan Soal	19
F. Penilaian Diri	21
EVALUASI	23
DAFTAR PUSTAKA	27

PETA KONSEP



GLOSARIUM

- Elektrolit : Zat dalam larutannya dapat mengalami ionisasi
- Elektrolit kuat : Zat dalam larutannya dapat mengalami ionisasi sempurna
- Elektrolit lemah : Zat dalam larutannya dapat mengalami ionisasi sebagian
- Derajat ionisasi : Perbandingan antara jumlah molekul zat yang terionisasi dengan jumlah molekul zat mula-mula
- Elektrolit biner : Elektrolit pada ionisasinya menghasilkan dua buah ion
- Elektrolit terner : Elektrolit pada ionisasinya menghasilkan tiga buah ion
- Elektrolit kuarterner : Elektrolit pada ionisasinya menghasilkan empat buah ion
- Faktor Van't Hoff : Pertambahan jumlah partikel pada ionisasi suatu elektrolit setelah mengalami ionisasi, $i = [1+(n-1)\alpha]$

PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Nama Mata Pelajaran	: Kimia
Kelas	: XII/ semester 1
Alokasi waktu	: 8 jam pelajaran (2x pertemuan)
Judul Modul	: Sifat Koligatif Larutan Elektrolit

B. Kompetensi Dasar

- 3.2 Membedakan sifat koligatif larutan elektrolit dan larutan nonelektrolit
- 4.2 Menganalisis data percobaan untuk menentukan derajat pengionan

C. Deskripsi

Tahukah kalian, membuat es krim tradisional itu tidak menggunakan freezer. Es krim tradisional dibuat dengan memasukkan adonan es krim ke dalam wadah yang di sekitarnya diberi es batu untuk membekukan. Selain itu, bukan hanya es batu saja, tapi juga ditambahkan garam. Kenapa ditambah garam ya? Dari berbagai sumber diketahui titik beku es 0°C , suhu ini tidak cukup untuk membekukan es krim, temperatur yang dibutuhkan 3°C dibawah titik beku es. Nah untuk menurunkan suhu di bawah nol, salah satu zat yang digunakan adalah garam. Mengapa garam yang digunakan? Bisakah zat lain digunakan untuk menurunkan suhu es pendingin pada pembuatan es krim? Sebenarnya ada bahan kimia lain yang juga bisa digunakan, namun garam relatif mudah ditemukan serta harga yang jauh lebih murah dan menghasilkan jumlah partikel yang lebih banyak dibandingkan zat non elektrolit misalnya urea.

Pada modul ini akan dipelajari perbandingan jumlah partikel yang dihasilkan dari larutan elektrolit dan larutan non elektrolit kaitannya dengan sifat koligatif larutan yaitu penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, penurunan titik beku dan tekanan osmosis.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Modul ini terbagi menjadi dua topik yaitu:

- Pertama : Faktor Van't Hoff, Penurunan Tekanan Uap, dan Kenaikan Titik Didih Larutan Elektrolit
- Kedua : Penerapan Faktor Vant Hoff pada Penurunan Titik Beku dan Tekanan Osmosis Larutan

Untuk mempelajari materi sifat koligatif larutan elektrolit pada modul ini, kalian harus sudah memahami materi prasyarat yaitu : 1) derajat ionisasi; 2) pengelompokan larutan elektrolit kuat dan elektrolit lemah; dan 3) Sifat Koligatif Larutan Non Elektrolit. 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. 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

Materi yang akan dibahas pada modul ini meliputi :

1. Membedakan sifat koligatif larutan elektrolit dan non elektrolit
2. Merumuskan faktor Van't Hoff
3. Menggunakan faktor Van't Hoff dalam perhitungan sifat koligatif larutan elektrolit

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

Faktor Van't Hoff, Penurunan Tekanan Uap, dan Kenaikan Titik Didih Larutan Elektrolit

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti pembelajaran secara mandiri pada modul ini, Ananda dapat :

1. Membedakan sifat koligatif larutan elektrolit dan non elektrolit
2. Merumuskan faktor Van't Hoff
3. Menggunakan faktor Van't Hoff pada sifat koligatif larutan Penurunan Tekanan Uap dan Kenaikan Titik Didih Larutan Elektrolit.

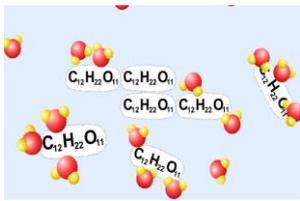
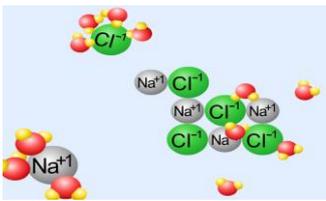
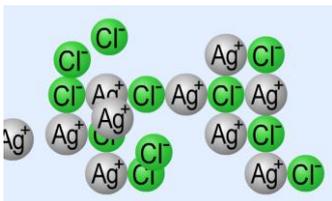
B. Uraian Materi

1. Pengelompokan Larutan dan Derajat Ionisasi (Apersepsi)

Ananda yang hebat, coba ingat kembali materi kimia di Kelas X tentang larutan elektrolit dan non elektrolit serta materi Kelas XI tentang Derajat Ionisasi.

- a. Elektrolit kuat dapat berasal dari :
 - 1) Asam kuat, contoh : HCl, H₂SO₄, HNO₃
 - 2) Basa kuat, contoh : NaOH, KOH, Ba(OH)₂
 - 3) Garam, contoh : NaCl, KCl, BaCl₂, Ca(NO₃)₂
- b. Elektrolit lemah dapat berasal dari :
 - 1) Asam lemah : CH₃COOH, HF, HCN
 - 2) Basa lemah : NH₄OH, Al(OH)₃
 - 3) Sebagian garam : AgCl, PbCl₂
- c. Derajat ionisasi :
 - 1) Elektrolit kuat, $\alpha = 1$
 - 2) Elektrolit lemah : $0 < \alpha < 1$

Perbandingan pelarutan senyawa non elektrolit, elektrolit kuat dan elektrolit lemah sebagai berikut :

Non elektrolit Contoh : gula	Elektrolit kuat Contoh : NaCl	Elektrolit lemah Contoh : AgCl
Ilustrasi : 	Ilustrasi : 	Ilustrasi : 
Persamaan reaksi : -	Persamaan reaksi : $\text{NaCl(aq)} \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$	Persamaan reaksi : $\text{AgCl(aq)} \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$
Ket. : tidak terion	Ket. : terion sempurna	Ket. : terion sebagian

Materi apersepsi di atas akan menjadi dasar Ananda untuk dapat membedakan sifat koligatif larutan elektrolit dengan larutan non elektrolit.

Perbedaan rumus mencari sifat koligatif larutan elektrolit dengan larutan non elektrolit dapat Ananda lihat pada tabel berikut.

Sifat Koligatif Larutan	Larutan Non Elektrolit	Larutan Elektrolit
-------------------------	------------------------	--------------------

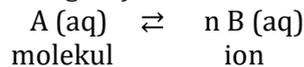
Penurunan Tekanan Uap (ΔP)	$\Delta P = P^o \cdot X_t$	$\Delta P = P^o \cdot X_t \cdot i$
Kenaikan Titik Didih (ΔT_b)	$\Delta T_b = m \cdot K_b$	$\Delta T_b = m \cdot K_b \cdot i$
Penurunan Titik Beku (ΔT_f)	$\Delta T_f = m \cdot K_f$	$\Delta T_f = m \cdot K_f \cdot i$
Tekanan Osmosis (π)	$\pi = M \cdot R \cdot T$	$\pi = M \cdot R \cdot T \cdot i$

Jika Ananda perhatikan di atas, perbedaan rumus sifat koligatif larutan elektrolit dengan larutan non elektrolit terletak pada simbol "i" yang merupakan simbol Faktor Van't Hoff.

2. Faktor Van't Hoff

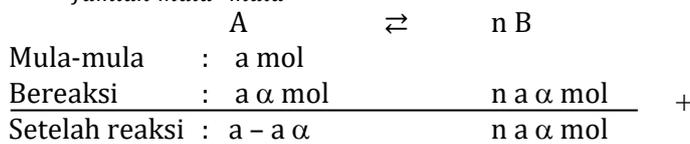
Zat elektrolit dalam air akan terionisasi menjadi ion-ion penyusunnya. Peruraian itu akan menyebabkan penambahan jumlah partikel, sedangkan sifat koligatif tergantung pada banyaknya partikel dalam larutan. Hal itulah yang menyebabkan pada konsentrasi yang sama sifat koligatif larutan elektrolit lebih besar dari larutan non elektrolit.

Untuk mengetahui banyaknya penambahan partikel zat elektrolit dalam larutan, kita misalkan elektrolit A terionisasi membentuk sejumlah n ion B (kumpulan ion positif dan ion negatif) menurut reaksi :



Jika kita misalkan : A mula-mula yang terion = a mol dengan derajat ionisasi = α , maka dapat dituliskan :

$$\alpha = \frac{\text{jumlah yang mengion}}{\text{jumlah mula-mula}}$$



Banyaknya partikel dalam larutan adalah = partikel zat A yang tidak terion + jumlah partikel B yang terbentuk, yaitu :

$$\begin{aligned} &= (a - a \alpha + n a \alpha) \text{ mol} \\ &= a (1 + n \alpha - \alpha) \text{ mol} \\ &= a [1 + (n - 1) \alpha] \text{ mol} \end{aligned}$$

Jika dibandingkan, antara partikel zat setelah reaksi ionisasi dengan partikel zat sebelum reaksi ionisasi, akan diperoleh:

$$= \frac{a [1 + (n - 1) \alpha]}{a}$$

terjadi penambahan jumlah partikel sebesar $[1 + (n - 1) \alpha]$ kali. Penambahan itu dinamakan faktor *Van't Hoff* atau faktor *i*.

Jadi : $i = [1 + (n - 1) \alpha]$,

Dimana :

n = jumlah ion yang dihasilkan hasil ionisasi suatu elektrolit (n = 2 disebut biner, n = 3 disebut terner, n = 4 disebut kuarternar)

α = derajat ionisasi larutan elektrolit
(elektrolit kuat, $\alpha = 1$, elektrolit lemah : $0 < \alpha < 1$)

Dari rumusan faktor Van't Hoff, dapat disimpulkan bahwa $i = n$, jika elektrolit kuat ($\alpha = 1$).

Contoh :

- a. $\text{NaCl(aq)} \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$
 Dari persamaan reaksi ionisasi NaCl, dapat dinyatakan : jumlah ion yang dihasilkan = satu ion Na^+ dan satu ion $\text{Cl}^- = 2$ ($n = 2$) dan NaCl mengalami ionisasi sempurna ($\alpha = 1$), sehingga :
- $$i = [1 + (n - 1) \alpha]$$
- $$i = [1 + (2 - 1) 1],$$
- $$i = [1 + (1) 1],$$
- $$= 2$$
- b. $\text{MgCl}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{Cl}^-(\text{aq})$
 Dari persamaan reaksi ionisasi MgCl_2 , dapat dinyatakan : jumlah ion yang dihasilkan satu ion Mg^{2+} dan dua ion $\text{Cl}^- = 3$ ($n = 3$) dan MgCl_2 mengalami ionisasi sempurna ($\alpha = 1$), sehingga :
- $$i = [1 + (n - 1) \alpha]$$
- $$i = [1 + (3 - 1) 1]$$
- $$i = [1 + (2) 1]$$
- $$i = [1 + 2]$$
- $$= 3$$

3. Penggunaan Faktor Van't Hoff pada Sifat Koligatif Larutan Elektrolit

- a. Penurunan Tekanan Uap Larutan
 Faktor Van't Hoff melekat pada mol zat terlarut (nt) atau pada fraksi mol zat terlarut (X_t), sehingga rumus untuk menghitung penurunan tekanan uap larutan dirumuskan :

$$\Delta P = P^o \cdot X_t \cdot i$$

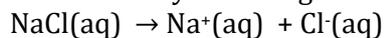
, dimana : $X_t = \frac{nt}{np + nt}$

Contoh soal :

Larutan garam dapur, NaCl ($M_r = 58,5$) dengan kadar 10% massa pada suhu $t^\circ\text{C}$, bila tekanan uap air pada suhu yang sama = 24 mmHg, berapakah tekanan uap larutan?

Pembahasan :

Zat terlarutnya adalah garam yang mengalami ionisasi sempurna, yaitu :



Jumlah ion (n) = 2, $\alpha = 1$, karena elektrolit kuat maka : $i = n = 2$

Misal : masa larutan = 100 gram, kadar NaCl = 10%

$$\begin{aligned} \text{Masa NaCl} &= \frac{10}{100} \times 100 \text{ gram} \\ &= 10 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Masa H}_2\text{O} &= (100 - 10) \text{ gram} \\ &= 90 \text{ gram} \end{aligned}$$

Hitung mol masing-masing zat dalam larutan, yaitu :

$$\text{Mol NaCl} = \frac{\text{massa}}{M_r} = \frac{10}{58,5} = 0,17 \text{ mol}$$

$$\text{Mol H}_2\text{O} = \frac{\text{massa}}{M_r} = \frac{90}{18} = 5 \text{ mol}$$

$$X_t = \frac{nt}{np + nt} = \frac{0,17}{5 + 0,15} = \frac{0,17}{5,32} = 0,032$$

$$\begin{aligned} \Delta P &= P^o \cdot X_t \cdot i \\ &= 24 \text{ mmHg} \cdot 0,032 \\ &= 0,767 \text{ mmHg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P &= P^o - \Delta P \\
 &= 24 - 0,767 \text{ mmHg} \\
 &= 23,233 \text{ mmHg}
 \end{aligned}$$

b. Kenaikan Titik Didih

Pada penggunaan hukum Van't Hoff dalam menghitung sifat koligatif larutan, perlu diperhatikan :

- Tentukan jenis zat terlarutnya (non elektrolit/elektrolit kuat/elektrolit lemah) untuk menentukan harga derajat ionisasinya
- Tuliskan persamaan ionisasinya untuk menentukan jumlah ion yang dihasilkan

Contoh soal :

- 1) Sebanyak 5,85 gram NaCl ($M_r = 58,5$) dilarutkan dalam 500 gram air, hirunglah titik didih larutan

Pembahasan :

Dari persamaan reaksi ionisasi NaCl (elektrolit kuat) dapat dinyatakan : $n = 2$, $\alpha = 1$, maka : $i = n$

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

Hitung molalitas larutan :

$$\begin{aligned}
 m &= \frac{gr}{M_r} \times \frac{1000}{P} \\
 &= \frac{5,85}{58,5} \times \frac{1000}{500} \\
 &= 0,2 \text{ molal}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta T_b &= m \times K_b \times i \\
 &= 0,2 \text{ molal} \times 0,52 \text{ }^\circ\text{C/molal} \times 2 \\
 &= 0,208 \text{ }^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$T_b \text{ lar.} = T_b \text{ pel.} + \Delta T_b$$

$$\begin{aligned}
 T_b \text{ lar.} &= 100 + 0,208 \\
 &= 100,208 \text{ }^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

- 2) Larutan dibuat dengan melarutkan 7,5 gram suatu elektrolit biner ($M_r = 60$) ke dalam 100 gram air, larutan mendidih pada suhu $101,04 \text{ }^\circ\text{C}$, maka hitunglah derajat ionisasi senyawa elektrolit biner tersebut, K_b air = $0,52 \text{ }^\circ\text{C/molal}$.

Pembahasan :

Diketahui elektrolit biner, berarti harga $n = 2$

$$\begin{aligned}
 \Delta T_b &= T_b \text{ pelarut} + T_b \text{ larutan} \\
 &= 101,04 - 100 \\
 &= 1,04 \text{ }^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 m &= \frac{gr}{M_r} \times \frac{1000}{P} \\
 &= \frac{7,5}{60} \times \frac{1000}{100} \\
 &= 1,25 \text{ molal}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 i &= \frac{\Delta T_b}{m \times K_b} \\
 &= \frac{1,04}{1,25 \times 0,52} \\
 &= 1,6
 \end{aligned}$$

$$i = [1 + (n - 1) \alpha]$$

$$\begin{aligned}
 1,6 &= [1 + (2-1) \alpha] \\
 1,6 &= (1 + \alpha) \\
 \alpha &= 1,6 - 1 \\
 &= 0,6
 \end{aligned}$$

C. Rangkuman

- Banyaknya partikel dalam larutan elektrolit dan non-elektrolit tidak sama meskipun konsentrasinya sama, karena larutan elektrolit terurai menjadi ion-ionnya, sedangkan larutan nonelektrolit tidak terionisasi, sehingga pada konsentrasi yang sama sifat koligatif larutan elektrolit lebih besar dari sifat koligatif larutan non elektrolit.
- Pertambahan jumlah partikel larutan elektrolit setelah mengalami ionisasi dinyatakan dengan faktor Van't Hoff, $i = [1 + (n - 1) \alpha]$, dimana n = jumlah ion yang dihasilkan hasil ionisasi suatu elektrolit ($n = 2$ disebut biner, $n = 3$ disebut terner, $n = 4$ disebut kuartern), α = derajat ionisasi larutan elektrolit (elektrolit kuat, $\alpha = 1$, elektrolit lemah : $0 < \alpha < 1$)

- Rumus sifat koligatif larutan elektrolit dituliskan sebagai berikut :

- Penurunan Tekanan Uap (ΔP), dirumuskan :

$$\Delta P = P^{\circ} \cdot X_B \cdot i$$

- Kenaikan Titik Didih (ΔT_b), dirumuskan :

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

- Penurunan Titik Beku (ΔT_f), dirumuskan :

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

- Tekanan Osmosis (π), dirumuskan :

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

D. Penugasan Mandiri

- Larutan elektrolit biner pada suhu tertentu memiliki fraksi mol terlarut 0,2, tekanan uap air murni pada suhu tersebut = 30 mmHg dan bila mengalami ionisasi sempurna dalam larutannya, berapakah tekanan uap larutannya?
- Dalam suatu percobaan di laboratorium, dua orang siswa, Andi dan Budi mengukur titik didih larutan, Andi melarutkan 18 gram glukosa ($M_r = 180$) dalam 500 gram air lalu dipanaskan, Andi melarutkan 5,35 gram NaCl ($M_r = 53,5$) dalam 500 gram air lalu dipanaskan. Suhu larutan diukur dengan menggunakan termometer. Bila K_b air = $0,52 \text{ }^{\circ}\text{C/m}$.
 - Bandingkan larutan Andi dan Budi, pada termometer larutan siapakah menunjukkan angka lebih tinggi?
 - Jelaskan mengapa hal ini terjadi
- Diketahui 5 buah wadah yang berisi larutan sebagai berikut
 - (1) AlCl_3 0,1 m
 - (2) Glukosa 0,2 m

- (3) Urea 0,1 m
 (4) MgCl_2 0,1 m

Susunlah urutan larutan-larutan tersebut berdasarkan titik didihnya dari yang paling rendah ke yang paling tinggi

E. Latihan Soal

1. Dalam suatu percobaan di laboratorium, dua orang siswa, Andi dan Budi mengukur titik didih larutan, Andi melarutkan 18 gram glukosa ($M_r = 180$) dalam 500 gram air lalu dipanaskan, Andi melarutkan 5,35 gram NaCl ($M_r = 53,5$) dalam 500 gram air lalu dipanaskan. Suhu larutan diukur dengan menggunakan termometer.

Beberapa pernyataan berikut berkaitan dengan percobaan di atas :

- (1) kedua larutan pada suhu 100°C belum mendidih
 (2) larutan yang dibuat Andi lebih dulu mendidih
 (3) titik didih kedua larutan sama besarnya
 (4) jumlah partikel kedua larutan sama banyak
 (5) kenaikan titik didih larutan Andi < kenaikan titik didih larutan Budi

Pernyataan yang benar adalah...

- A. (1), (2) dan (3)
 B. (1), (2) dan (4)
 C. (2), (3) dan (5)
 D. (1), (2) dan (5)
 E. (3), (4) dan (5)
2. Larutan 6 gram suatu elektrolit biner ($M_r = 60$) dilarutkan dalam 100 gram air, larutan membeku pada suhu $-3,348^\circ\text{C}$, maka derajat ionisasi senyawa elektrolit tersebut adalah...
- A. 0,075
 B. 0,60
 C. 0,70
 D. 0,80
 E. 0,90
3. Data percobaan tentang titik didih 4 larutan pada suhu 27°C dan tekanan 1 atm tercantum pada tabel berikut.

No	Zat terlarut	Larutan	
		Konsentrasi (m)	Titik Didih ($^\circ\text{C}$)
1	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	1	100,52
2	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	2	101,04
3	NaCl	1	101,04
4	NaCl	2	102,08

Pada konsentrasi yang sama, larutan urea, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ dan garam dapur, NaCl memiliki titik didih yang berbeda. Hal ini disebabkan

- A. kedua larutan menghasilkan jumlah partikel yang berbeda
 B. larutan NaCl tidak mengalami ionisasi
 C. larutan urea mengalami ionisasi

- D. kedua larutan merupakan larutan elektrolit
 E. kedua larutan merupakan larutan non elektrolit
4. Untuk mengetahui massa molekul relatif suatu senyawa elektrolit biner yang belum diketahui rumus molekulnya, seorang kimiawan melakukan percobaan di laboratorium dengan melarutkan 4 gram senyawa elektrolit tersebut kedalam 250 gram air. Suhu pada termometer menunjukkan 100,26°C pada tekanan 1 atm. Bila diketahui $K_b \text{ air} = 0,52^\circ\text{C}/m$, maka M_r zat tersebut diperkirakan....
- A. 16
 B. 32
 C. 64
 D. 103
 E. 128

Kunci dan Pembahasan Soal Latihan

No	Kunci Jawaban	Pembahasan
1.	D	<p>Soal ini dapat diselesaikan dengan menghitung nilai titik didih pada kedua senyawa urea dan KCl.</p> <p>a. Glukosa</p> $\Delta T_b = \frac{\text{gram}}{M_r} \times \frac{1000}{P} \times K_b \times i$ $\Delta T_b = \frac{18}{180} \times \frac{1000}{500} \times 0,52$ $\Delta T_b = 0,104^\circ\text{C}$ $T_{b \text{ larutan}} = T_{b \text{ pelarut}} + \Delta T_b$ $T_{b \text{ larutan}} = 100 + 0,104$ $= 100,104^\circ\text{C}$ <p>b. NaCl, terjadi reaksi $\text{NaCl(aq)} \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ Sehingga jumlah ion (n) = 2 dan nilai $\alpha = 1$.</p> $i = 1 + (n-1)\alpha$ $= 1 + (2-1)1 = 2$ $\Delta T_b = \frac{\text{gram}}{M_r} \times \frac{1000}{P} \times K_b \times i$ $\Delta T_b = \frac{5,85}{58,5} \times \frac{1000}{500} \times 0,52 \times 2$ $\Delta T_b = 2,08^\circ\text{C}$ $T_{b \text{ larutan}} = T_{b \text{ pelarut}} + \Delta T_b$ $T_{b \text{ larutan}} = 100 + 2,08$ $= 102,08^\circ\text{C}$ <p>Berdasarkan perhitungan tersebut maka pernyataan yang tepat adalah (1), (2) dan (5)</p>
2.	D	$\Delta T_f = T_{f \text{ pelarut}} - T_{f \text{ larutan}}$ $\Delta T_f = 0 - (-3,348)$ $= +3,348^\circ\text{C}$ <p>Senyawa biner \rightarrow Jumlah ion (n) = 2, $\alpha = ?$ maka</p>

		$\Delta T_f = \frac{\text{gram}}{Mr} \times \frac{1000}{P} \times K_f \times i$ $3,348 = \frac{6}{60} \times \frac{1000}{100} \times 1,86 \times i$ $i = \frac{4 \times 4}{3,348} \times 1,86$ $= 1,8$ $i = 1 + (n-1) \alpha$ $1,8 = 1 + (2-1) \alpha$ $1,8 = 1 + \alpha$ $\alpha = 1,8 - 1$ $= 0,80$																						
3.	A	<p>Data percobaan tentang titik didih 4 larutan pada suhu 27°C dan tekanan 1 atm tercantum pada tabel berikut.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">No</th> <th rowspan="2">Zat Terlarut</th> <th colspan="2">Larutan</th> </tr> <tr> <th>Konsentrasi (m)</th> <th>Titik Didih (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>CO(NH₂)₂</td> <td>1</td> <td>100,52</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>CO(NH₂)₂</td> <td>2</td> <td>101,04</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>NaCl</td> <td>1</td> <td>101,04</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>NaCl</td> <td>2</td> <td>102,08</td> </tr> </tbody> </table> <p>Dari data 1 dan 3 dapat terlihat bahwa walaupun memiliki konsentrasi yang sama ternyata senyawa urea dan garam NaCl memiliki titik didih yang berbeda. Hal ini membuktikan jika jumlah partikel tidak hanya dipengaruhi oleh konsentrasi saja melainkan jumlah ion pada larutan tersebut. Garam NaCl yang merupakan larutan elektrolit memiliki jumlah ion yang lebih banyak dibandingkan urea yang bersifat non elektrolit sehingga jawaban yang tepat adalah :</p> <p>A. Kedua larutan memiliki jumlah partikel berbeda.</p>	No	Zat Terlarut	Larutan		Konsentrasi (m)	Titik Didih (°C)	1	CO(NH ₂) ₂	1	100,52	2	CO(NH ₂) ₂	2	101,04	3	NaCl	1	101,04	4	NaCl	2	102,08
No	Zat Terlarut	Larutan																						
		Konsentrasi (m)	Titik Didih (°C)																					
1	CO(NH ₂) ₂	1	100,52																					
2	CO(NH ₂) ₂	2	101,04																					
3	NaCl	1	101,04																					
4	NaCl	2	102,08																					
4.	C	$\Delta T_b = T_{b \text{ larutan}} - T_{b \text{ pelarut}}$ $\Delta T_b = 100,26 - 100$ $= 0,26 \text{ } ^\circ\text{C}$ <p>Senyawa biner → Jumlah ion (n) = 2, α = 1 (jika tidak disebutkan nilainya), maka</p> $\Delta T_b = \frac{\text{gram}}{Mr} \times \frac{1000}{P} \times K_f \times i$ $0,26 = \frac{4}{Mr} \times \frac{1000}{250} \times 0,52 \times 2$ $Mr = \frac{4 \times 4}{0,26} \times 0,52 \times 2$ $= 64$																						

F. Penilaian Diri

No	Pertanyaan	Ya	Tidak

1	Saya telah memahami perbedaan jumlah partikel yang dihasilkan oleh larutan non elektrolit, elektrolit kuat dan elektrolit lemah		
2	Saya dapat membedakan rumus sifat koligatif larutan elektrolit dengan larutan non elektrolit.		
3	Saya sudah memahami faktor Van't Hoff, $i = [1 + (n-1)\alpha]$, dimana n = jumlah ion yang dihasilkan dan α = derajat ionisasi		
4	Saya sudah memahami bahwa larutan elektrolit ada yang biner ($n=2$), terner ($n=3$), kuarterner ($n=4$)		
5	Saya dapat membedakan antara larutan elektrolit kuat (memiliki $\alpha=1$), elektrolit lemah ($0 < \alpha < 1$) dan non elektrolit ($\alpha=0$)		
6	Saya dapat menggunakan faktor Van't Hoff pada penghitungan sifat koligatif : 1) penurunan tekanan uap, dan 2) kenaikan titik didih.		

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

Penurunan Titik Beku dan Tekanan Osmosis Larutan Elektrolit

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti pembelajaran secara mandiri pada modul ini, Ananda dapat :

1. Menganalisis penurunan titik beku larutan elektrolit.
2. Menganalisis tekanan osmosis larutan elektrolit.

B. Uraian Materi

1. Penurunan Titik Beku Larutan Elektrolit

Perlu Ananda ingat Kembali bahwa pada penggunaan hukum Van't Hoff dalam menghitung sifat koligatif larutan, perlu diperhatikan :

- Tentukan jenis zat terlarutnya (non elektrolit/elektrolit kuat/elektrolit lemah) untuk menentukan harga derajat ionisasinya
- Tuliskan persamaan ionisasinya untuk menentukan jumlah ion yang dihasilkan

Contoh Soal

Larutan 4 gram suatu basa bervalensi satu (LOH) dalam 100 gram air membeku pada temperatur $-3,72$ °C. jika penurunan titik beku molal air $1,86$ °C, hitunglah masa atom relatif logam L bila diketahui Ar : H = 1, O = 16.

Pembahasan :

Suatu asam bervalensi satu artinya menghasilkan satu buah ion OH^- , reaksi ionisasinya :

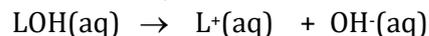


Jumlah ion yang dihasilkan (n) = 2, larutan dianggap elektrolit kuat, sehingga harga : $\alpha = 1$.

$$\Delta T_f = T_f \text{ pelarut} - T_f \text{ larutan}$$

$$\Delta T_f = 0 - (-3,72)$$

$$= +3,72 \text{ } ^\circ\text{C}$$



Jumlah ion (n) = 2, $\alpha = 1$, maka

$$\Delta T_f = \frac{\text{gram}}{Mr} \times \frac{1000}{P} \times \alpha \times K_f \times n$$

$$3,72 = \frac{4}{Mr} \times \frac{1000}{100} \times 1,86 \times 2$$

$$Mr = \frac{74,4}{3,72} \times 2$$

$$= 40$$

$$Mr \text{ LOH} = Ar \text{ L} + Ar \text{ O} + Ar \text{ H}$$

$$Ar \text{ L} = Mr \text{ LOH} - (Ar \text{ O} + Ar \text{ H})$$

$$Ar \text{ L} = 40 - (Ar \text{ O} + Ar \text{ H})$$

$$= 40 - 17$$

$$= 23$$

2. Tekanan Osmosis Larutan Elektrolit

Proses osmosis terjadi jika kedua larutan yang dipisahkan oleh membran semipermeabel mempunyai tekanan osmotik yang berbeda. Untuk larutan yang terdiri atas zat nonelektrolit, maka tekanan osmotik berbanding lurus dengan

konsentrasi (kemolaran) zat terlarut. Untuk larutan elektrolit dengan memperhitungkan faktor Van't Hoff, $i = [1+(n-1) \alpha]$, sehingga rumus untuk menghitung tekanan osmosis larutan elektrolit adalah:

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

Keterangan :

π	= tekanan osmosis (atm), 1 atm = 76 cmHg = 760 mmHg
M	= molaritas larutan (mol/L)
R	= tetapan umum gas = 0,082 L . atm/mol K
T	= suhu mutlak = ($^{\circ}\text{C} + 273$) K
i	= faktor Van't Hoff

Contoh soal :

- a. Tentukanlah tekanan osmotik larutan elektrolit kuat yang mengandung 5,85 gram NaCl ($M_r \text{ NaCl} = 58,5$) dalam 1 liter larutan pada suhu 27°C !

Pembahasan :

NaCl adalah elektrolit kuat, dalam larutannya mengalami ionisasi sempurna, menurut reaksi :



Dari reaksi ionisasi NaCl, dapat ditentukan jumlah ion yang dihasilkan, $n = 2$ dan derajat ionisasinya, $\alpha = 1$, sehingga : $i = n = 2$.

Untuk menghitung tekanan osmotik dari larutan NaCl, menggunakan rumus berikut:

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

kita bisa menghitung harga M terlebih dahulu dengan rumus :

$$M = \frac{gr}{M_r} \times \frac{1000}{vol}$$

$$M = \frac{5,85}{58,5} \times \frac{1000}{1000}$$

$$= 0,1 \text{ mol/L}$$

Setelah kita hitung molaritas larutan, lalu masukkan ke dalam rumus tekanan osmosis larutan elektrolit, dimana harga i sudah kita tentukan besarnya = 2.

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

$$= 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0,082 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \times 300 \text{ K} \times 2$$

$$= 4,923 \text{ atm}$$

- b. Larutan H_3PO_4 1 M isotonis dengan larutan urea 2 M pada suhu yang sama. Hitunglah berapa persen larutan H_3PO_4 yang terionisasi dalam larutan?

Pembahasan :

Konsentrasi $\text{H}_3\text{PO}_4 = 1 \text{ M}$

Konsentrasi urea = 2 M

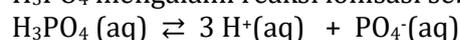
Kedua larutan isotonis, artinya mempunyai tekanan osmosis yang sama, sehingga berlaku : $\pi_1 = \pi_2$ atau $\pi \text{ urea} = \pi \text{ H}_3\text{PO}_4$

Urea termasuk zat non elektrolit, rumus yang digunakan : $\pi = M \cdot R \cdot T$

H_3PO_4 termasuk elektrolit lemah, rumus yang digunakan : $\pi = M \cdot R \cdot T \cdot i$

$$i = [1+ (n - 1) \alpha]$$

H_3PO_4 mengalami reaksi ionisasi sebagian menurut reaksi :



Jumlah ion yang dihasilkan dari reaksi ionisasi, $n = 4$

$$\pi_{\text{urea}} = \pi_{\text{H}_3\text{PO}_4}$$

$$M_{\text{urea}} \cdot R \cdot T = M_{\text{H}_3\text{PO}_4} \cdot R \cdot T \cdot i, \text{ variabel yang sama sebelah kiri dan kanan}$$

dicoret, sehingga menjadi :

$$M_{\text{urea}} = M_{\text{H}_3\text{PO}_4} \cdot [1 + (n - 1) \alpha]$$

$$2 = 1 [1 + (4 - 1) \alpha]$$

$$2 = (1 + 3\alpha)$$

$$3\alpha = 2 - 1$$

$$3\alpha = 1$$

$$\alpha = \frac{1}{3}$$

$$= 33,33 \%$$

A. Rangkuman

- Untuk larutan yang terdiri atas zat non elektrolit, maka tekanan osmotik berbanding lurus dengan konsentrasi (kemolaran) zat terlarut. Untuk larutan elektrolit dengan memperhitungkan faktor Van't Hoff, $i = [1+(n-1) \alpha]$, sehingga rumus untuk menghitung tekanan osmosis larutan elektrolit adalah:

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

Keterangan :

π = tekanan osmosis (atm), 1 atm = 76 cmHg = 760 mmHg

M = molaritas larutan (mol/L)

R = tetapan umum gas
= 0,082 L . atm/mol K

T = suhu mutlak = ($^{\circ}\text{C} + 273$) K

i = faktor Van't Hoff

B. Penugasan Mandiri

- Bila ke dalam 250 gram air dilarutkan 12 gram asam asetat ($M_r = 60$) dengan derajat ionisasi 0,75, hitunglah titik beku larutan.
- Sebanyak 11,7 gram NaCl dan 34,2 gram suatu zat non elektrolit dilarutkan dalam 500 gram air. Larutan tersebut membeku pada $-1,86^{\circ}\text{C}$. Tentukanlah massa molekul relative (M_r) zat non elektrolit tersebut ($M_r \text{ NaCl} = 58,5$).
- Tekanan osmotik darah manusia pada 37°C adalah 7,7 atm. Berapa gram NaCl harus dilarutkan dalam 1 liter larutan sehingga pada suhu yang sama isotonic dengan darah manusia ($M_r \text{ NaCl} = 58,5$).
- Hitung tekanan osmosis larutan bila ke dalam 500 mL larutan dimasukkan 6 gram urea ($M_r = 60$) dan 11,1 gram CaCl_2 ($M_r = 111$) dan 5,85 gram NaCl ($M_r = 58,5$) pada suhu 27°C ($K_b \text{ air} = 0,52$, $K_f \text{ air} = 1,86$)

E. Latihan Soal

- Seorang guru kimia menugaskan siswa melakukan percobaan penentuan titik beku larutan non elektrolit dan larutan elektrolit. Larutan yang tersedia yaitu: larutan urea 0,1 molal dan larutan KCl 0,1 molal. Setelah melakukan percobaan, 5 kelompok memberikan kesimpulan sebagai berikut:
 - Kelompok A : titik beku larutan urea 0,1 molal > titik beku larutan KCl 0,1 molal
 - Kelompok B : titik beku larutan urea 0,1 molal < titik beku larutan KCl 0,1 molal
 - Kelompok C : titik beku larutan urea 0,1 molal = titik beku larutan KCl 0,1 molal
 - Kelompok D : penurunan titik beku larutan urea 0,1 molal < penurunan titik beku larutan KCl 0,1 molal

- Kelompok E : penurunan titik beku larutan urea 0,1 molal > penurunan titik beku larutan KCl 0,1 molal

Jika kalian yang melakukan percobaan di atas, maka kalian setuju dengan kesimpulan kelompok....

- A dan B
 - B dan C
 - B dan E
 - A dan D
 - A dan E
2. Larutan yang isotonis dengan asam nitrat 0,2 M adalah
- aluminum sulfat 0,08 M
 - feri bromida 0,2 M
 - asam klorida 0,3 M
 - magnesium sulfat 0,4 M
 - urea 0,5 M
3. Sebanyak 13,35 gram LCl_3 dilarutkan dalam air hingga 250 mL, derajat ionisasi = 0,25; dan suhu 27°C ; tekanan osmotik larutan 17,22 atm. Jika $A_r \text{Cl} = 35,5$; maka $A_r \text{L}$ adalah
- 18
 - 27
 - 36
 - 52
 - 60

Kunci dan Pembahasan Soal Latihan

No	Kunci Jawaban	Pembahasan
1	D	<p>Soal ini dapat diselesaikan dengan menghitung nilai titik didih pada kedua senyawa urea dan KCl.</p> <p>a. Urea</p> $\Delta T_b = m \times K_b$ $\Delta T_b = 0,1 \text{ m} \times 0,52^\circ\text{C}/\text{m}$ $\Delta T_b = 0,52^\circ\text{C}$ $T_{b \text{ larutan}} = T_{b \text{ pelarut}} + \Delta T_b$ $T_{b \text{ larutan}} = 100 + 0,26$ $= 100,26^\circ\text{C}$ <p>b. KCl, terjadi reaksi $\text{KCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{K}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ Sehingga jumlah ion (n) = 2 dan nilai $\alpha = 1$.</p> $i = 1 + (n-1)\alpha$ $= 1 + (2-1)1 = 2$ $\Delta T_b = m \times K_b \times i$ $\Delta T_b = 0,1 \text{ m} \times 0,52^\circ\text{C}/\text{m} \times 2$ $\Delta T_b = 1,04^\circ\text{C}$ $T_{b \text{ larutan}} = T_{b \text{ pelarut}} + \Delta T_b$ $T_{b \text{ larutan}} = 100 + 1,04$ $= 101,04^\circ\text{C}$

		Dari perhitungan tersebut, maka dapat disimpulkan jika kelompok A dan D merupakan kelompok yang tepat.
2.	A	<p>Larutan yang isotonis adalah larutan yang memiliki jumlah partikel (dipengaruhi oleh konsentrasi dan jumlah ion) yang sama dengan asam nitrat 0,2M. Jumlah ion pada asam nitrat sebanyak 2 ion, sehingga jumlah partikel asam nitrat :</p> <p>$\text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{NO}_3^-$ (2 ion) Konsentrasi sebenarnya : $M \cdot i = 0,2\text{M} \cdot 2 = \mathbf{0,4M}$</p> <p>Larutan pada jawaban :</p> <p>A. Aluminum Sulfat 0,08 M $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow 2\text{Al}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-}$ (5 ion) Konsentrasi sebenarnya : $M \cdot i = 0,08\text{M} \cdot 5 = \mathbf{0,4M}$</p> <p>B. Feri Bromida 0,2 M $\text{FeBr}_2 \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{Br}^-$ (3 ion) Konsentrasi sebenarnya : $M \cdot i = 0,2\text{M} \cdot 3 = 0,6\text{M}$</p> <p>C. Asam Klorida 0,3 M $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ (2 ion) Konsentrasi sebenarnya : $M \cdot i = 0,3\text{M} \cdot 2 = 0,6\text{M}$</p> <p>D. Magnesium Sulfat 0,4 M $\text{MgSO}_4 \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$ (2 ion) Konsentrasi sebenarnya : $M \cdot i = 0,4\text{M} \cdot 2 = 0,8\text{M}$</p> <p>E. Urea 0,5 M Urea bersifat non elektrolit sehingga nilai $i = 1$ ion Konsentrasi sebenarnya : $M \cdot i = 0,5\text{M} \cdot 1 = 0,5\text{M}$</p>
3.	B	<p>LCl_3, terjadi reaksi $\text{LCl}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{L}^+(\text{aq}) + 3\text{Cl}^-(\text{aq})$ Sehingga jumlah ion (n) = 4 dan nilai $\alpha = 0,25$.</p> $i = 1 + (n-1)\alpha$ $= 1 + (4-1)0,25 = 1,75$ $\pi = \frac{\text{gram}}{\text{Mr}} \times \frac{1000}{V} \times R \times T \times i$ $17,22 = \frac{13,35}{\text{Mr}} \times \frac{1000}{250} \times 0,082 \times 300 \times 1,75$ $\text{Mr} = \frac{13,35}{17,22} \times \frac{1000}{250} \times 0,082 \times 300 \times 1,75$ <p>Mr = 133,5 Mr LCl_3 = Ar L + (3 x Ar Cl) 133,5 = Ar L + (3 x 35,5) Ar L = 133,5 - 106,5 Ar L = 27</p>

F. Penilaian Diri

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Saya memahami penggunaan faktor Van't Hoff pada penurunan titik beku larutan elektrolit		

2	Saya dapat menghitung penurunan titik beku larutan elektrolit bila diketahui parameter lainnya		
3	Saya memahami penggunaan faktor Van't Hoff pada tekanan osmosis larutan elektrolit		
4	Saya dapat menghitung tekanan osmosis larutan elektrolit bila diketahui parameter lainnya		
5	Saya dapat membandingkan tekanan osmosis larutan elektrolit dan non elektrolit		

EVALUASI

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Dalam suatu percobaan di laboratorium, dua orang siswa, Andi dan Budi mengukur titik didih larutan, Andi melarutkan 6 gram urea ($M_r = 60$) dalam 500 gram air lalu dipanaskan, Andi melarutkan 7,45 gram KCl ($M_r = 74,5$) dalam 500 gram air lalu dipanaskan. Suhu larutan diukur dengan menggunakan termometer.

Beberapa pernyataan berikut berkaitan dengan percobaan di atas :

- (1) kedua larutan pada suhu $100\text{ }^\circ\text{C}$ belum mendidih
- (2) larutan yang dibuat Andi lebih dulu mendidih
- (3) titik didih kedua larutan sama besarnya
- (4) jumlah partikel kedua larutan sama banyak
- (5) kenaikan titik didih larutan Andi $<$ kenaikan titik didih larutan Budi

Pernyataan yang benar adalah...

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

2. Seorang guru kimia menugaskan siswa melakukan percobaan penentuan titik beku larutan non elektrolit dan larutan elektrolit. Larutan yang tersedia yaitu : larutan glukosa 0,1 molal dan larutan NaCl 0,1 molal. Setelah melakukan percobaan, 5 kelompok memberikan kesimpulan sebagai berikut :

- Kelompok A : titik beku larutan glukosa 0,1 molal $>$ titik beku larutan NaCl 0,1 molal
- Kelompok B : titik beku larutan glukosa 0,1 molal $<$ titik beku larutan NaCl 0,1 molal
- Kelompok C : titik beku larutan glukosa 0,1 molal = titik beku larutan NaCl 0,1 molal
- Kelompok D : penurunan titik beku larutan glukosa 0,1 molal $>$ penurunan titik beku larutan NaCl 0,1 molal
- Kelompok E : penurunan titik beku larutan glukosa 0,1 molal $<$ penurunan titik beku larutan NaCl 0,1 molal

Jika kalian yang melakukan percobaan di atas, maka kalian setuju dengan kesimpulan kelompok...

- A. A dan B
- B. B dan C
- C. B dan E
- D. A dan D
- E. A dan E

3. Larutan 12 gram suatu elektrolit biner ($M_r = 60$) dilarutkan dalam 500 gram air, larutan membeku pada suhu $-1,19\text{ }^\circ\text{C}$, maka derajat ionisasi senyawa elektrolit tersebut adalah...

- A. 0,075
- B. 0,60
- C. 0,70
- D. 0,80
- E. 0,90

4. Data percobaan tentang titik didih 4 larutan pada suhu 27°C dan tekanan 1 atm tercantum pada tabel berikut.

No	Zat terlarut	Larutan	
		Konsentrasi (m)	Titik Didih (°C)
1	CO(NH ₂) ₂	1	100,52
2	CO(NH ₂) ₂	2	101,04
3	NH ₄ NO ₃	1	101,04
4	NH ₄ NO ₃	2	102,08

Pada konsentrasi yang sama, larutan urea, CO(NH₂)₂ dan amonium nitrat, NH₄NO₃ memiliki titik didih yang berbeda. Hal ini disebabkan

- pada konsentrasi yang sama jumlah partikel urea < amonium nitrat
 - larutan NaCl tidak mengalami ionisasi
 - larutan urea mengalami ionisasi
 - kedua larutan merupakan larutan elektrolit
 - kedua larutan merupakan larutan non elektrolit
5. Untuk mengetahui massa molekul relatif suatu senyawa elektrolit biner yang belum diketahui rumus molekulnya, seorang kimiawan melakukan percobaan di laboratorium dengan melarutkan 8 gram senyawa elektrolit tersebut kedalam 500 gram air. Suhu pada termometer menunjukkan 100,26°C pada tekanan 1 atm. Bila diketahui K_b air=0,52°C/m, maka Mr zat tersebut diperkirakan....
- 16
 - 32
 - 64
 - 103
 - 128
6. Beberapa contoh penerapan sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari:
- Desalinasi air laut menjadi air tawar;
 - Etilena glikol yang ditambahkan ke dalam cairan radiator;
 - Membuat cairan infus yang akan dimasukkan dalam tubuh manusia;
 - Garam dapur yang digunakan pada pembuatan es putar; dan
 - Pemusnahan lintah dengan menaburkan gram
- Penerapan sifat koligatif penurunan titik beku larutan terdapat pada nomor....
 - (1) dan (2)
 - (2) dan (3)
 - (2) dan (4)
 - (3) dan (4)
 - (3) dan (5)
7. Larutan yang isotonis dengan kalium nitrat 0,2 M adalah
- Aluminium sulfat 0,08 M
 - Glukosa 0,3 M
 - Asam klorida 0,3 M
 - Magnesium sulfat 0,4 M
 - Urea 0,5 M

8. Jika diketahui tekanan osmosis larutan 10 gram asam benzoat, C_6H_5COOH , dalam bezana adalah 2 atm pada suhu tertentu, maka larutan 20 gram senyawa dimernya, $(C_6H_5COOH)_2$, dalam pelarut yang sama, mempunyai tekanan osmosis sebesar
- 0,5 atm
 - 1,0 atm
 - 1,5 atm
 - 2,0 atm
 - 4,0 atm
9. Sebanyak 26,7 gram $LiCl_3$ dilarutkan dilarutkan dalam air hingga 500 mL, derajat ionisasi = 0,25; dan suhu $27^\circ C$; tekanan osmotik larutan 17,22 atm. Jika $Ar Cl = 35,5$; maka $Ar L$ adalah
- 18
 - 27
 - 36
 - 52
 - 60
10. Disajikan beberapa sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari berikut.
- Penggunaan garam dapur untuk membunuh lintah
 - Penggunaan garam dapur untuk mencairkan salju
 - Pembuatan kolam apung
 - Penggunaan panci presto untuk masak daging
 - Pemisahan sampuran dengan cara destilasi
- Penerapan sifat koligatif larutan yang berhubungan dengan kenaikan titik didih larutan ditunjukkan oleh angka
- (1) dan (2)
 - (1) dan (5)
 - (2) dan (4)
 - (3) dan (4)
 - (4) dan (5)

KUNCI JAWABAN EVALUASI

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

DAFTAR PUSTAKA

Haris Watoni. Kimia untuk Siswa SMA/MA Kelas X. Yrama Widya. Bandung. 2016

Unggul Sudarmo. Kimia untuk SMA/MA Kelas X. Erlangga. Jakarta. 2016.

I Gede Mendera. Modul Kimia Kelas XII. SMA Plus Negeri 17 Palembang. 2019.
Palembang

<http://indrinurazizah1.blogspot.com/2019/09/penerapan-sifat-koligatif-larutan-dalam.html/> diunduh pada tanggal 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
XII



**PENYETARAAN PERSAMAAN REAKSI REDOKS
KIMIA KELAS XII**

**PENYUSUN
Rananda Vinsiah, S.Pd
SMA Negeri Sumatera Selatan**

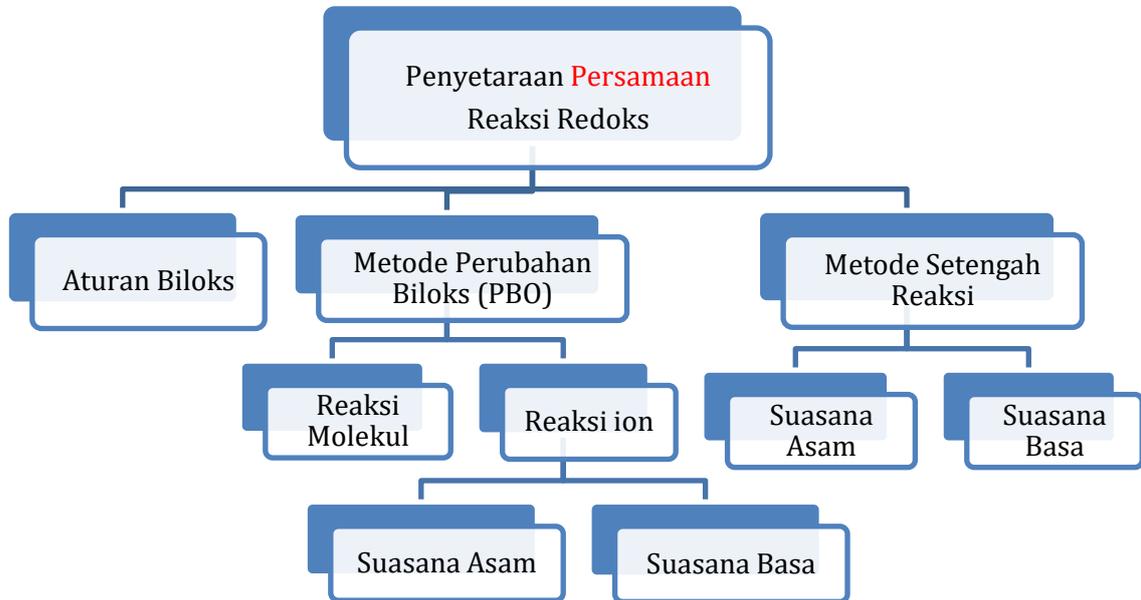
DAFTAR ISI

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
PENYETARAAN REAKSI REDOKS METODE PERUBAHAN BILOKS	7
A. Tujuan Pembelajaran	7
B. Uraian Materi	7
C. Rangkuman	11
D. Penugasan Mandiri	13
E. Latihan Soal	13
F. Penilaian Diri	16
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	17
PENYETARAAN REAKSI REDOKS METODE SETENGAH REAKSI	17
A. Tujuan Pembelajaran	17
B. Uraian Materi	17
C. Rangkuman	19
D. Penugasan Mandiri	20
E. Latihan Soal	20
F. Penilaian Diri	23
EVALUASI	24
DAFTAR PUSTAKA	27

GLOSARIUM

Anion	: ion yang bermuatan negatif
Biloks	: bilangan oksidasi
Kation	: ion yang bermuatan positif
Oksidator	: spesi yang mengalami reduksi
Reduktor	: spesi yang mengalami oksidasi
Reaksi Oksidasi	: reaksi penerimaan elektron sehingga terjadi penurunan bilangan oksidasi
Reaksi Reduksi	: reaksi pelepasan elektron sehingga terjadi kenaikan bilangan oksidasi
Reaksi Redoks	: reaksi kimia yang melibatkan perubahan bilangan oksidasi yang terdiri dari reaksi reduksi dan oksidasi secara bersamaan.
PBO	: metode penyetaraan persamaan reaksi redoks berdasarkan perubahan bilangan oksidasi

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: KIMIA
Kelas	: XII IPA
Alokasi Waktu	: 8 x 45 Menit (dua kali pertemuan)
Judul Modul	: Penyetaraan Persamaan Reaksi Redoks

B. Kompetensi Dasar

- 3.3 Menyetarakan persamaan reaksi redoks
- 4.3 Menentukan urutan kekuatan pengoksidasi atau pereduksi berdasarkan data hasil percobaan

C. Deskripsi Singkat Materi

Modul penyetaraan persamaan reaksi redoks ini membahas tentang metode penyetaraan reaksi redoks yang tidak bisa diselesaikan dengan penyetaraan biasa. Berdasarkan metodenya, penyetaraan persamaan reaksi redoks terbagi atas dua metode, yakni metode perubahan bilangan oksidasi dan metode setengah reaksi (ion elektron). Metode perubahan biloks dapat dilakukan dalam dua jenis reaksi yakni reaksi ion dan reaksi molekul. Pada penyetaraan biloks reaksi ion dan setengah reaksi, penyetaraan dapat dilakukan dalam suasana asam atau suasana basa.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Untuk mempelajari modul ini diperlukan materi prasyarat pada KD 3.9 di kelas X pada materi reaksi redoks karena dalam materi ini kalian diharapkan dapat menyetarakan persamaan reaksi redoks belum setara yang tidak dapat disetarakan dengan penyetaraan biasa menggunakan beberapa metode dalam suasana asam atau basa. Untuk menggunakan modul ikutilah langkah langkah di bawah ini :

1. Bacalah peta konsep dan pahami metode penyetaraan persamaan reaksi redoks
2. Beberapa istilah silahkan baca pada glosarium.
3. Perdalam pemahamanmu tentang metode yang dapat digunakan dalam penyetaraan reaksi redoks dalam berbagai suasana, 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. Ulangi Langkah 2 sd 4 untuk kegiatan pembelajaran 2
6. Kerjakan soal evaluasi di akhir materi

E. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi 2 kegiatan pembelajaran yang memuat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

- Pertama : Penyetaraan Persamaan Reaksi Redoks Metode Perubahan Biloks
- Kedua : Penyetaraan Persamaan Reaksi Redoks Metode Setengah Reaksi

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

PENYETARAAN REAKSI REDOKS METODE PERUBAHAN BILOKS

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini diharapkan peserta didik dapat :

1. Menyetarakan persamaan reaksi redoks menggunakan metode perubahan biloks pada reaksi molekul
2. Menyetarakan persamaan reaksi redoks menggunakan metode perubahan biloks pada reaksi ion

B. Uraian Materi

Perhatikan gambar di bawah ini!



Gambar 1. Penggunaan pemutih pada kegiatan mencuci pakaian
(Sumber : <https://www.suara.com>)

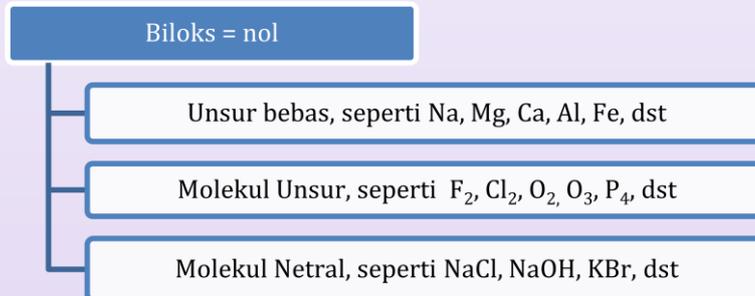
Hal apa yang terpikirkan oleh kalian? Bahan apakah yang biasa digunakan pada kegiatan tersebut? Mengapa bahan tersebut digunakan dan proses apakah yang dapat terjadi?

Kegiatan mencuci pakaian pada gambar di atas merupakan suatu kegiatan yang tidak asing lagi dalam kehidupan sehari-hari. Ketika mencuci pakaian, khususnya pakaian putih, sebagian besar orang menambahkan zat aktif pemutih untuk mendapatkan warna putih bersih. Zat pemutih tersebut merupakan senyawa kimia aktif bersifat oksidator yang digunakan untuk menghilangkan warna benda. Umumnya warna pada pakaian dapat hilang melalui reaksi redoks dengan menggunakan senyawa natrium hipoklorit (NaClO) dan hidrogen peroksida (H_2O_2). Bagaimana reaksi tersebut dapat terjadi? Untuk mendapatkan penjelasan ilmiahnya, mari kita diskusikan materi tersebut

Aturan Biloks

Pada mapel kimia kelas X telah dibahas materi bilangan oksidasi yang berfungsi untuk menentukan dengan cepat keadaan oksidasi atau reduksi suatu atom dalam senyawa. Adapun aturan penentuan bilangan oksidasi sebagai berikut :

1. Spesi yang berbiloks nol



2. Biloks **H** = +1, kecuali pada senyawa Hidrida (H = -1) atau senyawa dengan atom H yang berikatan langsung dengan logam.

Contoh : HCl dan NaH

Biloks +1 -1 +1 -1

3. Biloks **O** = -2, kecuali pada :

- Peroksida (O = -1) yakni H_2O_2 , Na_2O_2

1 -1 +1 -1

- Superoksida (O = $-\frac{1}{2}$) yakni KO_2 , RbO_2 , CsO_2

+1 - $\frac{1}{2}$

- Oksiflorida (O = +2) yakni OF_2

+2 -1

4. Biloks **ion logam utama = golongan (IA - IIIA)**, contoh:

Na^+ → Gol. IA, maka biloks ion = +1

Mg^{2+} → Gol. IIA, maka biloks ion = +2

Al^{3+} → Gol. IIIA, maka biloks ion = +3

5. Biloks **ion = muatan**, misalnya :

Fe^{2+} , maka biloks Fe = +2

Cl^- , maka biloks Cl = -1

SO_4^{2-} , maka biloks SO_4 = -2

6. Perhitungan Biloks (untuk unsur yang memiliki biloks bervariasi). Misalnya :

- a. MnO_4^- , maka pada ion ini biloks yang harus dihitung adalah biloks Mn karena tidak termasuk dalam 4 syarat pertama.

Metode 1 :

$(1 \times \text{biloks Mn}) + (4 \times \text{biloks O}) = \text{muatan ion}$

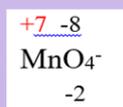
$(1 \times \text{biloks Mn}) + (4 \times \text{biloks O}) = -1$

$\text{Biloks Mn} + (4 \times (-2)) = -1$

$\text{Biloks Mn} + (-8) = -1$

$\text{Biloks Mn} = -1 + 8$

$\text{Biloks Mn} = +7$



Metode 2 :

Reaksi redoks adalah reaksi kimia yang melibatkan perubahan bilangan oksidasi. Reaksi ini merupakan reaksi gabungan dari setengah reaksi reduksi dan setengah reaksi oksidasi. Reaksi reduksi adalah reaksi penerimaan elektron sehingga terjadi penurunan bilangan oksidasi, sedangkan reaksi oksidasi adalah reaksi pelepasan elektron sehingga terjadi kenaikan bilangan oksidasi. Spesi yang mengalami oksidasi disebut reduktor dan spesi yang mengalami reduksi disebut oksidator. Pada suatu reaksi kimia yang lengkap, reaksi oksidasi selalu diikuti oleh reaksi reduksi sehingga reaksi yang terjadi disebut reaksi redoks.

Persamaan reaksi redoks dikatakan setara jika jumlah atom dan jumlah muatan di ruas kiri sama dengan jumlah atom dan jumlah muatan di ruas kanan. Pada dasarnya reaksi redoks berlangsung di dalam pelarut air sehingga penyetaraan persamaan reaksi redoks selalu melibatkan ion H^+ dan OH^- . Terdapat dua metode untuk menyetarakan reaksi redoks, yaitu dengan cara bilangan oksidasi dan cara setengah reaksi.

1. Penyetaraan Persamaan Reaksi Redoks Metode Perubahan Bilangan Oksidasi (PBO)

Bagaimana Langkah-langkah penyetaraan persamaan reaksi redoks dengan metode perubahan bilangan oksidasi? Mari kita sama-sama pelajari penjelasan berikut ini. Metode bilangan oksidasi berdasarkan prinsip bahwa jumlah pertambahan bilangan oksidasi dari reduktor sama dengan jumlah penurunan bilangan oksidasi dari oksidator. Penyetaraan ini memiliki dua tipe reaksi yakni reaksi molekul dan reaksi ion.

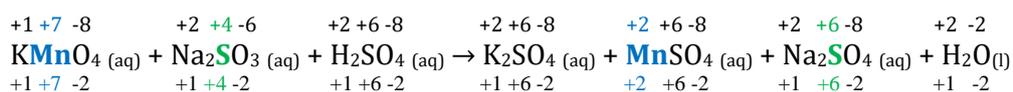
1) Penyetaraan Persamaan Reaksi Redoks Metode Perubahan Biloks (Molekul)

Contoh : Setarakan persamaan reaksi redoks berikut dengan menggunakan metode perubahan bilangan oksidasi!

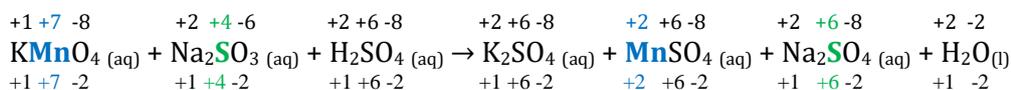


Langkah-langkah penyetaraannya sebagai berikut:

- a. Tentukan untuk yang mengalami perubahan biloks terlebih dahulu dengan menghitung biloks masing-masing unsur.



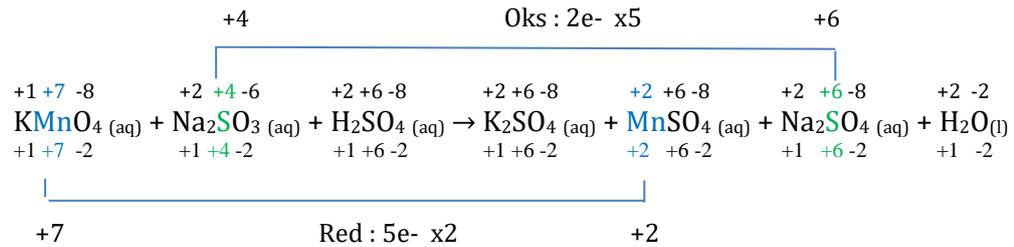
- b. Setarakan **jumlah unsur yang mengalami perubahan biloks jika ada yang belum setara.**



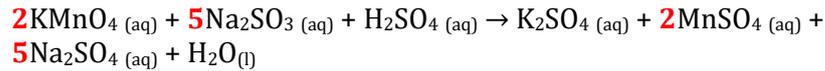
Jumlah unsur Mn dan S di kiri dan kanan reaksi sudah sama.

- c. Hitung kenaikan dan penurunan biloks yang terjadi pada unsur yang mengalami perubahan biloks tersebut, lalu samakan jumlah perubahan biloks dengan cara mengalikannya dengan koefisien yang sesuai. Aturan :

$$\text{Jumlah e- oks} = \text{Jumlah e- red}$$

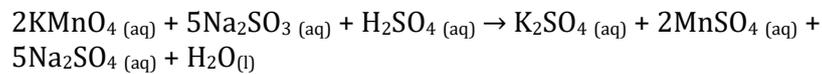


- d. Setarakan unsur yang mengalami perubahan bilangan oksidasi dengan meletakkan koefisien yang sesuai.

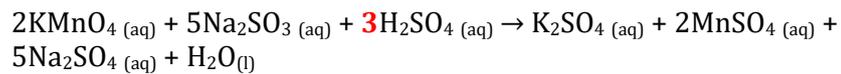


- e. Setarakan unsur lain yang belum setara dengan urutan **KAHO (Kation Anion Hidrogen Oksigen)**

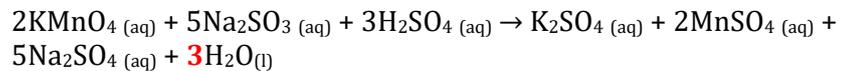
- ✓ Kation yang tidak berubah bilangan oksidasinya, yaitu K dan Na sudah setara.



- ✓ Setarakan jumlah unsur S di kiri reaksi dengan menambahkan koefisien tertentu.



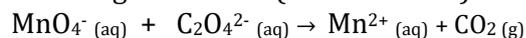
- ✓ Untuk menyetarakan jumlah atom H, tulis koefisien 3 pada H₂O.



- ✓ Atom O ternyata sudah setara, dengan demikian reaksi tersebut sudah setara.

2) Penyetaraan Persamaan Reaksi Redoks Metode Perubahan Biloks (ion)

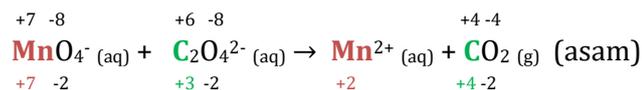
Contoh : Setarakan persamaan reaksi redoks berikut dengan menggunakan metode perubahan bilangan oksidasi (suasana asam)



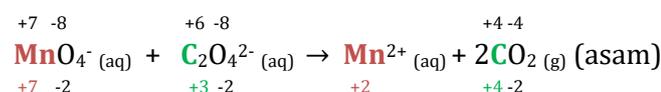
Reaksi di atas dapat diselesaikan dalam suasana asam atau basa tergantung apa yang diminta soal.

Langkah-langkah penyetaraannya sebagai berikut:

- a. Tentukan untuk yang mengalami perubahan biloks terlebih dahulu dengan menghitung biloks masing-masing unsur.

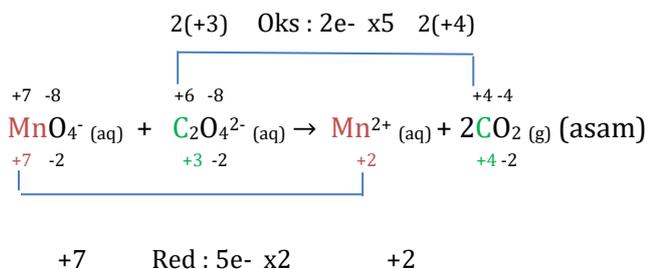


- b. Setarakan **jumlah unsur yang mengalami perubahan biloks.**

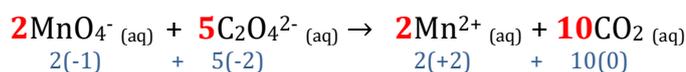


- c. Hitung kenaikan dan penurunan biloks yang terjadi pada unsur yang mengalami perubahan biloks tersebut, lalu samakan jumlah perubahan biloks dengan cara mengalikannya dengan koefisien yang sesuai. Aturan :

Jumlah e- oks = Jumlah e- red

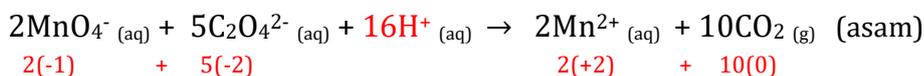


- d. Reaksi kemudian ditulis ulang dengan koefisien baru, kemudian hitung muatan ion kiri dan kanan.

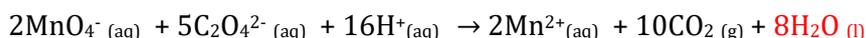


Dari perhitungan di atas, muatan kanan = - 12 dan muatan kiri = +4

- e. Samakan muatan kiri dan kanan dengan menambahkan ion H^+ atau OH^- dengan aturan :
- Suasana asam : **ion H^+** ditambahkan pada **muatan kecil**
 - Suasana basa : **ion OH^-** ditambahkan pada **muatan besar**



- f. Setelah muatan kiri = kanan, setarakan jumlah H dengan menambahkan H_2O di tempat yang kekurangan.



- g. Jumlah O ternyata sudah setara, dengan demikian reaksi tersebut sudah setara.

C. Rangkuman

1. Reaksi redoks adalah reaksi kimia yang melibatkan perubahan bilangan oksidasi yang terdiri dari reaksi reduksi dan oksidasi secara bersamaan.
2. Penyetaraan reaksi redoks dapat diselesaikan menggunakan metode perubahan biloks (PBO) baik pada reaksi molekul dan reaksi ion
3. Metode perubahan biloks berdasarkan pada prinsip bahwa :

Jumlah e- teroksidasi = Jumlah e- tereduksi

4. Metode PBO reaksi molekul mengikuti aturan penyetaraan KAHO (Kation Anion Hidrogen Oksigen)
5. Metode PBO reaksi ion dapat diselesaikan dalam dua suasana, yakni suasana asam dan basa.

D. Penugasan Mandiri

Setarakan persamaan reaksi redoks berikut menggunakan metode perubahan biloks (PBO)!

- $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + \text{Fe}^{3+}(\text{aq})$ (suasana basa)
- $\text{MnO}_2(\text{s}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ (suasana asam)
- $\text{K}_2\text{CrO}_4(\text{aq}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{FeSO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3(\text{aq}) + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

E. Latihan Soal

Kerjakan soal di bawah ini dengan benar dan jujur!

- Bilangan oksidasi kromium yang sama pada pasangan senyawa berikut adalah
 - $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dan Cr_2O_3
 - $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dan $\text{Cr}(\text{OH})_4$
 - K_2CrO_4 dan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
 - K_2CrO_4 dan $\text{Cr}(\text{OH})_4$
 - $\text{Cr}(\text{OH})_4$ dan Cr_2O_3
- Diantara reaksi-reaksi di bawah ini, yang bukan merupakan reaksi redoks adalah....
 - $\text{SnCl}_2 + \text{I}_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{SnCl}_4 + 2\text{HI}$
 - $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$
 - $\text{Cu}_2\text{O} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}$
 - $\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 - $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$
- Oksidasi 1 mol Cr^{3+} menjadi CrO_4^{2-} melepaskan elektron sebanyak

A. 1 mol	D. 4 mol
B. 2 mol	E. 5 mol
C. 3 mol	
- Diberikan persamaan reaksi (belum setara) :
 $\text{IO}_3^-(\text{aq}) + \text{I}^-(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{I}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 Perbandingan mol I^- terhadap I_2 pada reaksi setara adalah

A. 2 : 1	D. 3 : 3
B. 1 : 5	E. 5 : 3
C. 6 : 5	
- $a\text{MnO}_4^- + b\text{SO}_3^{2-} \rightarrow c\text{Mn}^{2+} + d\text{SO}_4^{2-}$, setelah disetarakan harga a, b, c, dan d berturut-turut

A. 2, 5, 6, 2	D. 3, 5, 3, 5
B. 2, 5, 2, 3	E. 5, 3, 3, 5
C. 2, 5, 2, 5	
- Pada reaksi $\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+}$, pernyataan yang benar adalah
 - Fe^{2+} merupakan oksidator
 - Mn merupakan reduktor
 - bilangan oksidasi Mn dari +7 menjadi +2
 - bilangan oksidasi Mn dari +2 menjadi +7
 - setengah reaksi oksidasinya $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$

Kunci Jawaban Dan Pembahasan Soal Latihan

No	Kunci Jawaban	Pembahasan
1	C	<p>(Skor 15)</p> <p>Penyelesaian soal ini dapat dikerjakan dengan menghirung biloks Cr pada masing-masing senyawa. Biloks Cr yang sama merupakan jawabannya.</p> $ \begin{array}{cccc} +2 & +12 & -14 & \\ \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 & \text{dan} & \text{Cr}_2\text{O}_3 & \\ +1 & +6 & -2 & \\ \end{array} \quad \begin{array}{cccc} +6 & -6 & \\ \text{K}_2\text{CrO}_4 & \text{dan} & \text{Cr}(\text{OH})_4 \\ +3 & -2 & \\ \end{array} \quad \begin{array}{cccc} +2 & +6 & -8 & \\ \text{K}_2\text{CrO}_4 & \text{dan} & \text{Cr}(\text{OH})_4 & \\ +1 & +6 & -2 & \\ \end{array} \quad \begin{array}{cccc} +4 & -4 & \\ \text{K}_2\text{CrO}_4 & \text{dan} & \text{Cr}(\text{OH})_4 & \\ +4 & -1 & \\ \end{array} $ <p>Berdasarkan perhitungan tersebut maka jawaban yang paling tepat adalah C. K_2CrO_4 dan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$</p>
2	D	<p>(Skor 20)</p> <p>Penyelesaian soal ini dapat dilakukan dengan menghitung dan membandingkan biloks unsur yang sama di sebelah kiri dan kanan reaksi satu persatu.</p> $ \begin{array}{ccccccc} +2 & -2 & & & +4 & -4 & \\ \text{A. SnCl}_2 & + \text{I}_2 & + 2\text{HCl} & \rightarrow & \text{SnCl}_4 & + 2\text{HI} & \\ +2 & -1 & 0 & +1 & -1 & +4 & -1 & +1 & -1 & \\ \end{array} $ <p>Terjadi perubahan biloks pada unsur Sn dan Cl</p> $ \begin{array}{ccccccc} \text{B. H}_2 & + \text{Cl}_2 & \rightarrow & 2\text{HCl} & \\ 0 & 0 & & +1 & -1 & \\ \end{array} $ <p>Terjadi perubahan biloks pada unsur H dan Cl</p> $ \begin{array}{ccccccc} +2 & -2 & & & & & \\ \text{C. Cu}_2\text{O} & + \text{C} & \rightarrow & 2\text{Cu} & + \text{CO} & & \\ +1 & -2 & 0 & 0 & +2 & -2 & \\ \end{array} $ <p>Terjadi perubahan biloks pada unsur C dan Cu</p> $ \begin{array}{ccccccc} +2 & -2 & & & +2 & -2 & +2 & -2 & \\ \text{D. Cu}_2\text{O} & + 2\text{HCl} & \rightarrow & \text{CuCl}_2 & + \text{H}_2\text{O} & & & & \\ +1 & -2 & +1 & -1 & +2 & -1 & +1 & -2 & \\ \end{array} $ <p>Tidak ada unsur yang mengalami perubahan biloks (jawaban)</p> $ \begin{array}{ccccccc} +2 & -2 & & & +2 & -2 & +2 & -2 & \\ \text{E. MnO}_2 & + 4\text{HCl} & \rightarrow & \text{MnCl}_2 & + 2\text{H}_2\text{O} & + \text{Cl}_2 & & & \\ +2 & -2 & +1 & -1 & +2 & -1 & +1 & -2 & 0 & \\ \end{array} $ <p>Terjadi perubahan biloks pada unsur Mn dan Cl</p> <p>Cara lain :</p> <p>Jika terdapat unsur atau molekul unsur berbiloks nol (unsur yang sendirian) pada suatu reaksi maka reaksi cenderung merupakan reaksi redoks.</p>
3	C	<p>(Skpr 15)</p> <p>Penyelesaian :</p> $ \begin{array}{ccc} & +6 & -8 \\ \text{Cr}^{3+} & \rightarrow & \text{CrO}_4^{2-} \\ +3 & & +6 & -2 \\ \hline \text{Oks : } & 3e^- & & & \text{Artinya : 1 mol Cr}^{3+} \text{ akan melepaskan 3 mol elektron.} \end{array} $

No	Kunci Jawaban	Pembahasan
4	E	<p>(Skor 20)</p> <p>Penyelesaian soal ini dapat dilakukan dengan menyetarakan reaksi redoks terlebih dahulu sehingga didapatkan koefisien reaksi yang tepat sebelum menghitung perbandingan mol untuk molekul I₂.</p> $ \begin{array}{ccccccc} +5-6 & & & & & +2-2 & \\ \text{IO}_3^- & (\text{aq}) & + & \text{I}^- & (\text{aq}) & + & \text{H}^+ & (\text{aq}) & \rightarrow & \text{I}_2 & (\text{aq}) & + & \text{H}_2\text{O} & (\text{l}) \\ +5-2 & & -1 & & +1 & & 0 & & & +1-2 & & & & \\ \text{Red : } 5\text{e}^- & \times 1 & & & & & & & & & & & & & \\ & & & & & & & & & & & & & & \text{Oks : } 1\text{e}^- \times 5 \end{array} $ <p>selanjutnya koefisien baru ditulis ulang dan disetarakan agar jumlah unsur yang mengalami perubahan biloks setara.</p> $\text{IO}_3^- (\text{aq}) + 5\text{I}^- (\text{aq}) + \text{H}^+ (\text{aq}) \rightarrow 3\text{I}_2 (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$ <p>Perbandingan koefisien = Perbandingan Mol sehingga : mol I⁻ : mol I₂ = 5 : 3</p>
5	C	<p>(Skor 20)</p> <p>Setarakan reaksi terlebih dahulu</p> $ \begin{array}{ccccccc} +4 & \text{Oks : } 2\text{e}^- \times 5 & +6 & & & & \\ & & & & & & \\ +7-8 & +4-6 & +2-2 & +6-8 & & & \\ \text{MnO}_4^- & + & \text{SO}_3^{2-} & \rightarrow & \text{Mn}^{2+} & + & \text{SO}_4^{2-} \\ +7-2 & +4-2 & +2 & & +6-2 & & \\ +7 & \text{Red : } 5\text{e}^- \times 2 & +2 & & & & \end{array} $ <p>selanjutnya koefisien baru ditulis ulang dan disetarakan agar jumlah unsur yang mengalami perubahan biloks setara.</p> $2\text{MnO}_4^- + 5\text{SO}_3^{2-} \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{SO}_4^{2-}$
6	C	<p>(Skor 15)</p> <p>Identifikasi reaksi terlebih dahulu</p> $ \begin{array}{ccccccc} +2 & \text{Oks : } 1\text{e}^- & +3 & & & & \\ & & & & & & \\ +2 & +7-8 & +3 & & & & \\ \text{Fe}^{2+} & + & \text{MnO}_4^- & \rightarrow & \text{Fe}^{3+} & + & \text{Mn}^{2+} \\ & & +7-2 & & +2 & & \\ +7 & \text{Red : } 5\text{e}^- & +2 & & & & \end{array} $ <p>Berdasarkan uraian di atas, maka pernyataan yang mungkin :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fe²⁺ mengalami oksidasi sehingga disebut reduktor 2. Mn mengalami reduksi sehingga disebut oksidator 3. Bilangan oksidasi Mn dari +7 menjadi +2 4. Bilangan oksidasi Fe dari +2 menjadi +3

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

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

NO	PERTANYAAN	JAWABAN	
		YA	TIDAK
1	Saya dapat menentukan besarnya perubahan biloks unsur dalam suatu reaksi redoks		
2	Saya dapat mengidentifikasi unsur yang mengalami reaksi reduksi atau oksidasi		
3	Saya dapat menyetarakan persamaan reaksi redoks dengan metode PBO pada reaksi molekul		
4	Saya dapat menyetarakan persamaan reaksi redoks dengan metode PBO pada reaksi ion		

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

PENYETARAAN PERSAMAAN REAKSI REDOKS

METODE SETENGAH REAKSI

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini diharapkan peserta didik dapat :
Menyetarakan persamaan reaksi redoks menggunakan metode setengah reaksi

B. Uraian Materi

Coba pelajari contoh-contoh reaksi redoks berikut dan setarakan reaksinya.

1. $\text{Mg}^{(s)} + \text{O}_2^{(g)} \rightarrow \text{MgO}^{(s)}$
2. $\text{CH}_4^{(g)} + \text{O}_2^{(g)} \rightarrow \text{CO}_2^{(g)} + \text{H}_2\text{O}^{(g)}$
3. $\text{ZnS}^{(s)} + \text{HNO}_3^{(aq)} \rightarrow \text{ZnSO}_4^{(aq)} + \text{NO}^{(g)} + \text{H}_2\text{O}^{(l)}$
4. $\text{KMnO}_4^{(aq)} + \text{Na}_2\text{SO}_3^{(aq)} + \text{H}_2\text{SO}_4^{(aq)} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4^{(aq)} + \text{MnSO}_4^{(aq)} + \text{Na}_2\text{SO}_4^{(aq)} + \text{H}_2\text{O}^{(l)}$
5. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2- (aq)} + \text{Fe}^{2+ (aq)} + \text{H}^+ (aq) \rightarrow \text{Cr}^{3+ (aq)} + \text{Fe}^{3+ (aq)} + \text{H}_2\text{O}^{(l)}$

Apakah sama jumlah atom di ruas kiri dan di ruas kanan untuk kelima reaksi? Apakah sama jumlah muatan di ruas kiri dan ruas kanan untuk reaksi yang kelima? Manakah langkah penyetaraan reaksi yang lebih mudah untuk reaksi a, b, c, d, atau e? Adakah reaksi yang sulit untuk disetarakan?

Setelah sebelumnya kita telah mempelajari tentang penyetaraan redoks metode perubahan biloks, pembahasan kegiatan 2 ini akan membahas tentang penyetaraan metode setengah reaksi. Metode ini umumnya banyak digunakan pada aplikasi reaksi redoks pada kehidupan sehari-hari, misalnya pada aplikasi sel volta atau aplikasi sel elektrolisis. Untuk lebih jelasnya, mari kita bahas bersama!

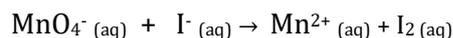
1. Penyetaraan Persamaan Reaksi Redoks Metode Setengah Reaksi

Penyetaraan persamaan reaksi redoks pada cara ini dilakukan dengan membagi reaksi menjadi 2 bagian, yaitu:

- a. Setengah reaksi oksidasi
- b. Setengah reaksi reduksi

Penyelesaian dilakukan untuk setiap bagian, dilanjutkan dengan penyetaraan jumlah elektron yang terlibat pada bagian a dan b, yang diakhiri dengan menjumlahkan kedua reaksi.

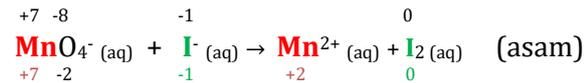
Langkah-langkah menyetarakan reaksi dengan metode bilangan oksidasi adalah sebagai berikut :



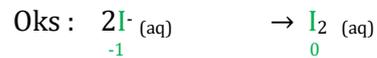
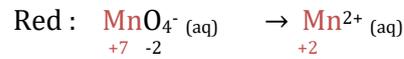
Reaksi di atas dapat diselesaikan dalam suasana asam atau basa tergantung apa yang diminta soal.

Langkah Penyelesaian :

- a. Tentukan untuk yang mengalami perubahan biloks terlebih dahulu dengan menghitung biloks masing-masing unsur.

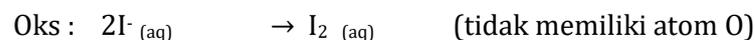
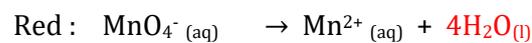


- b. Pisahkan setengah reaksi reduksi dan setengah reaksi oksidasi, lalu setarakan **jumlah unsur yang mengalami perubahan biloks.**

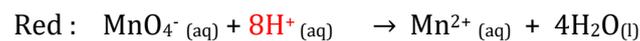


- c. Setarakan jumlah atom O dengan menambahkan molekul H₂O sebanyak selisih jumlah atom O di kiri dan kanan reaksi, menurut aturan berikut :

- Suasana asam : H₂O ditambahkan di tempat yang kekurangan atom O
- Suasana basa : H₂O ditambahkan di tempat yang kelebihan atom O



- d. Setarakan atom H dengan menambahkan H⁺ pada suasana asam dan OH⁻ pada suasana basa

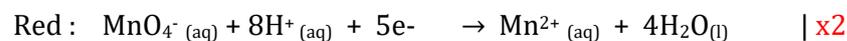


- e. Hitung muatan ion di kiri dan kanan reaksi, lalu setarakan muatan dengan menambahkan elektron di tempat bermuatan besar.

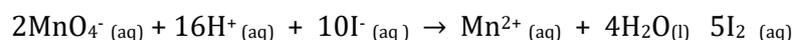
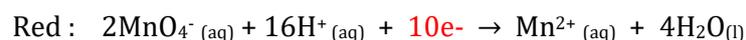


- f. Setarakan jumlah elektron pada setengah reaksi reduksi dan oksidasi dengan mengalikannya dengan koefisien tertentu dengan menyesuaikan aturan berikut :

Jumlah e⁻ teroksidasi = Jumlah e⁻ tereduksi



- g. Gabungkan kedua reaksi dengan menjumlahkannya dan mengeliminasi elektron reduksi dan oksidasi.



- h. Jumlah O ternyata sudah setara, dengan demikian reaksi tersebut sudah setara.

C. Rangkuman

1. Penyetaraan reaksi redoks dapat diselesaikan menggunakan metode setengah reaksi
2. Metode setengah reaksi dilakukan dengan membagi reaksi menjadi setengah reaksi reduksi dan setengah reaksi oksidasi.
3. Metode setengah reaksi dapat dilakukan pada suasana asam dan basa.
4. Prinsip penyetaraan ini juga mengacu pada prinsip :

Jumlah e- teroksidasi = Jumlah e- tereduksi

D. Penugasan Mandiri

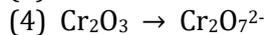
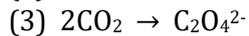
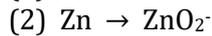
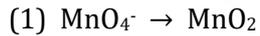
Setarakan reaksi berikut ini menggunakan Metode Setengah Reaksi!

- $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + \text{Fe}^{3+}(\text{aq})$ (suasana basa)
- $\text{MnO}_2(\text{s}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ (suasana asam)

E. Latihan Soal

Kerjakan soal berikut ini dengan jujur dan tepat!

- Diketahui beberapa reaksi berikut :



Peristiwa oksidasi pada pasangan reaksi dengan nomor

- 1 dan 2
 - 1 dan 3
 - 1 dan 4
 - 2 dan 3
 - 2 dan 4
- Jumlah H^+ dan elektron terlibat yang tepat untuk setengah reaksi oksidasi Cr^{3+} menjadi CrO_4^{2-} pada suasana asam adalah
 - 4H^+ dan 3e^-
 - 8H^+ dan 3e^-
 - 4H^+ dan 6e^-
 - 8H^+ dan 6e^-
 - 8H^+ dan 7e^-
 - Koefisien a, b, dan c yang tepat untuk setengah reaksi $a\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + b\text{H}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Cr}^{3+} + c\text{H}_2\text{O}$ adalah
 - 1, 14, 7
 - 2, 14, 7
 - 1, 7, 14
 - 2, 7, 14
 - 2, 7, 16
 - Dalam suasana basa, Cl_2 mengalami reaksi disproporsionasi menghasilkan ion Cl^- dan ClO_3^- . Perbandingan koefisien ClO_3^- terhadap Cl_2 yang dihasilkan setelah reaksi setara adalah
 - 1/5
 - 1/3
 - 1/2
 - 1/1
 - 2/1
 - Logam Al dapat mereduksi ion Os ($A_r = 190$) dalam larutan menurut reaksi belum setara berikut :

$$\text{Al}(\text{s}) + \text{Os}^{n+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Al}^{3+}(\text{aq}) + \text{Os}(\text{s})$$
 Bila 18 g logam Al tepat mengendapkan 190 g padatan Os, maka nilai n adalah
 - 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5

Kunci Jawaban dan Pembahasan Soal Latihan

No	Kunci	Pembahasan
1	E	<p>(1) $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{MnO}_2$ (Terjadi pelepasan oksigen \rightarrow reduksi)</p> <p>(2) $\text{Zn} \rightarrow \text{ZnO}_2^-$ (Terjadi pengikatan oksigen \rightarrow oksidasi)</p> <p style="margin-left: 40px;">+4 -4 +6 -8</p> <p>(3) $2\text{CO}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ (Terjadi penurunan biloks \rightarrow reduksi)</p> <p style="margin-left: 40px;">+4 -2 +3 -2</p> <p>(4) $\text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (Terjadi pengikatann oksigen \rightarrow oksidasi)</p>
2	B	<p>Setarakan setengah reaksi berikut :</p> $\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{CrO}_4^{2-}$ <p>Tambahkan H_2O di tempat yang kekurangan atom O</p> $\text{Cr}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CrO}_4^{2-}$ <p>Setarakan atom H dengan menambahkan H^+</p> $\text{Cr}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CrO}_4^{2-} + 8\text{H}^+$ <p>Setarakan muatan kiri dan kanan dengan menambahkan e- di tempat bermuatan besar.</p> $\text{Cr}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CrO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 3\text{e}^-$
3	A	<p>Setarakan setengah reaksi berikut :</p> $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \rightarrow 2\text{Cr}^{3+}$ <p>Tambahkan H_2O di tempat yang kekurangan atom O</p> $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ <p>Setarakan atom H dengan menambahkan H^+</p> $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ <p>Setarakan muatan kiri dan kanan dengan menambahkan e- di tempat bermuatan besar.</p> $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$
4	B	<p>Penyelesaian soal ini juga dilakukan dengan menyetarakan reaksi redoks terlebih dahulu sehingga didapatkan koefisien reaksi yang tepat sebelum menghitung perbandingan mol zat yang ditanyakan.</p> $\begin{array}{ccccccc} & & & & -6 & & \\ \text{Cl}_2 & + & \text{OH}^- & \rightarrow & \text{Cl}^- & + & \text{ClO}_3^- \\ 0 & & -2+1 & & -1 & & +5-2 \\ \hline & & \text{Red} : 1\text{e}^- \times 5 & & & & \\ & & \text{Oks} : 5\text{e}^- \times 1 & & & & \end{array}$ <p>selanjutnya koefisien baru ditulis ulang dan disetarakan agar jumlah unsur yang mengalami perubahan biloks setara</p> $3\text{Cl}_2 + \text{OH}^- \rightarrow 5\text{Cl}^- + \text{ClO}_3^-$ <p>Tanpa harus menyelesaikan penyetaraan, soal tersebut sudah dapat dijawab karena koefisien yang dibutuhkan sudah didapatkan.</p> <p>Perbandingan koefisien :</p> <p>koef ClO_3^- : koef Cl_2 = 1 : 3</p>
5	B	<p>Soal ini menggabungkan konsep stoikiometri dan konsep redoks untuk menyelesaikannya. Hal yang harus dilakukan terlebih dahulu adalah menghitung mol zat yang dapat diketahui.</p> $\text{Mol Al} = \frac{\text{massa Al}}{\text{Ar Al}} = \frac{18 \text{ g}}{27 \text{ g/mol}} = \frac{2}{3} = 0,666 \text{ mol}$

No	Kunci	Pembahasan
		<p> $\text{Mol Os} = \frac{\text{massa Os}}{\text{Ar Os}} = \frac{190 \text{ g}}{190 \text{ g/mol}} = 1 \text{ mol}$ </p> <p>Perbandingan mol = perbandingan koefisien, sehingga :</p> <p> $\text{Mol Al} : \text{Mol Os} = 2/3 : 1$ $= 2 : 3$ </p> <p>Pada reaksi</p> <p> $2\text{Al} (\text{s}) + \text{Os}^{n+} (\text{aq}) \rightarrow \text{Al}^{3+} (\text{aq}) + 3\text{Os} (\text{s})$ </p> <p style="text-align: center;"> $\begin{array}{ccccccc} 0 & & +n & & +3 & & 0 \end{array}$ </p> <p>Selanjutnya setarakan jumlah unsur yang belum setara dengan menambahkan koefisien :</p> <p> $2\text{Al} (\text{s}) + 3\text{Os}^{n+} (\text{aq}) \rightarrow 2\text{Al}^{3+} (\text{aq}) + 3\text{Os} (\text{s})$ </p> <p style="text-align: center;"> $\begin{array}{ccccccc} 0 & & +n & & +3 & & 0 \end{array}$ </p> <p style="text-align: center;"> $\text{Oks : } 3e^- \times 2$ </p> <p style="text-align: center;"> $\text{Red : } ne^- \times 3$ </p> <p>Dari jumlah e- tersebut didapat :</p> <p>e- reduksi = e- oksidasi</p> <p> $3e^- \times 2 = ne^- \times 3$ $6e^- = 3ne^-$ $n = 2$ </p>

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

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

NO	PERTANYAAN	JAWABAN	
		YA	TIDAK
1	Saya dapat memisahkan setengah reaksi reduksi dan setengah reaksi oksidasi		
2	Saya dapat menyetarakan persamaan reaksi redoks menggunakan metode setengah reaksi dalam suasana asam		
3	Saya dapat menyetarakan persamaan reaksi redoks menggunakan metode setengah reaksi dalam suasana basa		

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.

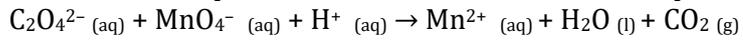
EVALUASI

Silahkan kerjakan soal berikut ini dengan jujur dan bertanggung jawab!

- Unsur logam yang mempunyai bilangan oksidasi +5 terdapat pada ion ...
 - SbO_4^{3-}
 - MnO_4^-
 - $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$
 - CrO_4^{2-}
 - $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
- Diantara senyawa-senyawa berikut, senyawa mangan yang mempunyai bilangan oksidasi tertinggi adalah
 - MnO
 - MnO_2
 - MnSO_4
 - KMnO_4
 - K_2MnO_4
- Pada reaksi redoks $3\text{Cl}_2 + 6\text{NaOH} \rightarrow 5\text{NaCl} + \text{NaClO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$. Bilangan oksidasi atom Cl berubah dari
 - +1 menjadi -1
 - 1 menjadi +1
 - 0 menjadi -1
 - 0 menjadi -1 dan +5
 - 0 menjadi -1 dan +7
- Diantara reaksi redoks berikut ini yang sudah setara adalah...
 - $4\text{H}_2\text{O} + \text{MnO}_4^- + 6\text{I}^- \rightarrow 2\text{MnO}_2 + 8\text{OH}^- + 3\text{I}_2$
 - $3\text{P} + 5\text{NO}_3^- + 4\text{OH}^- \rightarrow 3\text{PO}_4^{3-} + 2\text{H}_2\text{O} + 5\text{NO}$
 - $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- + \text{IO}_3^- \rightarrow 2\text{Cl}^- + \text{IO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O}$
 - $11\text{OH}^- + 6\text{Cl}_2 \rightarrow 10\text{Cl}^- + 2\text{ClO}_3^- + 6\text{H}_2\text{O}$
 - $8\text{MnO}_4 + 3\text{NH}_3 \rightarrow 8\text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 5\text{OH}^- + 3\text{NO}_3^-$
- Pada reaksi redoks berikut. $\text{Sn}_{(s)} + 4\text{H}_2\text{O}_{(s)} \rightarrow \text{SnO}_{2(s)} + 4\text{NO}_{2(aq)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ yang berperan sebagai reduktor adalah
 - HNO_3
 - NO_3
 - H_2O
 - SnO_2
 - Sn
- Diketahui persamaan redoks berikut. $\text{Al} + \text{NO}_3^- \rightarrow \text{AlO}_2^- + \text{NH}_3$ (dalam suasana basa) Agar persamaan setara, molekul air yang harus ditambahkan adalah ... molekul.
 - 5
 - 4
 - 3
 - 2
 - 1
- Pada reaksi redoks berikut: $a\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ + b\text{C}_2\text{O}_4^{2-} \rightarrow c\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2 + 10\text{CO}_2$ koefisien reaksi a, b, dan c berurutan adalah
 - 2, 2, dan 2
 - 2, 3, dan 2
 - 2, 5, dan 2
 - 3, 5, dan 2
 - 2, 4, dan 2
- Perhatikan reaksi berikut!
 $2\text{HI}_{(aq)} + 2\text{HNO}_{2(aq)} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} + 2\text{NO}_{(g)} + \text{I}_{2(g)}$
 Pernyataan berikut yang benar adalah
 - H_2O adalah zat pereduksi
 - H_2O adalah zat pengoksidasi

- C. HNO_2 adalah zat pereduksi
- D. HI adalah zat pereduksi
- E. I_2 adalah zat pereduksi $\text{NaCl} < \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 < \text{CH}_3\text{COOH}$

9. Asam oksalat dapat dioksidasi oleh KMnO_4 menurut persamaan:



Untuk mengoksidasi 2 mol ion $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ diperlukan ion MnO_4^- sebanyak

- A. 0,3 mol
- B. 0,5 mol
- C. 0,7 mol
- D. 0,8 mol
- E. 2,0 mol

10. Sebanyak 5,6 gram logam besi ($\text{Ar Fe} = 56$) dilarutkan dalam H_2SO_4 menghasilkan FeSO_4 untuk mengoksidasi FeSO_4 menjadi $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ menurut reaksi: $\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+}$ diperlukan larutan KMnO_4 0,1 M sebanyak

- A. 200 ml
- B. 100 ml
- C. 50 ml
- D. 20 ml
- E. 10 ml

KUNCI JAWABAN

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

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

- Harnanto, Ari dan Ruminten. 2009. *Kimia 3 Untuk SMA/MA Kelas XII*. Jakarta : Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Pangajuanto, Teguh dan Rahmidi, Tri. 2009. *Kimia 3 Untuk SMA/MA Kelas XII*. Jakarta : Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Partana, Crys Fajar dan Wiyarsi, Antuni. 2009. *Mari Belajar Kimia 3 Untuk SMA/MA Kelas XII*. Bandung : Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Rahayu, Iman. 2009. *Praktis Belajar Kimia Untuk Kelas XII Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah Program Ilmu Pengetahuan Alam*. Jakarta : Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Sofyatiningrum, Etty dan Ningsih, Sri Rahayu. 2018. *Buku teks Kimia SMA kelas XII Program Peminatan kelompok IPA*. Jakarta : Bailmu (Bumi Aksara).
- Sudarmo, Unggul. 2013. *KIMIA untuk SMA/MA Kelas XII Kurikulum 2013*. Jakarta: Erlangga.
- <https://www.suara.com/health/2019/01/01/115436/jadi-gas-beracun-ini-4-bahan-cairan-pembersih-yang-dilarang-dicampur?page=all> diakses tanggal 15 September 2020

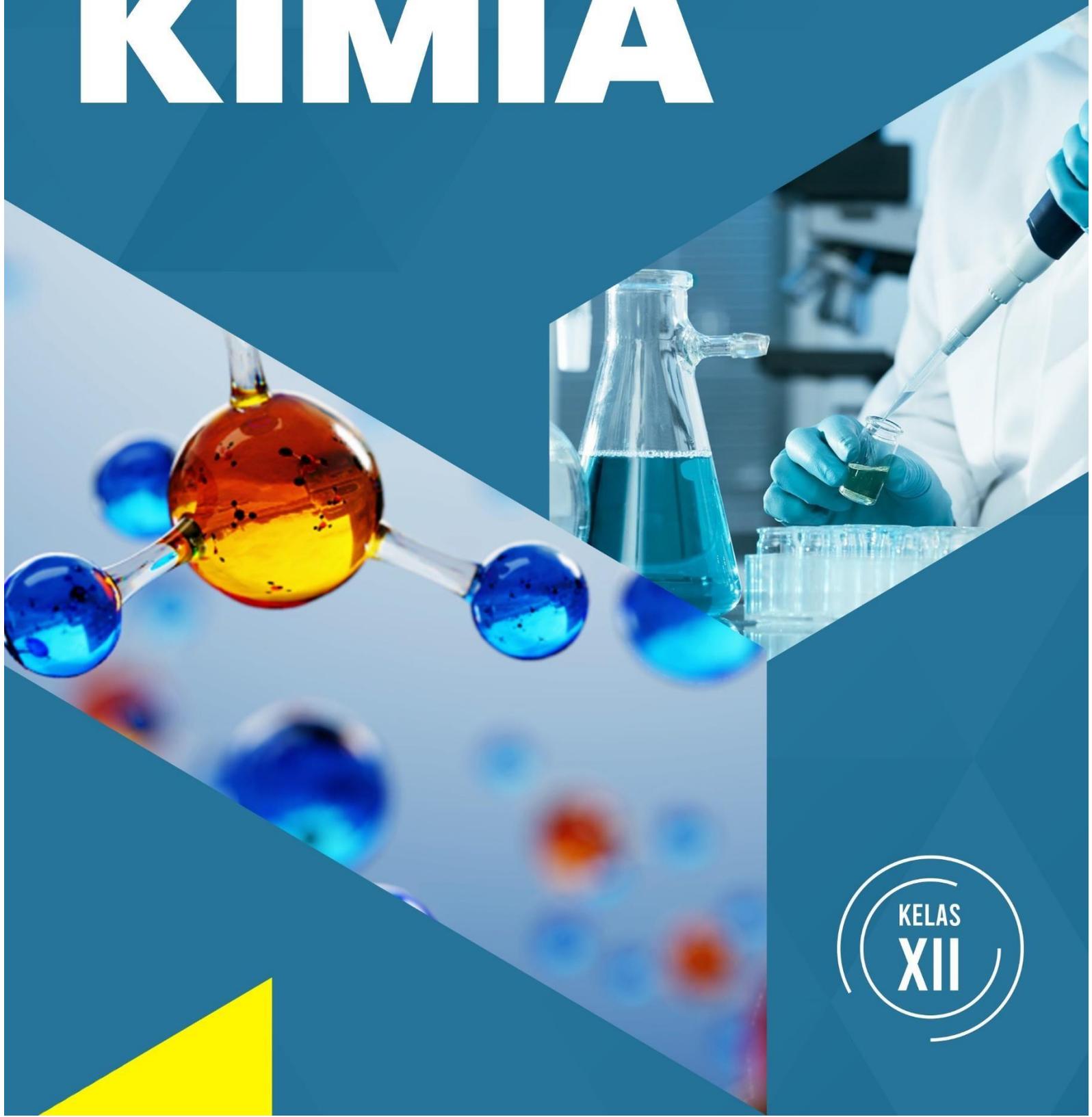


KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020



Modul Pembelajaran SMA

KIMIA



KELAS
XII



SEL VOLTA DAN APLIKASINYA DALAM KEHIDUPAN

KIMIA KELAS XII MIPA

PENYUSUN
SETIYANA, S.Pd.,M.Eng
SMA NEGERI 1 BANDONGAN, MAGELANG

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
SEL VOLTA ATAU SEL GALVANI	7
A. Tujuan Pembelajaran	7
B. Uraian Materi	7
C. Rangkuman	12
D. Penugasan Mandiri	12
E. Latihan Soal	14
F. Penilaian Diri	17
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	18
SEL VOLTA DALAM KEHIDUPAN SEHARI HARI	18
A. Tujuan Pembelajaran	18
B. Uraian Materi	18
C. Rangkuman	21
D. Penugasan Mandiri	21
E. Latihan Soal	21
F. Penilaian Diri	24
EVALUASI	25
DAFTAR PUSTAKA	30

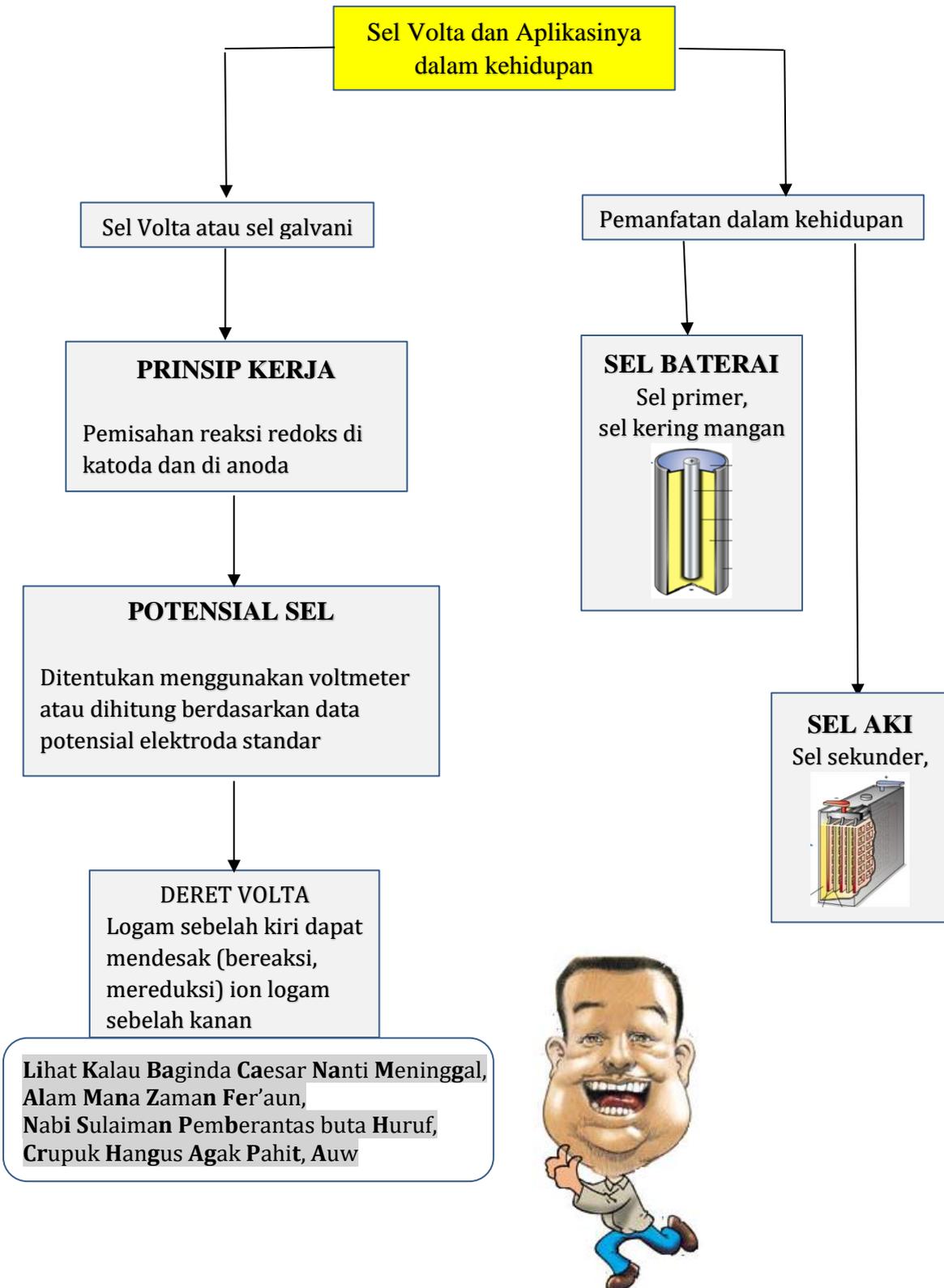
GLOSARIUM

- Sel volta : Sel elektrokimia dimana energi kimia dari reaksi redoks spontan diubah menjadi energi listrik
- Katoda : Elektroda di mana reaksi oksidasi terjadi
- Anoda : Elektroda di mana reaksi reduksi terjadi
- Jembatan garam : suatu peralatan laboratorium yang digunakan untuk menghubungkan setengah-sel reduksi dan oksidasi dari suatu sel galvanik (sel volta)
- Elektrolit : Suatu zat yang larut atau terurai ke dalam bentuk ion-ion dan selanjutnya larutan menjadi konduktor elektrik
- Potensial elektroda standar : Potensial elektroda yang dibandingkan dengan elektroda hidrogen yang diukur pada suhu 25 °C dan tekanan 1 atm
- Deret Volta : Dikenal juga sebagai deret keaktifan logam yaitu unsur-unsur yang disusun berdasarkan urutan potensial elektroda standar
- Sel baterai : Disebut juga sel kering mangan, terdiri dari 3 komponen utama yaitu bungkus dalam zink (Zn) sebagai elektroda negatif (anoda), batang karbon (C) sebagai elektroda positif (katoda) dan pasta MnO_2 dan NH_4Cl yang berperan sebagai elektrolit
- Sel aki : Sel Volta yang banyak digunakan dalam kendaraan bermotor, disusun dari lempeng timbal (Pb) dan timbal oksida (PbO_2) yang dicelupkan dalam larutan asam sulfat (H_2SO_4)

:

:

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Kimia
Kelas	: XII MIPA
Alokasi Waktu	: 8 jam pelajaran
Judul Modul	: Sel Volta dan aplikasinya dalam kehidupan

B. Kompetensi Dasar

- 3.4 Menganalisis proses yang terjadi dalam sel Volta dan menjelaskan kegunaannya
- 4.4 Merancang sel Volta dengan menggunakan bahan di sekitar

C. Deskripsi Singkat Materi

Reaksi redoks spontan dapat digunakan sebagai sumber listrik, alat yang dapat mengubah reaksi kimia menjadi energi listrik disebut sel Volta atau sel Galvani. Sel volta terdiri dari elektroda (katoda dan anoda) dan elektrolit. Elektron mengalir dari anoda menuju katoda. Potensial sel volta dapat ditentukan melalui eksperimen atau dihitung berdasarkan data potensial elektroda standar

Kimia memang memberikan hal-hal yang sangat berguna dalam hidup ini. Baterai dan aki adalah contoh sel volta yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Baterai termasuk sel primer sedangkan aki termasuk sel sekunder. Sel volta dapat juga dibuat dari bahan sederhana yang terdapat di lingkungan, contohnya baterai garam dapur, yang disebut juga baterai seng udara.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Untuk menggunakan modul ikutlah langkah langkah di bawah ini:

1. Bacalah peta konsep dan pahami keterkaitan antar materi konsep redoks dan larutan elektrolit.
2. Berikan respon pada kegiatan observasi lingkungan, kemudian pahami materi pembelajaran 1 dan contoh soal.
3. Perdalam pemahamanmu tentang konsep Sel Volta dengan memahami isi 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. Ulangi Langkah 2 sd 4 untuk kegiatan pembelajaran 2
6. Kerjakan soal evaluasi di akhir materi

E. Materi Pembelajaran

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

- Pertama : Sel Volta atau Sel Galvani
- Kedua : Sel Volta dalam kehidupan sehari-hari

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

SEL VOLTA ATAU SEL GALVANI

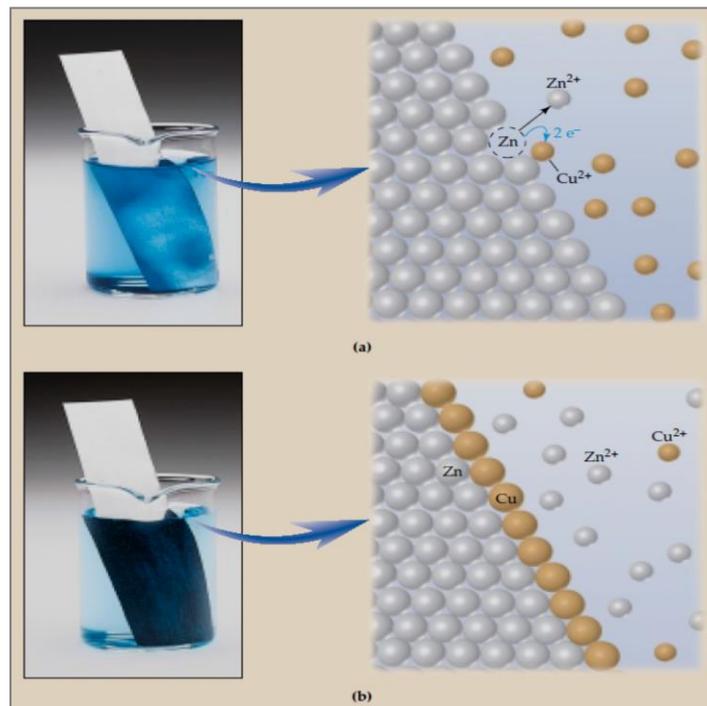
A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini diharapkan Anda dapat:

1. Mengidentifikasi susunan sel Volta dan prinsip kerja sel volta
2. Menghitung potensial sel berdasarkan data potensial standar

B. Uraian Materi

Pada prinsipnya reaksi redoks spontan dapat digunakan sebagai sumber listrik. Reaksi redoks spontan merupakan reaksi redoks yang dapat berlangsung dengan sendirinya. Jika kedalam larutan CuSO_4 dicelupkan logam seng maka akan terjadi reaksi redoks yang spontan. Secara makroskopis terlihat larutan CuSO_4 yang berwarna biru semakin memudar seiring dengan terbentuknya lapisan hitam pada permukaan seng. Apakah kalian tahu bagaimana prosesnya?



Gambar 1. Reaksi logam seng dengan larutan CuSO_4 berlangsung spontan
(Sumber : *Chemistry_McMurry*,2012)

Secara mikroskopis proses reaksi dapat diilustrasikan seperti gambar, seng secara spontan mengalami oksidasi menjadi Zn^{2+} yang masuk ke dalam larutan. Pada permukaan tembaga terjadi reduksi, elektron yang terlepas ditangkap Cu^{2+} dari larutan, sehingga terbentuk endapan dari tembaga. Reaksi:

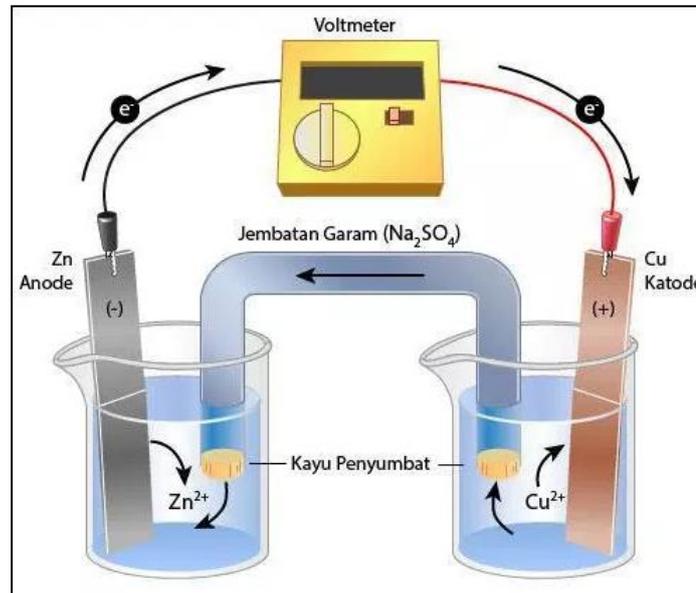


Tentu kalian ada yang bertanya, bagaimana cara membuat rangkaian yang dapat mengubah reaksi redoks spontan menjadi energi listrik? Bagaimana susunan selnya? Yuk, simak diskusi kita tentang sel Volta.

1. Prinsip kerja sel Volta

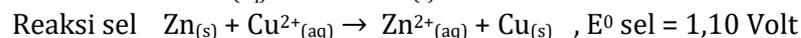
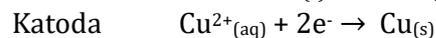
Sel volta adalah sel elektrokimia dimana energi kimia dari reaksi redoks spontan diubah menjadi energi listrik.

Contoh rangkaian sel volta terdiri dari logam Zn dicelupkan dalam larutan ion Zn^{2+} dan logam Cu dicelupkan dalam larutan ion Cu^{2+} .



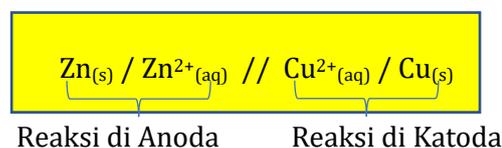
Gambar 2. Diagram sel Volta dan bagian-bagiannya
(Sumber : sumberbelajar.belajar.kemdikbud.go.id/)

Elektroda di mana reaksi oksidasi terjadi disebut anoda. Adapun elektroda di mana reaksi reduksi terjadi disebut katoda. Pada sel Volta anoda bermuatan negatif dan katoda bermuatan positif. Elektron mengalir dari anoda menuju katoda. Reaksi yang terjadi:



Jadi prinsip kerja dari sel volta adalah pemisahan reaksi redoks menjadi 2 bagian, yaitu setengah reaksi oksidasi di anoda dan setengah reaksi reduksi di katoda. Anoda dan katoda dicelupkan dalam elektrolit dan dihubungkan dengan jembatan garam dan sirkuit luar.

Susunan sel Volta pada gambar diatas dapat dinyatakan dengan notasi singkat yang disebut notasi sel, yaitu:

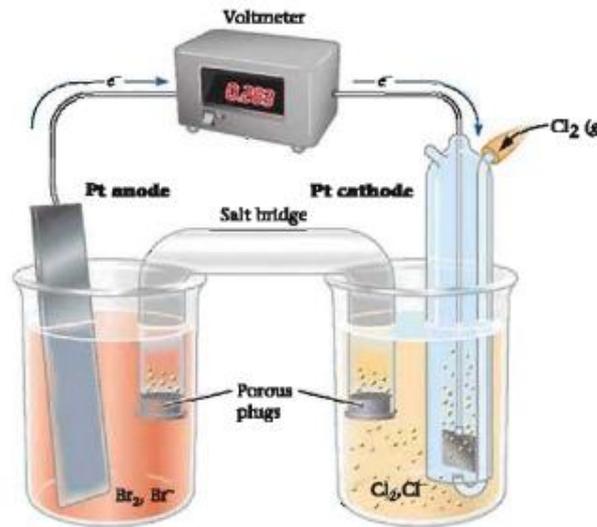


Contoh soal

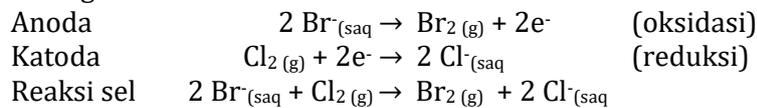
1. Jika gas klorin dimasukkan dalam larutan NaBr, akan terjadi reaksi spontan dan terbentuk ion klorin dan larutan bromin.
 - a. Gambarkan diagram sel volta, dan berilah keterangan anoda, katoda dan aliran elektronnya
 - b. Tuliskan setengah reaksi oksidasi dan reduksi serta reaksi sel
 - c. Tuliskan notasi sel

Jawab

- a. Diagram sel volta dan kreterangan baghian-bagiannya:



- b. Setengah reaksi oksidasi dan reduksi



- c. Lihat gambar, baik dikatoda ataupun anoda menggunakan elektrode Pt, maka notasi sel dituliskan :
Pt/Br₂, Br⁻ // Cl⁻, Cl₂/Pt



2. Potensial Sel

Potensial elektroda yang dibandingkan dengan elektroda hidrogen yang diukur pada suhu 25 °C dan tekanan 1 atm disebut potensial elektroda standar (E°).

Potensial elektroda tersebut mengacu pada reaksi reduksi elektroda sehingga disebut potensial reduksi standart (E° reduksi).

Potensial sel volta dapat ditentukan melalui eksperimen dengan menggunakan voltmeter atau dihitung berdasarkan data potensial elektroda standar.

- Unsur yang mempunyai E° reduksi lebih besar mengalami reaksi reduksi di katoda
- Unsur yang mempunyai E° reduksi lebih kecil mengalami reaksi oksidasi di anoda

Menurut Masterton, Hurley (2011), besarnya E° sel dirumuskan:

$$E^{\circ}\text{sel} = E^{\circ}\text{reduksi} + E^{\circ}\text{oksidasi}$$

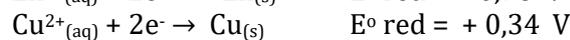
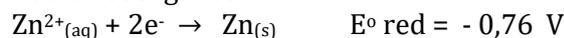
Tabel 1. Potensial Reduksi Standar pada Suhu 25 °C
(Sumber : *Chemistry_McMurry,2012*)

Standard Reduction Potentials at 25°C		
Reduction Half-Reaction	E° (V)	
$F_2(g) + 2 e^- \longrightarrow 2 F (aq)$	2.87	Weaker reducing agent Stronger reducing agent
$H_2O_2(aq) + 2 H^+(aq) + 2 e^- \longrightarrow 2 H_2O(l)$	1.78	
$MnO_4^-(aq) + 8 H^+(aq) + 5 e^- \longrightarrow Mn^{2+}(aq) + 4 H_2O(l)$	1.51	
$Cl_2(g) + 2 e^- \longrightarrow 2 Cl^-(aq)$	1.36	
$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 14 H^+(aq) + 6 e^- \longrightarrow 2 Cr^{3+}(aq) + 7 H_2O(l)$	1.33	
$O_2(g) + 4 H^+(aq) + 4 e^- \longrightarrow 2 H_2O(l)$	1.23	
$Br_2(l) + 2 e^- \longrightarrow 2 Br^-(aq)$	1.09	
$Ag^+(aq) + e^- \longrightarrow Ag(s)$	0.80	
$Fe^{3+}(aq) + e^- \longrightarrow Fe^{2+}(aq)$	0.77	
$O_2(g) + 2 H^+(aq) + 2 e^- \longrightarrow H_2O_2(aq)$	0.70	
$I_2(s) + 2 e^- \longrightarrow 2 I^-(aq)$	0.54	
$O_2(g) + 2 H_2O(l) + 4 e^- \longrightarrow 4 OH^-(aq)$	0.40	
$Cu^{2+}(aq) + 2 e^- \longrightarrow Cu(s)$	0.34	
$Sn^{4+}(aq) + 2 e^- \longrightarrow Sn^{2+}(aq)$	0.15	
$2 H^+(aq) + 2 e^- \longrightarrow H_2(g)$	0	
$Pb^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Pb(s)$	-0.13	
$Ni^{2+}(aq) + 2 e^- \longrightarrow Ni(s)$	-0.26	
$Cd^{2+}(aq) + 2 e^- \longrightarrow Cd(s)$	-0.40	
$Fe^{2+}(aq) + 2 e^- \longrightarrow Fe(s)$	-0.45	
$Zn^{2+}(aq) + 2 e^- \longrightarrow Zn(s)$	-0.76	
$2 H_2O(l) + 2 e^- \longrightarrow H_2(g) + 2 OH^-(aq)$	-0.83	
$Al^{3+}(aq) + 3 e^- \longrightarrow Al(s)$	-1.66	
$Mg^{2+}(aq) + 2 e^- \longrightarrow Mg(s)$	-2.37	
$Na^+(aq) + e^- \longrightarrow Na(s)$	-2.71	
$Li^+(aq) + e^- \longrightarrow Li(s)$	-3.04	

Contoh soal

1. Data E° reduksi dari redoks spontan $Zn_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$

Adalah sebagai berikut:



Tentukan:

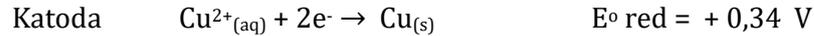
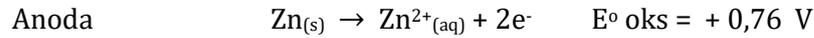
- a. Logam yang bertindak sebagai katoda dan anoda!
- b. Tuliskan reaksi yang terjadi pada masing-masing elektroda!
- c. Tuliskan reaksi sel dan berapa harga E° sel !

Jawab

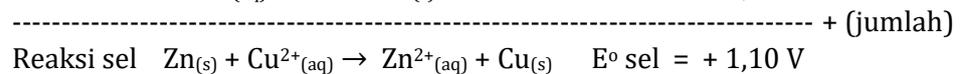
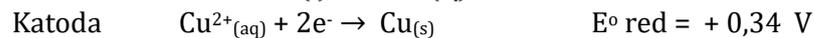
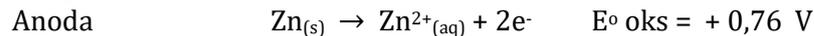
- a. Unsur yang mempunyai E° lebih besar mengalami reaksi reduksi yaitu Cu dan unsur yang mempunyai E° lebih kecil mengalami reaksi oksidasi Yaitu Ag, maka

- Katoda : logam Cu
- Anoda : logam Ag

- b. Reaksi pada elektroda



- c. Harga E° sel



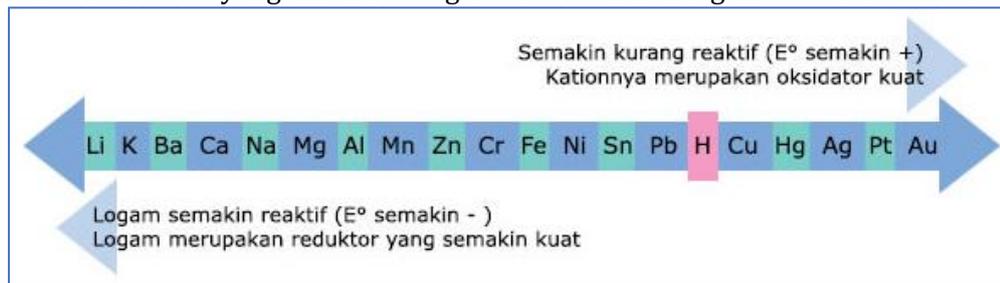
Atau menggunakan rumus

$$E^\circ \text{ sel} = E^\circ \text{ reduksi} + E^\circ \text{ oksidasi}$$

$$= (0,34 \text{ V}) + (0,76 \text{ V}) = + 1,10 \text{ V}$$

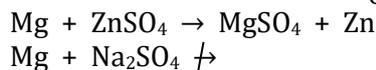
3. Deret Volta

Unsur-unsur yang disusun berdasarkan urutan potensial elektroda standar membentuk deret yang dikenal sebagai deret keaktifan logam atau deret Volta.



Gambar 3. Deret keaktifan logam
(Sumber : Pustekkom, 2015)

Semakin ke kanan sifat oksidator makin kuat (mudah tereduksi) dan semakin ke kiri sifat reduktor semakin kuat (mudah teroksidasi).



Jadi logam sebelah kiri dapat mendesak (bereaksi, mereduksi) ion logam sebelah kanan, logam Mg dapat mendesak Zn^{2+} , sehingga Mg dapat bereaksi dengan larutan $ZnSO_4$, tetapi Mg tidak dapat bereaksi dengan Na^+ sebab Mg terletak disebelah kanan Na.



Trik hafal DERET VOLTA
 Lihat Kalau Baginda Caesar Nanti
 Meninggal, Alam Mana Zaman Fer'aun,
 Nabi Sulaiman Pemberantas buta Huruf,
 Cruduk Hangus Agak Pahit. Auw

Contoh soal

Mempertimbangkan spesi berikut dalam larutan asam, MnO_4^- , I^- , NO_3^- , H_2S , dan Fe^{3+}

- klasifikasi spesi tersebut ke dalam agen pereduksi dan pengoksidasi
- Urutkan daya pengoksidasi dan daya pereduksinya

Jawab

Dari tabel harga E° reduksi diketahui:

- Agens pengoksidasi : Fe^{2+} ($E^\circ \text{ red} = -0,409 \text{ V}$), NO_3^- ($E^\circ \text{ red} = +0,964 \text{ V}$), dan MnO_4^- ($E^\circ \text{ red} = +1,512 \text{ V}$)

Agens pereduksi : Fe^{2+} ($E^\circ \text{ red} = -0,409 \text{ V}$), I^- ($E^\circ \text{ red} = -0,534 \text{ V}$), dan H_2S ($E^\circ \text{ red} = -0,114 \text{ V}$)

(Note : Fe^{2+} dapat bertindak sebagai agens pengoksidasi jika Fe tereduksi, atau sebagai agens pereduksi dalam kasus teroksidasi menjadi Fe^{3+})

- Dengan membandingkan harga $E^\circ \text{ red}$ maka
 daya pengoksidasi : $\text{Fe}^{2+} < \text{NO}_3^- < \text{MnO}_4^-$
 daya pereduksi : $\text{Fe}^{2+} < \text{I}^- < \text{H}_2\text{S}$

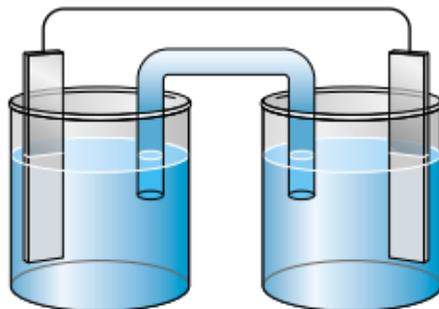
C. Rangkuman

- Reaksi redoks spontan dapat digunakan sebagai sumber listrik, alat yang dapat mengubah reaksi kimia menjadi energi listrik disebut sel Volta atau sel Galvani.
- Anoda adalah elektroda negatif dan merupakan tempat reaksi oksidasi. Katoda adalah elektroda positif dan merupakan tempat reaksi reduksi. Elektron mengalir dari anoda menuju katoda.
- Potensial sel volta dapat ditentukan melalui eksperimen dengan menggunakan voltmeter atau dihitung berdasarkan data potensial elektroda standar.
Dirumuskan:
 $E^\circ \text{ sel} = E^\circ \text{ reduksi} + E^\circ \text{ oksidasi}$
- Deret keaktifan logam adalah susunan unsur unsur berdasarkan urutan potensial elektroda standar. Semakin positif harga $E^\circ \text{ reduksi}$ logam maka semakin mudah logam tersebut tereduksi.

D. Penugasan Mandiri

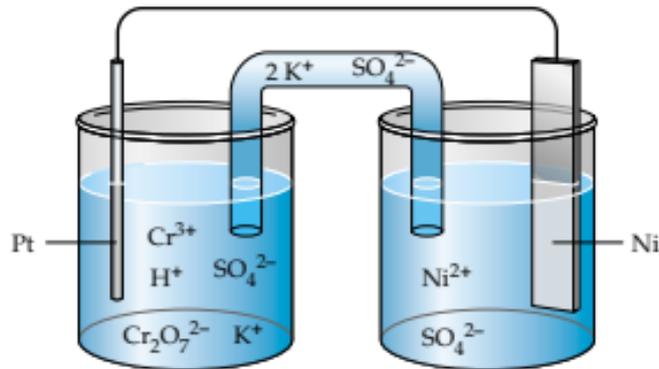
Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan benar

- Gambar sel Galvani berikut mempunyai elektroda Timbal (Pb) dan seng (Zn)



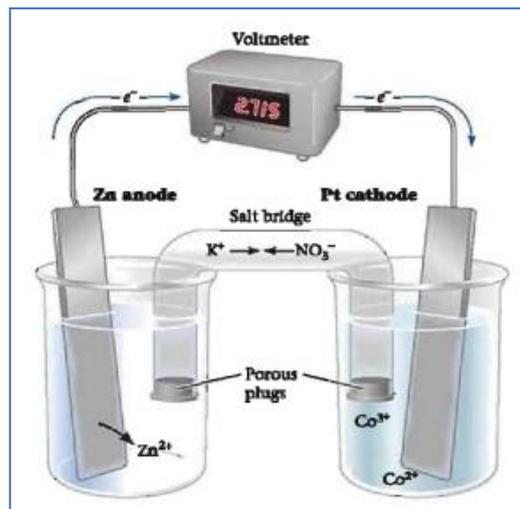
- Berilah label pada elektroda dan identifikasi ion-ion yang ada dalam larutan!
- Berilah label pada anoda dan katoda!
- Tunjukkan arah aliran elektron dan arah ion dalam larutan

2. Perhatikan sel galvani berikut:



- Identifikasi katoda dan anoda!
- Tuliskan reaksi sel!
- Tuliskan notasi sel!

3. Perhatikan diagram sel volta dari reaksi redoks spontan berikut:



Berdasarkan analisa kalian, Tentukan:

- Identifikasi katoda dan anoda
- Tentukan setengah reaksi oksidasi dan reduksi
- Tentukan notasi sel volta

4. Pertimbangkan sel galvani berikut:

- $\text{Cu}(s) | \text{Cu}^{2+}(1 \text{ M}) || \text{Fe}^{3+}(1 \text{ M}), \text{Fe}^{2+}(1 \text{ M}) | \text{Pt}(s)$
- $\text{Cu}(s) | \text{Cu}^{2+}(1 \text{ M}) || \text{Fe}^{3+}(1 \text{ M}), \text{Fe}^{2+}(5 \text{ M}) | \text{Pt}(s)$
- $\text{Cu}(s) | \text{Cu}^{2+}(0.1 \text{ M}) || \text{Fe}^{3+}(0.1 \text{ M}), \text{Fe}^{2+}(0.1 \text{ M}) | \text{Pt}(s)$

- Buatlah rangkaian sel volta, kemudian beri label bagian anoda dan katoda, tentukan arah aliran elektron dan ion
- Manakah dari ketiga sel yang mempunyai potensial terbesar dan manakah yang mempunyai potensial sel terkecil, jelaskan

5. Perhatikan wacana berikut:

Logam nikel bereaksi spontan dengan ion Cu^{2+} , menghasilkan logam Cu dan ion Ni^{2+} . Serbuk tembaga yang terbentuk menempel pada logam nikel, seiring dengan memudarnya warna biru ion Cu^{2+} berubah menjadi hijau ion Ni^{2+} .



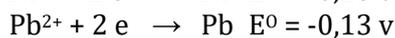
- Buatlah rancangan sel volta agar reaksi redoks spontan diatas dapat menghasilkan listrik!
- Tentu katoda, anoda dan elektrolit yang digunakan!
- Tulislah reaksi selnya?

E. Latihan Soal

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!

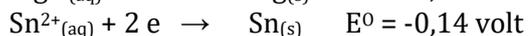
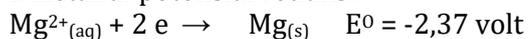
1. Diketahui



Potensial standar sel volta yang terdiri dari elektroda Ni dan Pb adalah ...

- 0,38 v
- 0,03 v
- +0,12 v
- +0,25 v
- +0,38 v

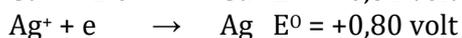
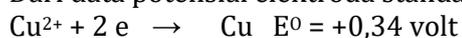
2. Diketahui potensial reduksi:



Dengan data tersebut disusun sel volta. Pernyataan di bawah ini yang benar adalah

- logam Mg sebagai katoda
- reaksi: $\text{Sn} + \text{Mg}^{2+} \rightarrow \text{Mg} + \text{Sn}^{2+}$ berlangsung spontan
- potensial sel yang terjadi +2,57 volt
- logam Sn bertindak sebagai elektrode positif
- elektroda Sn larut

3. Dari data potensial elektroda standar berikut



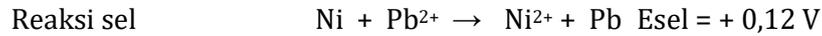
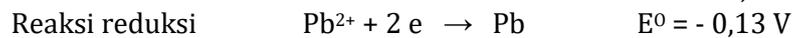
Maka reaksi $\text{Cu} + 2\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{Ag}$ memiliki potensial sel ...

- A. 0,06 v
 B. 0,46 v
 C. 0,57 v
 D. 1,14 v
 E. 1,26 v
4. Dari tiga logam X, Y dan Z diketahui Y dapat bereaksi dengan X dan Z, Z tidak dapat bereaksi dengan Y akan tetapi dapat bereaksi dengan X. Sedangkan X tidak dapat bereaksi dengan Y dan Z. Urutan ketiga logam dalam deret volta adalah
- A. Y - Z - X
 B. X - Y - Z
 C. Z - X - Y
 D. Z - Y - X
 E. X - Z - Y
5. Berdasarkan deret volta, reaksi elektrokimia yang dapat berlangsung secara spontan adalah
- A. $\text{Sn}_{(s)} + \text{Fe}^{2+}_{(aq)} \rightarrow \text{Sn}^{2+}_{(aq)} + \text{Fe}_{(s)}$
 B. $\text{Sn}^{2+}_{(aq)} + \text{Fe}_{(s)} \rightarrow \text{Sn}_{(s)} + \text{Fe}^{2+}_{(aq)}$
 C. $\text{Pb}_{(s)} + \text{Zn}^{2+}_{(aq)} \rightarrow \text{Pb}^{2+}_{(aq)} + \text{Zn}_{(s)}$
 D. $3\text{Mg}^{2+}_{(aq)} + 2\text{Al}_{(s)} \rightarrow 3\text{Mg}_{(s)} + 2\text{Al}^{3+}_{(aq)}$
 E. $\text{Pb}_{(s)} + 2\text{Ag}^{+}_{(aq)} \rightarrow \text{Pb}^{2+}_{(aq)} + 2\text{Ag}_{(s)}$

KUNCI JAWABAN DAN PEMBAHASAN

1. Jawab C

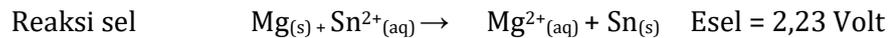
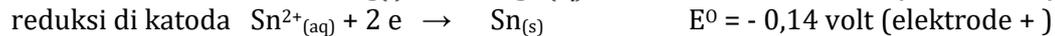
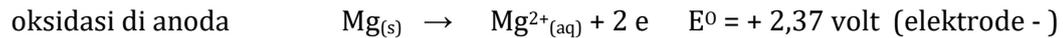
Potensial standar sel volta :



Jadi potensial standar sel volta yang terdiri dari elektroda Ni dan Pb adalah 0,12 Volt

2. Jawab D

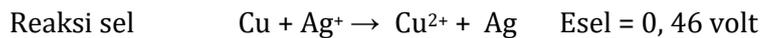
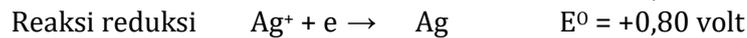
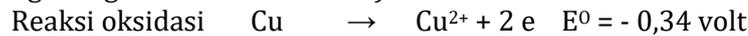
Susunan sel Volta



Pernyataan yang benar logam Sn bertindak sebagai elektrode positif (D)

3. Jawab B

Harga potensial sel reaksi $\text{Cu} + 2\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{Ag}$ (Cu mengalami reaksi oksidasi dan Ag mengalami reaksi reduksi)



4. Jawab A

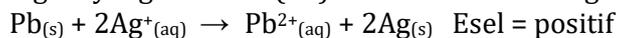
- Y dapat bereaksi dengan X dan Z berarti Y posisi sebelah kiri dari X dan Z
- Z tidak dapat bereaksi dengan Y akan tetapi dapat bereaksi dengan X. berarti Z disebelah kanan Y dan disebelah kiri X
- X tidak dapat bereaksi dengan Y dan Z berarti X disebelah kanan Y dan Z
- Jadi urutan dalam deret volta Y, Z, X

Kata kunci : dapat bereaksi = posisi pada deret volta disebelah di kiri

Tidak dapat bereaksi = posisi pada deret volta disebelah di kanan

5. Jawab E

Reaksi berlangsung spontan jika harga Esel bernilai positif, cirinya pada deret volta logam yang bereaksi (Pb) disebelah kiri ion logam (2Ag^+).



Perhatian

Cocokkanlah jawaban kamu dengan Kunci Jawaban Latihan 1 yang terdapat di bawah ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaanmu terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

- 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....!

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

NO	PERTANYAAN	JAWABAN	
		YA	TIDAK
1	Saya dapat mengidentifikasi susunan sel Volta		
2	Saya dapat menjelaskan prinsip kerja sel volta		
3	Saya dapat menghitung harga poyensial sel berdasarkan data potensial standar		
4	Saya dapat menganalisis sel volta untuk menentukan keaktifan logam		

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

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

SEL VOLTA DALAM KEHIDUPAN SEHARI HARI

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini Anda diharapkan dapat:

1. Memahami sel volta dalam kehidupan sehari hari
2. Mengajukan rancangan sel volta menggunakan bahan di sekitar

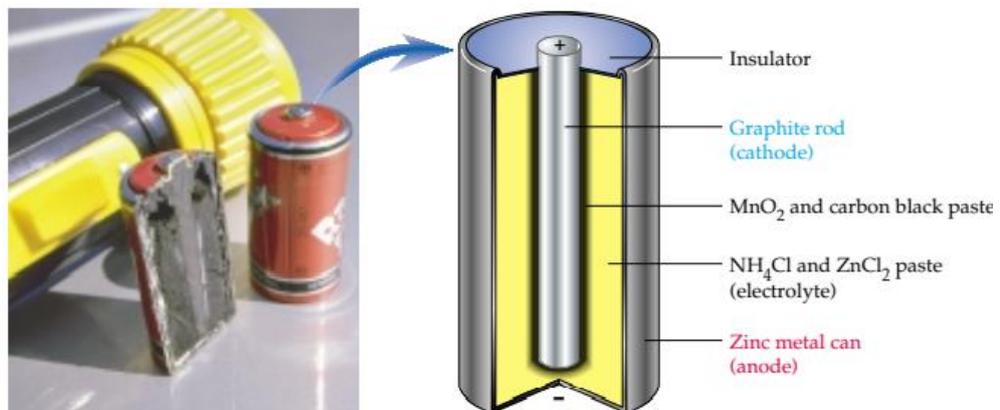
B. Uraian Materi

1. Sel Volta Dalam Kehidupan Sehari-hari

a. Baterai kering (sel *Leclanche*)

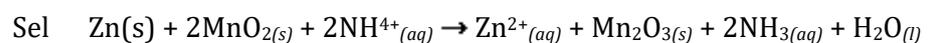
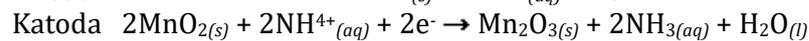
Sel baterai merupakan pengembangan dari sel Leclanche (1839-1882), dengan desain awal yang tetap dipertahankan, yakni sel kering mangan. Sel kering mangan terdiri dari 3 komponen utama yaitu bungkus dalam zink (Zn) sebagai elektroda negatif (anoda), batang karbon (C) sebagai elektroda positif (katoda) dan pasta MnO_2 dan NH_4Cl yang berperan sebagai elektrolit.

Baterai ini banyak digunakan untuk senter, radio, dan mainan. Potensial sel sebesar 1,5 V dan menurun sejalan dengan lama pemakaian. **Sel Leclanche tidak dapat diisi ulang sehingga disebut sel primer**



Gambar 4. Komponen Sel Kering
(Sumber: Masterton, Hurley, 2011)

Pada sel kering, reaksi oksidasi terjadi pada logam seng dan reaksi reduksi terjadi pada karbon yang inert. Elektrolitnya adalah pasta MnO_2 , $ZnCl_2$, $NHCl$ dan karbon hitam. Reaksi:

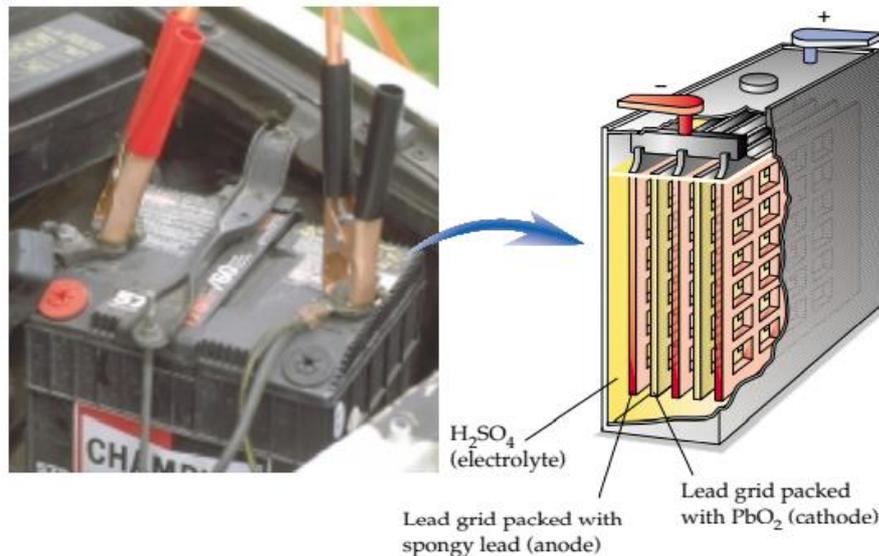
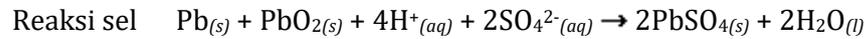
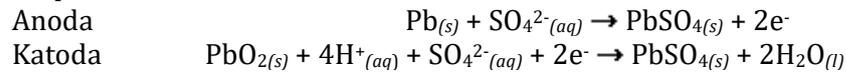


b. Sel Aki

Aki merupakan sel Volta yang banyak digunakan dalam kendaraan bermotor. **Sel aki dapat diisi ulang kembali sehingga disebut sel sekunder.** Aki disusun dari lempeng timbal (Pb) dan timbal oksida (PbO_2) yang dicelupkan dalam larutan

asam sulfat (H_2SO_4). Apabila aki memberikan arus maka lempeng timbal bertindak sebagai anoda dan lempeng timbal dioksida (PbO_2) sebagai katoda.

Reaksi pemakaian aki



Gambar 5. Komponen Sel Accu

(Sumber: Masterton, Hurley, 2011)

Pada kedua elektrode terbentuk timbal sulfat (PbSO_4). Apabila keping tertutup oleh PbSO_4 dan elektrolitnya telah diencerkan oleh air yang dihasilkan, maka sel akan menjadi kosong. Untuk mengisi kembali, maka elektron harus dialirkan dalam arah yang berlawanan menggunakan sumber listrik dari luar.

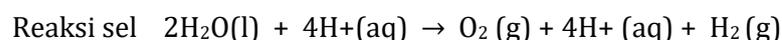
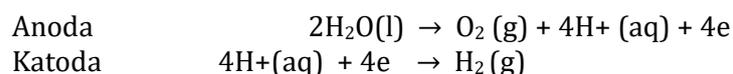
Contoh soal

Pada aki model lama dengan anoda Pb, kadang kadang ditambahkan air aki, jelaskan peristiwa ini!

Jawab

Air aki dalam kendaraan bermotor dapat berkurang karena dua hal:

- Kemungkinan adanya proses penguapan
- Reaksi antara H_2O membentuk O_2 dan H_2 akibat pengisian aki terlalu cepat sehingga air terelektrolisis, oleh karena itu setiap sel aki dilengkapi dengan sistem penting untuk pembuangan gas O_2 dan H_2 untuk mencegah terjadinya ledakan.



2. Merancang Sel Volta dari Bahan Sekitar

Baterai garam dapur (NaCl)

Baterai garam dapur adalah contoh aplikasi sel volta paling sederhana. Dari sudut pandang *engineering*, jika dua jenis logam yang berbeda dimasukkan dalam larutan elektrolit maka akan didapatkan baterai.

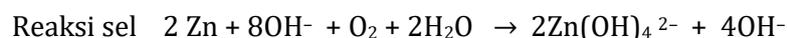
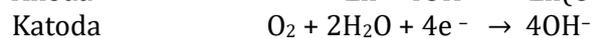
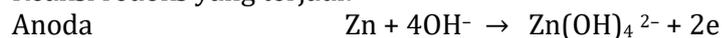
Bahan yang digunakan : larutan 2 sendok makan garam per 200 cc air, lempengan seng bisa menggunakan kaleng bekas minuman sebagai anoda bermuatan negatif, sil karet untuk membatasi kedua lempengan agar tidak bersentuhan, lempengan tembaga sebagai katoda bermuatan positif, kipas angin atau lampu led untuk menguji keberadaan daya listrik searah (DC) dan kabel kecil yang diberi penjepit buaya tiap ujungnya

Hasil percobaan menunjukkan satu sel baterai NaCl menghasilkan tegangan 0,34 Volt. Setelah beberapa saat pemakaian, teramati terbentuknya lapisan hitam pada elektroda seng.



Gambar 6. Uji terbatas sel Volta dari garam dapur

Reaksi redoks yang terjadi:



Berdasarkan percobaan sederhana ini dapat dipahami mengapa sel ini disebut baterai seng udara. Karena, oksigen dari udara bereaksi dengan seng, sedangkan elektroda tembaga hanya berfungsi mengalirkan elektron.



Poin PENTING

Elektroda tembaga dapat diganti dengan elektroda lain yang lebih stabil, misalnya karbon

C. Rangkuman

1. Baterai dan aki adalah contoh sel volta yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Baterai termasuk sel primer sedangkan aki termasuk sel sekunder.
2. Sel volta dapat dibuat dari bahan sederhana yang terdapat di lingkungan, contohnya baterai garam dapur, yang disebut juga baterai seng udara.

D. Penugasan Mandiri

Membuat baterai sekam padi

1. Baterai yang tersedia secara komersial mengandung logam berat seperti merkuri, timbal, kadmium dan nikel, yang mencemari lingkungan apabila baterai tidak dibuang dengan benar.

Bio-baterai merupakan suatu baterai yang berasal dari bahan alam yang ramah lingkungan dan tidak mengandung bahan kimia yang berbahaya. Jika elektrolit dari baterai bekas diganti dengan pasta arang sekam padi dan garam dapur maka buatlah rancangan percobaan untuk membuktikan hipotesis, "Limbah baterai kering dan pasta arang sekam-pada-garam dapur dapat dibuat biobaterai yang ramah lingkungan dan ekonomis".



Memasukan pasta dalam baterai



Pelabelan, baterai siap diuji coba

Berdasarkan data hasil pengamatan dari percobaan yang telah dilakukan, jawablah pertanyaan berikut!

- a. Apakah serbuk arang sekam padi yang kalian gunakan termasuk bahan alami yang dapat digunakan untuk uji kelistrikan baterai? Mengapa harus ditambahkan garam NaCl?
- b. Berdasarkan data yang kalian dapatkan, tentukan keefektifan pasta sekam-NaCl ketika digunakan sebagai elektrolit pengganti baterai bekas?

E. Latihan Soal

1. Perhatikan beberapa fakta-fakta tentang baterai berikut :
 - (1) Bungkus dalam baterai berupa zink (Zn) sebagai elektroda positif
 - (2) Batang karbon (C) sebagai katoda
 - (3) Elektrolit menggunakan pasta MnO_2 dan NH_4Cl
 - (4) Reaksi oksidasi terjadi pada logam seng
 - (5) Reaksi reduksi terjadi pada karbon dan seng luar

Pernyataan yang benar tentang sel baterai sebagai sel kering adalah ...

- A. 1, 2, 3
- B. 2, 3, 4

- C. 2, 3, 5
 D. 1, 2, 4
 E. 3, 4, 5
2. Suatu sel baterai dibuat menggunakan elektroda seng dan karbon serta elektroda pasta MnO_2 dan NH_4Cl , Reaksi yang mungkin terjadi pada elektroda negatif dari sel baterai tersebut adalah
- A. $\text{Zn}_{(s)} \rightarrow \text{Zn}^{2+}_{(aq)} + 2e^-$
 B. $2\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{O}_2(g) + 4\text{H}^+(aq) + 4e^-$
 C. $4\text{H}^+(aq) + 4e^- \rightarrow \text{H}_2(g)$
 D. $\text{Zn}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow \text{Zn}_{(s)}$
 E. $\text{C}_{(s)} \rightarrow \text{C}^{4-}_{(aq)} + 4e^-$
3. Aki mobil mempunyai elektroda Pb dan PbO_2 . Sewaktu aki menghasilkan arus listrik terjadi perubahan
- A. Pb menjadi PbSO_4 , sedangkan PbO_2 tetap
 B. Pb menjadi PbO dan PbO_2 menjadi Pb_3O_4
 C. Pb dan PbO_2 keduanya menjadi PbSO_4
 D. Pb menjadi Pb_3O_4 , dan PbO_2 menjadi PbO
 E. Pb dan PbO keduanya menjadi PbO
4. Fakta-fakta yang mendukung bahwa sel aki merupakan sel sekunder adalah
- A. Sel aki disusun dari lempeng timbal (Pb) dan timbal oksida (PbO_2)
 B. Sel aki menggunakan larutan asam sulfat (H_2SO_4) sebagai elektrolit
 C. Apabila aki sedang digunakan maka lempeng timbal bertindak sebagai anoda
 D. Lempeng timbal dioksida (PbO_2) pada aki merupakan elektroda positif
 E. Sel aki dapat diisi ulang walaupun elektrolitnya telah diencerkan oleh air dan keping tertutup oleh PbSO_4
5. Baterai sederhana dapat dibuat melarutkan 2 sendok makan garam dapur per 200 cc air, larutan ini digunakan sebagai elektrolit, sedangkan elektroda digunakan seng dan tembaga. Alasan yang paling tepat sel ini disebut baterai seng udara adalah
- A. Lempengan tembaga digunakan sebagai katoda sehingga bermuatan positif
 B. Lempengan seng digunakan sebagai anoda sehingga bermuatan negatif
 C. Setelah beberapa saat pemakaian, terbentuk lapisan hitam pada elektroda seng
 D. Oksigen dari udara bereaksi dengan seng, sedangkan elektroda tembaga berfungsi mengalirkan elektron
 E. Elektrolit garam dapur bereaksi dengan udara sehingga elektroda seng terjadi lapisan hitam

KUNCI JAWABAN DAN PEMBAHASAN

1. Jawab B

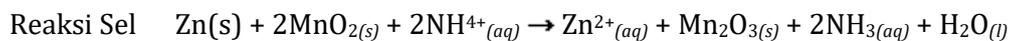
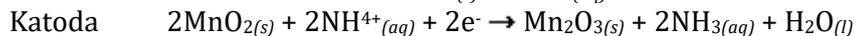
Pernyataan yang benar tentang sel baterai sebagai sel kering

- Bungkus dalam baterai berupa zink (Zn) sebagai elektroda negatif
- Batang karbon (C) sebagai katoda / elektroda positif
- Elektrolit menggunakan pasta MnO_2 dan NH_4Cl
- Reaksi oksidasi terjadi pada logam seng
- Reaksi reduksi terjadi pada elektroda karbon

Jawaban yang benar no 2, 3, 4

2. Jawab A

Sel baterai dibuat menggunakan elektroda seng dan karbon serta elektroda pasta MnO_2 dan NH_4Cl , reaksi kimia yang terjadi :



3. Jawab C

Ketika aki mobil digunakan, menghasilkan arus listrik, maka reaksi sel yang terjadi adalah $\text{Pb}_{(s)} + \text{PbO}_{2(s)} + 4\text{H}^{+}_{(aq)} + 2\text{SO}_4^{2-}_{(aq)} \rightarrow 2\text{PbSO}_{4(s)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$

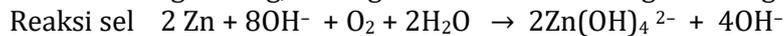
Jadi elektroda Pb dan PbO_2 diubah menjadi PbSO_4

4. Jawab E

Sel aki merupakan sel sekunder karena sel aki dapat diisi ulang walaupun elektrolitnya telah diencerkan oleh air dan keping tertutup oleh PbSO_4

5. Jawab D

Baterai garam dapur disebut juga baterai seng udara karena oksigen dari udara bereaksi dengan seng, sedangkan elektroda tembaga berfungsi mengalirkan elektron.


Perhatian

Cocokkanlah jawaban kamu dengan Kunci Jawaban Latihan 1 yang terdapat di bawah ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaanmu

- Pedoman penilaian

$$\text{Nilai} = (\text{Jawaban benar}/5) \times 100$$

- Kategori tingkat penguasaanmu

$$90 - 100 = \text{baik sekali}$$

$$80 - 89 = \text{baik}$$

$$70 - 79 = \text{cukup}$$

$$< 70 = \text{kurang}$$

- 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....!

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

NO	PERTANYAAN	JAWABAN	
		YA	TIDAK
1	Saya memahami prinsip kerja baterai kering		
2	Saya memahami prinsip kerja aki		
3	Saya dapat merancang baterai garam dapur		
4	Saya dapat merancang baterai sekam padi		

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

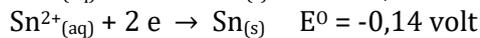
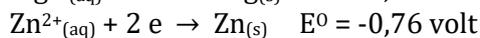
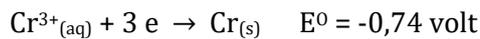
EVALUASI

(PENILAIAN HARIAN KD 3.4 SEL VOLTA DAN PENERAPANNYA DALAM KEHIDUPAN)

Petunjuk :

Waktunya untuk menguji kemampuanmu dalam mempelajari konsep sel volta dan aplikasinya dalam kehidupan. Di sini, kamu masih akan ketemu dengan kunci jawaban untuk mengukur kemampuanmu. Dan tentu, teruslah bersemangat untuk mencoba dan periksalah pekerjaanmu dengan seksama dan jangan lupa berdoa.

1. Diketahui data potensial elektroda sebagai berikut:



Reaksi yang dapat berlangsung spontan dan menghasilkan harga potensial sel terbesar adalah

- A. $\text{Mg} + \text{Sn}^{2+} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{Sn}$
- B. $\text{Cr} + \text{Zn}^{2+} \rightarrow \text{Cr}^{3+} + \text{Zn}$
- C. $\text{Sn} + \text{Mg}^{2+} \rightarrow \text{Sn}^{2+} + \text{Mg}$
- D. $\text{Zn} + \text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cr}$
- E. $\text{Mg} + \text{Zn}^{2+} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{Zn}$

2. Diketahui potensial reduksi :



Dengan data tersebut disusun sel volta. Pernyataan di bawah ini yang benar adalah

- A. logam Mg sebagai katoda
- B. reaksi $\text{Sn} + \text{Mg}^{2+} \rightarrow \text{Mg} + \text{Sn}^{2+}$ berlangsung spontan
- C. potensial sel yang terjadi +2,57 volt
- D. logam Sn bertindak sebagai elektroda positif
- E. elektroda Sn larut

3. Diketahui potensial reduksi:

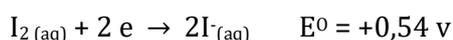


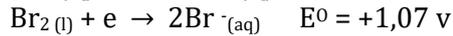
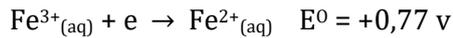
Potensial untuk reaksi



- A. -11,9 v
- B. -4,53 v
- C. -1,21 v
- D. + 5,26 v
- E. + 11,9 v

4. Diketahui harga potensial reduksi:





Reaksi berikut yang tidak dapat berlangsung spontan adalah

- A. $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{I}^{-}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{Cu}_{(\text{s})} + \text{I}_2 (\text{s})$
- B. $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})} + 2\text{I}^{-}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{Fe}^{2+}_{(\text{s})} + \text{I}_2 (\text{s})$
- C. $2\text{I}^{-}_{(\text{aq})} + \text{Br}_2 (\text{l}) \rightarrow 2\text{Br}^{-}_{(\text{aq})} + \text{I}_2 (\text{s})$
- D. $\text{Br}_2 (\text{l}) + \text{Cu}_{(\text{s})} \rightarrow 2\text{Br}^{-}_{(\text{aq})} + \text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$
- E. $\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{Br}_2 (\text{l}) \rightarrow \text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})} + 2\text{Br}^{-}_{(\text{aq})}$

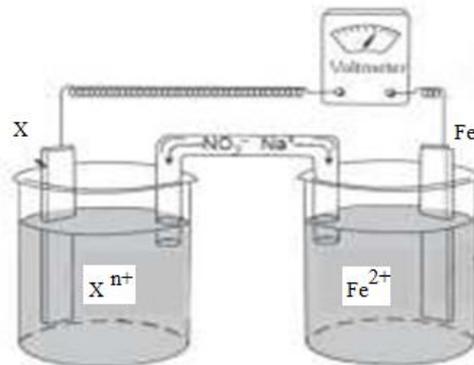
5. Diketahui harga potensial sel dari:



Notasi sel yang tidak berlangsung spontan adalah

- A. $\text{Fe} | \text{Fe}^{2+} || \text{Cu}^{2+} | \text{Cu}$
- B. $\text{Zn} | \text{Zn}^{2+} || \text{Fe}^{2+} | \text{Fe}$
- C. $\text{Mg} | \text{Mg}^{2+} || \text{Cu}^{2+} | \text{Cu}$
- D. $\text{Al} | \text{Al}^{3+} || \text{Zn}^{2+} | \text{Zn}$
- E. $\text{Cu} | \text{Cu}^{2+} || \text{Al}^{3+} | \text{Al}$

6. Perhatikan diagram sel volta dengan elektroda besi dan elektroda X berikut:



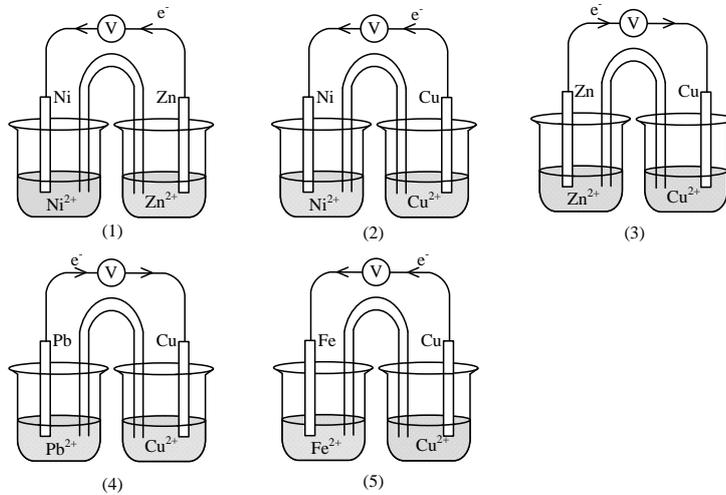
Tabel berikut adalah harga potensial elektroda standar dari beberapa logam :

Logam	P	Q	R	S	T
Harga E°	- 1,66 V	- 0,76 V	- 0,14 V	- 0,13 V	+ 0,80 V

Jika harga potensial elektroda standar besi adalah - 0,44 Volt, maka dapat disimpulkan bahwa logam yang paling efektif digunakan untuk proteksi katodik besi adalah

- A. P
- B. Q
- C. R
- D. S
- E. T

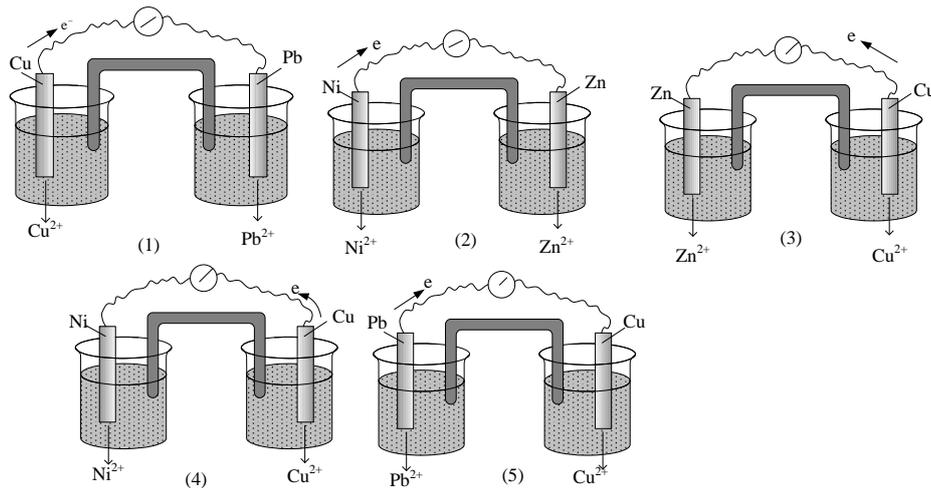
7. Perhatikan gambar rangkaian sel Volta berikut!



Nomor gambar, notasi sel, harga E^0 sel yang tepat adalah

	Nomor Gambar	Notasi Sel	Harga E^0
A.	(1)	$Zn Zn^{2+} Ni^{2+} Ni$	positif
B.	(2)	$Cu Cu^{2+} Ni^{2+} Ni$	positif
C.	(3)	$Zn Zn^{2+} Cu Cu^{2+}$	negatif
D.	(4)	$Pb Pb^{2+} Cu Cu^{2+}$	negatif
E.	(5)	$Fe^{2+} Fe Cu Cu^{2+}$	positif

8. Perhatikan rangkaian sel Volta berikut!

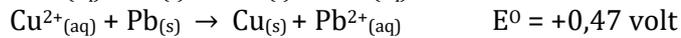
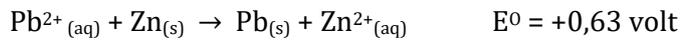
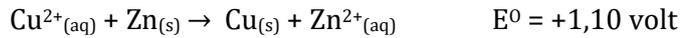


Nomor gambar, notasi sel, dan harga E^0 sel yang tepat adalah

	No.	Notasi sel	Nilai E^0 sel
A.	(1)	$Cu Cu^{2+} Pb^{2+} Pb$	positif
B.	(2)	$Ni Ni^{2+} Zn^{2+} Zn$	positif
C.	(3)	$Cu Cu^{2+} Zn^{2+} Zn$	positif

D.	(4)	Ni Ni ²⁺ Cu ²⁺ Cu	negatif
E.	(5)	Pb Pb ²⁺ Cu ²⁺ Cu	positif

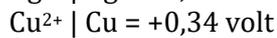
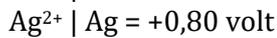
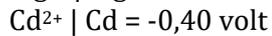
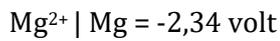
9. Diketahui potensial reduksi standar untuk reaksi sel berikut:



Berdasarkan harga-harga potensial sel di atas dapat disimpulkan bahwa urutan ketiga logam di atas urutan-urutan reduktor yang menurun adalah

- A. Pb, Zn, Cu
- B. Zn, Pb, Cu
- C. Cu, Zn, Pb
- D. Cu, Pb, Zn
- E. Zn, Cu, Pb

10. Diketahui data E^0 :



Logam di atas yang dapat digunakan untuk melindungi pipa air yang ada dalam tanah terbuat dari besi ($E^0 \text{Fe}^{2+} | \text{Fe} = -0,44 \text{ volt}$) sebagai proteksi katoda adalah

- A. Cu
- B. Cd
- C. Ag
- D. Mg
- E. Cu dan Ag

Kunci jawaban

NO SOAL	KUNCI
1	E
2	D
3	C
4	A
5	E
6	A
7	A
8	E
9	B
10	D

Perhatian

Cocokkanlah jawaban kamu dengan Kunci Jawaban Latihan 1 yang terdapat di bawah ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaanmu

- Pedoman penilaian
Nilai = $(\text{Jawaban benar}/5) \times 100$
- Konversi tingkat penguasaan:
90 - 100% = baik sekali
80 - 89% = baik
70 - 79% = cukup
< 70% = kurang
- Apabila mencapai tingkat penguasaan ≥ 80 , Ananda telah tuntas dalam belajar sel volta dan aplikasinya. Bagus! Namun, jika masih di bawah 80, Ananda harus melakukan remedial dengan cara mengulangi materi Kegiatan Belajar, terutama bagian yang belum dikuasai. Semangat....!

DAFTAR PUSTAKA

<https://sumberbelajar.belajar.kemdikbud.go.id/sumberbelajar/tampil/Sel-Elektrokimia-2015/konten1.html>. Diakses 9 September 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
XII



KOROSI PADA LOGAM
KIMIA KELAS XII

PENYUSUN
Arni Wiyati, S.Pd
SMA NEGERI 6 SURABAYA

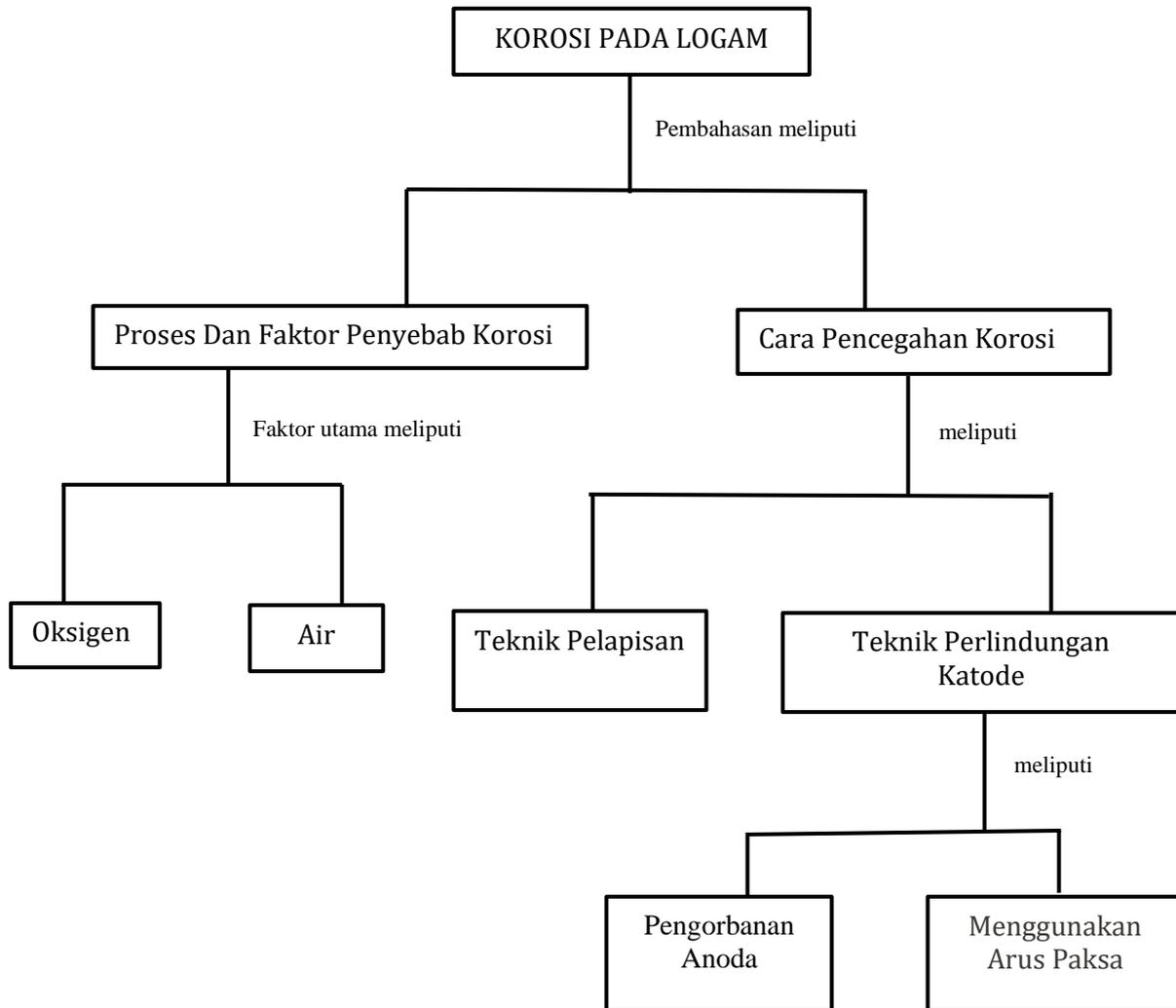
DAFTAR ISI

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	7
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	8
FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PROSES KOROSI.....	8
A. Tujuan Pembelajaran	8
B. Uraian Materi	8
C. Rangkuman	10
D. Penugasan Mandiri	10
E. Latihan Soal	11
F. Penilaian Diri	15
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	16
CARA PENCEGAHAN KOROSI	16
A. Tujuan Pembelajaran	16
B. Uraian Materi	16
C. Rangkuman	18
D. Penugasan Mandiri	18
E. Latihan Soal	19
F. Penilaian Diri	22
EVALUASI	23
DAFTAR PUSTAKA	27

GLOSARIUM

Korosi	: adalah peristiwa rusaknya logam karena mengalami reaksi redoks dengan lingkungannya.
Oksidasi	: adalah reaksi peningkatan bilangan oksidasi atau pengikatan oksigen, atau melepaskan elektron.
Reduksi	: adalah reaksi penurunan bilangan oksidasi atau pengurangan oksigen, atau penerimaan elektron.
Sel Galvani	: adalah sel elektrokimia yang terjadi secara spontan menghasilkan potensial sel positif.
Kereaktifan logam	: dipengaruhi oleh nilai potensial reduksi. Semakin kecil nilai potensial reduksi logam maka semakin reaktif logam tersebut.
Katalis	: adalah zat yang dapat mempercepat reaksi.
Katoda	: adalah elektroda tempat terjadi reduksi.
Anoda	: adalah elektroda tempat terjadi oksidasi.
Pelapisan logam	: adalah melapisi logam dengan lainnya.
Perlindungan katoda	: adalah teknik perlindungan logam dengan cara logam tersebut dijadikan sebagai katoda.
Tin plating	: adalah pelapisan logam menggunakan timah.
Chrome plating	: adalah pelapisan logam menggunakan logam krom.
Galvanisasi	: adalah teknik pelapisan logam menggunakan logam seng (Zn)
Pengorbanan anoda	: adalah teknik mencegah perkaratan menggunakan mempunyai potensial reduksi lebih kecil sebagai anoda.
Arus paksa	: adalah aliran elektron yang berasal dari sumber arus, menuju anoda kemudian diteruskan ke katoda melalui elektrolit di sekitarnya.

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Kimia
Kelas	: XII
Alokasi Waktu	: 4 jam pelajaran
Judul Modul	: Korosi

B. Kompetensi Dasar

- 3.5 Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya korosi dan cara mengatasinya.
- 4.5 Mengajukan gagasan untuk mencegah dan mengatasi terjadinya korosi.

C. Deskripsi Singkat Materi

Modul berikut memaparkan proses terjadinya korosi pada logam. Mengingat logam besi adalah logam yang banyak digunakan dalam bidang kehidupan, maka modul berikut secara khusus membahas tentang proses korosi besi atau perkaratan besi, faktor-faktor yang mempengaruhi proses perkaratan serta cara pencegahan perkaratan besi.

Faktor utama dalam peristiwa perkaratan adalah gas oksigen dan air, sedangkan faktor pendukung meliputi keberadaan elektrolit (asam, basa dan garam), permukaan besi yang tidak merata dan pemanasan.

Paparan tentang cara pencegahan perkaratan pada besi meliputi teknik pelapisan logam dan teknik perlindungan katoda. Teknik perlindungan katoda meliputi cara pengorbanan anoda dan cara penggunaan arus paksa.

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 korosi, kalian harus menguasai terlebih dahulu konsep reaksi redoks, sel Volta/Galvani serta potensial reduksi unsur.
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 **2** kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, Penugasan mandiri, soal latihan dan soal evaluasi.

Pertama : Faktor-faktor yang mempengaruhi proses korosi

Kedua : Cara mengatasi korosi

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PROSES KOROSI

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini, kalian akan dapat menemukan faktor-faktor yang dapat menyebabkan terjadinya proses korosi, juga akan bisa membandingkan kecepatan proses perkaratan logam berdasarkan kondisi lingkungannya.

B. Uraian Materi

Coba kalian perhatikan alat apa saja disekitar kita yang terbuat dari logam dan dari jenis logam apa alat tersebut di buat? Mungkin ada alat tulis kalian yang terbuat dari logam, atau peralatan ibu memasak, atau peralatan ayah. Kita akan mendapatkan banyak jenis alat yang terbuat dari logam. Mulai dari keperluan perorangan, rumah tangga, transportasi sampai konstruksi bangunan. Faktanya banyak peralatan dari logam kita yang mengalami kerusakan akibat berkarat. Bagaimana pandangan kalian jika melihat alat-alat tersebut berkarat. Apa masih memenuhi fungsinya?

Apa itu karat pada logam? Proses perkaratan logam lebih dikenal dengan istilah korosi. Korosi adalah proses rusaknya logam akibat logam tersebut berubah menjadi senyawa lain melalui reaksi redoks dengan lingkungannya, sehingga nilai fungsi serta estetikanya tidak sesuai harapan. Istilah perkaratan lebih dikhususkan untuk logam besi yang mengalami korosi. Peralatan yang terbuat dari besi jika mengalami perkaratan akan menjadi tidak kuat, karena senyawa karat besi bersifat rapuh dan warna yang tidak menarik.

Coba kalian perhatikan ilustrasi berikut! gambar pertama mengilustrasikan sebagian anjungan lepas pantai dan gambar kedua adalah gambar knalpot motor yang berkarat. Lihatlah bahwa kerusakan besi pada anjungan berkarat dimulai dari besi bagian bawah atau kontak dengan air. Sedangkan pada motor bagian knalpot akan mengalami perkaratan terlebih dahulu dibanding bagian lainnya.



Gambar 1.1 Anjungan lepas pantai



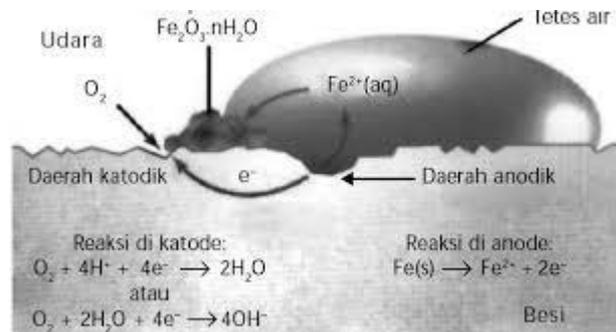
Gambar 1.2 knalpot sepeda motor

Pada kasus lain, pernahkah kalian memperhatikan bahwa kran air yang dipasang ayah diluar rumah cenderung lebih cepat berkarat di banding kran air di dalam kamar mandi kita? Kalian pasti tahu bahwa kran diluar rumah mendapat pengaruh lingkungan yang lebih banyak dibanding yang berada di dalam rumah. Salah satunya adalah pengaruh air hujan yang relatif bersifat asam karena pengaruh polusi udara.

Dari beberapa kasus di atas, bagaimana kalian menjelaskan proses perkaratan tersebut bisa terjadi? Dan faktor apa saja yang mempengaruhi perkaratan? Dari fakta tersebut apakah faktor air dan panas dan larutan elektrolit asam dapat mempengaruhi proses perkaratan pada besi? Jawabnya tentu iya kan?

1. Mekanisme proses reaksi perkaratan besi

Agar kalian lebih memahami proses perkaratan kita akan memperhatikan gambar dan penjelasan berikut:

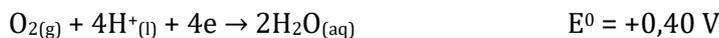


Gambar 1.3 Proses reaksi perkaratan besi

Pada gambar diilustrasikan ada tetesan air yang menempel pada sepotong besi. Dari peristiwa tersebut akhirnya terbentuk suatu sel galvani alami. Dimana besi akan menjadi anode dan mengalami oksidasi menjadi Fe^{2+} menurut reaksi:

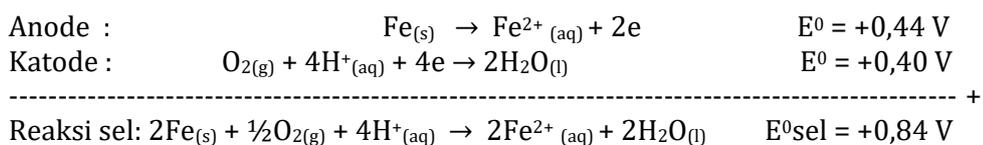


Mulai saat itu kita akan melihat permukaan potongan besi menjadi tidak merata, sehingga luas permukaan bidang sentuh antara air dan besi juga semakin luas. Elektron dari hasil oksidasi besi (Fe) akan berlari ke arah molekul oksigen (O_2) yang berada di pertemuan antara besi dengan air, kemudian mereduksi molekul oksigen tersebut menurut reaksi:



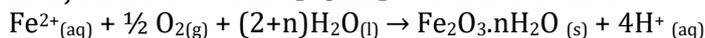
Lihatlah bahwa keberadaan air dalam reaksi juga menentukan keberlangsungan reaksi.

Secara redoks maka keseluruhan reaksi diberikan sebagai berikut:

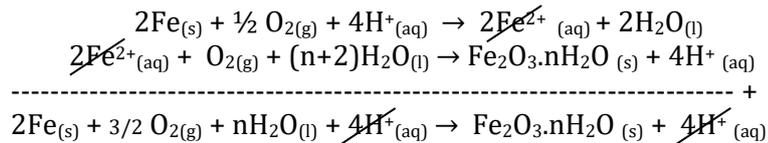


Lihat pula bahwa potensial sel bernilai positif yaitu +0,84 V. Ini menjelaskan bahwa perkaratan besi terjadi secara spontan.

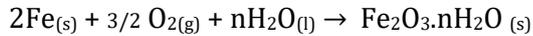
Kemudian Fe^{2+} akan mengalami oksidasi lebih lanjut sedemikian rupa sehingga menjadi karat besi $2Fe_2O_3.nH_2O$. Menurut reaksi:



Ion H^+ dalam reaksi tersebut terbentuk kembali dalam hasil akhir reaksi menunjukkan bahwa ion tersebut merupakan katalis dalam proses perkaratan. Untuk lebih jelasnya perhatikan reaksi berikut:



atau



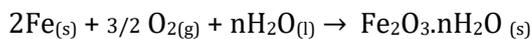
$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ merupakan senyawa oksida besi yang berwarna coklat kemerahan dan bersifat rapuh.

2. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses perkaratan besi

Jika kalian mencermati beberapa kasus perkaratan besi dan reaksi-reaksi pada proses perkaratan besi, maka faktor-faktor yang mempengaruhi proses perkaratan dapat dibagi 2 yaitu faktor utama dan faktor pendukung. Faktor utama adalah faktor yang terlibat langsung pada reaksi dan sebagai penentu utama berlangsungnya reaksi tersebut. Faktor utama meliputi gas oksigen dan air. Sedangkan faktor pendukung adalah zat-zat lain atau kondisi lain yang secara langsung mempengaruhi proses perkaratan, faktor ini meliputi keterlibatan zat elektrolit (asam, basa, garam), permukaan besi yang tidak merata, serta pemanasan.

C. Rangkuman

Peristiwa korosi merupakan sel galvanik alami, yang mana logam teroksidasi oleh faktor lingkungannya. Reaksi perkaratan pada besi secara keseluruhan dituliskan dalam reaksi berikut:



Faktor yang mempengaruhi proses perkaratan pada besi meliputi faktor utama dan faktor pendukung.

Faktor-faktor yang mempengaruhi perkaratan besi meliputi:

1. Faktor utama :
 - gas oksigen
 - air
2. Faktor pendukung :
 - keberadaan elektrolit, baik asam, basa dan garam
 - Permukaan besi yang tidak merata
 - Pemanasan

D. Penugasan Mandiri

Untuk membuktikan faktor-faktor yang mempengaruhi proses perkaratan besi, sebaiknya kalian melakukan kegiatan praktikum berikut.

Tujuan Praktikum : menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi perkaratan besi.

Alat dan bahan :

1. 6 buah paku
2. 6 gelas plastik
3. air biasa
4. larutan asam cuka (CH_3COOH), terbuat dari 2 sendok makan cuka makan + air sampai gelas agak penuh.

5. larutan garam (NaCl) terbuat dari 1 sendok makan garam dapur + air sampai gelas agak penuh.
6. plastik dan karet gelang
7. air panas

Prosedur:

1. Beri tanda berbeda A, B, C, D, E dan F pada masing-masing gelas plastik
2. Masukkan air biasa pada gelas A, air panas pada gelas B, larutan asam cuka pada gelas C, larutan garam pada gelas D, dan biarkan gelas E dan F kosong
3. Masukkan paku pada masing-masing gelas, dengan setiap gelas berisi 1 paku
4. Tutup gelas F dengan plastic dan ikat dengan karet agar rapat.
5. Amati dan catat perubahan selama 1 minggu

Untuk mempermudah analisis data gunakan tabel berikut untuk mencatat hasil pengamatan.

No.	Perlakuan	Pengamatan Hari ke ...						
		1	2	3	4	5	6	7
A	Air biasa							
B	Air panas							
C	Larutan cuka							
D	Larutan NaCl							
E	Kosong dan terbuka							
F	Kosong dan tertutup							

Keterangan pengamatan :

- tidak berkarat
- + sedikit berkarat
- ++ berkarat
- +++ sangat berkarat

Pertanyaan

1. Pada gelas mana paku berkarat?
2. Pada gelas mana paku belum berkarat?
3. Pada gelas mana paku paling cepat berkarat?
4. Pada gelas mana paku paling lambat berkarat?
5. Berikan kesimpulan faktor apa saja yang mempengaruhi perkaratan besi!

E. Latihan Soal

Untuk melihat penguasaan kalian tentang faktor-faktor yang mempengaruhi proses korosi, kerjakan latihan soal berikut.

Petunjuk : Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

1. Mudah atau tidaknya logam berkarat tergantung pada ...
 - A. Banyaknya air
 - B. Kereaktifan logam
 - C. Suhu lingkungan
 - D. Tingkat kebasaaan
 - E. Banyaknya oksigen

2. Berikut ini yang merupakan faktor-faktor penyebab terjadinya korosi adalah ...
 - A. Air dan oksigen
 - B. Oksigen dan tanah
 - C. Tanah dan minyak
 - D. Minyak dan larutan asam
 - E. Minyak dan air

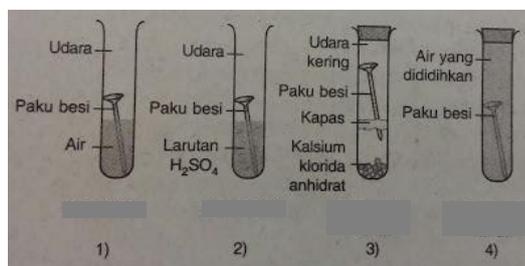
3. Faktor-faktor yang berasal dari lingkungan berikut ini dapat mempengaruhi korosi kecuali
 - A. Suhu
 - B. Udara
 - C. Keasaman
 - D. Kelembaban
 - E. Struktur bahan

4. Dalam proses perkaratan besi, besi bertindak sebagai ...
 - A. katoda
 - B. anoda
 - C. katalis
 - D. jembatan garam
 - E. elektrolit

5. Berdasarkan reaksi redoks pada proses perkaratan, lingkungan seperti apa yang menyebabkan besi mudah berkarat?
 - A. kering
 - B. lembab
 - C. vakum
 - D. berminyak
 - E. panas

6. Jika diketahui larutan A, B, C, D dan E berturut-turut mempunyai pH = 4, 6, 7, 8 dan 9, manakah dari larutan tersebut yang paling cepat menyebabkan perkaratan pada besi?
 - A. Larutan A
 - B. Larutan B
 - C. Larutan C
 - D. Larutan D
 - E. Larutan E

7. Diketahui gambar percobaan tentang korosi besi berikut:



Catatan :

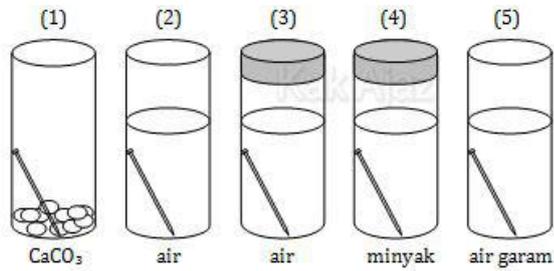
- Air mendidih mengandung lebih sedikit gas oksigen terlarut.
- Senyawa anhidrat mempunyai sifat mudah menyerap air.

Berdasarkan data tersebut urutan terbentuknya korosi dari yang paling cepat adalah ...

- A. 1 - 2 - 4 - 3
- B. 2 - 1 - 4 - 3
- C. 3 - 1 - 2 - 4

- D. 3 - 4 - 1 - 2
- E. 4 - 2 - 1 - 3

8. Perhatikan gambar proses korosi berikut!



Proses korosi yang berlangsung paling lambat adalah

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

Pembahasan Latihan soal kegiatan 1:

1. Pertanyaan nomor 1 terkait kecenderungan logam dalam mengalami perkaratan atau reaksi oksidasi bukan terkait faktor yang mempercepat terjadinya perkaratan. Kecenderungan suatu logam dalam mengalami oksidasi bergantung dari besar kecil nilai potensial reduksi logam tersebut. Semakin kecil potensial reduksi logam, maka semakin mudah logam mengalami oksidasi atau semakin reaktif.

Jawab : B

2. Faktor-faktor penyebab terjadinya korosi adalah:

- Gas oksigen
- Air
- Zat asam
- Zat elektrolit

Jawab : A

3. Faktor-faktor penyebab terjadinya korosi adalah:

- Gas oksigen terdapat pada udara
- Air menentukan kelembaban.
- Zat asam memiliki ion H^+ sebagai katalis dalam perkaratan.
- Zat elektrolit

Struktur bahan kondisi tataletak partikel-partikel dari bahan, hal ini tidak mempengaruhi proses perkaratan.

Jawab : E

4. Dalam perkaratan besi, besi mengalami oksidasi, sehingga besi bertindak sebagai anoda.

Jawab : B

5. Lingkungan yang menyebabkan besi mudah berkarat adalah lingkungan yang kondisinya mengandung faktor-faktor yang mempercepat reaksi perkaratan.

- kering : lingkungan kering diasumsikan sedikit mengandung uap air.
- lembab : lingkungan basah diasumsikan banyak mengandung uap air.
- vakum : lingkungan vakum diasumsikan tidak mengandung gas oksigen.
- berminyak : lingkungan berminyak dapat menutup permukaan logam sehingga tidak kontak dengan lingkungan luar.
- panas: lingkungan panas dapat menyebabkan uap air menguap atau berkurang dari sekitar logam.

Jawab : B

6. Dalam reaksi perkaratan ion H^+ adalah spesi yang bertindak sebagai katalis, jadi semakin kecil pH semakin banyak mengandung ion H^+ .

Jawab : A

7. Larutan H_2SO_4 karena bersifat asam. Kita tahu $pH < 7$ akan mempercepat terjadinya reaksi korosi karena adanya reaksi reduksi tambahan dari ion H^+ yang berasal dari asam.

Air. Karena air mengandung banyak oksigen terlarut yang mempercepat terjadinya korosi.

Air yang dididihkan. Karena jumlah oksigen terlarut dalam air menjadi sedikit.

CaCl_2 dan udara kering. Kristal CaCl_2 anhidrat berfungsi sebagai media yang dapat menyerap uap air yang ada di udara sehingga memperkecil kontak dengan paku.

Jawab : B

8. Keterangan masing-masing gambar pada nomor 8 di atas adalah sebagai berikut:

- 1) Paku berada pada tabung terbuka sehingga O_2 dapat masuk. Tetapi di dalam tabung terdapat CaCO_2 yang bersifat menyerap H_2O sehingga udara tetap kering. [lambat korosi]
- 2) Paku berada pada tabung terbuka yang berisi air atau paku berada pada medium yang mengandung O_2 dan H_2O [cepat korosi]
- 3) Paku berada pada tabung tertutup yang berisi air. Meskipun tabung tertutup tetapi di dalamnya masih tersisa udara sehingga masih memungkinkan paku berkarat. [agak lambat korosi]
- 4) Paku berada pada medium tertutup yang berisi minyak. Berarti jumlah O_2 dalam tabung terbatas dan H_2O tidak dapat menembus minyak. [sangat lambat korosi]
- 5) Paku berada pada tabung terbuka yang berisi air garam. Sedangkan air garam bersifat elektrolit yang dapat mempercepat reaksi oksidasi. [sangat cepat korosi]

Jawab : D

F. Penilaian Diri

Selanjutnya kalian harus mengisi tabel penilaian diri untuk mengukur tingkat keberhasilan diri kalian dalam penguasaan materi tentang faktor-faktor yang mempengaruhi proses perkaratan.

Tabel Penilaian Diri

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1.	Dapatkah kalian menjelaskan proses terjadinya korosi?		
2.	Dapatkah kalian menemukan faktor lingkungan apa saja yang mempengaruhi proses perkaratan besi?		
3.	Dapatkah kalian memprediksi kecepatan proses perkaratan besi berdasarkan kondisi lingkungannya?		

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 pada kegiatan belajar berikutnya.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

CARA PENCEGAHAN KOROSI

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini kalian akan dapat menguraikan cara-cara pencegahan korosi pada logam serta akan dapat menjelaskan mekanisme pencegahan korosi pada logam.

B. Uraian Materi

Dalam kegiatan belajar sebelumnya sudah dipelajari bahwa proses perkaratan pada besi merupakan proses yang spontan. Jika kalian sebagai perancang konstruksi bangunan apa kalian akan membiarkan kejadian ini berlangsung? Tentu tidakkan? Kalian pasti akan mengutamakan faktor keselamatan pengguna serta faktor ekonomi untuk penghematan dana regenerasi alat atau rekonstruksi bangunan.

Kalau kalian lihat dari faktor-faktor yang mempengaruhi proses perkaratan besi Langkah apa yang akan kalian lakukan untuk proses pencegahan perkaratan pada besi. Tentunya secara umum adalah langkah-langkah untuk menghindari kontak besi dengan faktor-faktor pemicu terjadinya reaksi perkaratan yang meliputi gas oksigen, air, elektrolit serta mengupayakan permukaan besi lebih rata. Cara-cara umum yang digunakan untuk pencegahan perkaratan besi meliputi 2 cara yaitu teknik pelapisan logam dan teknik perlindungan katoda.

1. Teknik pelapisan logam.

Cara yang dapat dilakukan antara lain adalah:

a. Pengcatan.

Terdapat 2 bahan cat besi yaitu bahan dasar minyak dan bahan dasar lateks. Bahan ini cukup memberikan perlindungan terhadap logam besi dan memberi tambah nilai estetikanya.

b. Pelapisan dengan plastik.

Plastik merupakan bahan polimer dari hidrokarbon. Cara ini juga efektif untuk melapisi beberapa alat rumah tangga dan memberi nilai estetika.

c. Pelapisan dengan minyak atau oli

Cara mencegah korosi selanjutnya yaitu dengan pelumuran oli atau gemuk. Pelapisan besi baja dengan menggunakan oli atau gemuk ini bisa dilakukan untuk bahan-bahan yang tidak berhubungan dengan estetika karena akan merusak pemandangan.

d. Tin plating (pelapisan dengan timah)

Timah (Sn) ini termasuk logam tahan karat. Kaleng dari kemasan dari besi umumnya yang dilapisi dengan timah. Proses pelapisan dapat dilakukan secara elektrolisis. Lapisan pada timah akan melindungi besi selama lapisan itu masih utuh. Apabila terdapat goresan, maka timah ini justru mempercepat suatu proses korosi karena potensial elektrode timah lebih positif dari besi.

e. Chrome plating (pelapisan dengan krom)

Krom (Cr) memberi lapisan pelindung, sehingga besi yang sudah diberi lapisan krom akan mengkilap. Pelapisan dengan krom ini dilakukan dengan proses elektrolisis. Krom juga dapat memberikan perlindungan meskipun pada suatu lapisan krom tersebut ada yang rusak. Cara ini umumnya dapat dilakukan pada kendaraan bermotor, misalnya saja bumper mobil.

f. Pelapisan dengan Seng (Galvanisasi)

Seng (Zn) juga dapat melindungi besi meskipun lapisannya ada yang rusak. Hal ini karena potensial pada elektrode besi lebih negatif daripada seng, maka pada besi yang terkontak dengan seng akan membentuk sel elektrokimia dengan suatu besi sebagai katode dan seng yang akan mengalami oksidasi sehingga besi akan lebih awet.

2. Teknik perlindungan katoda atau proteksi katoda.

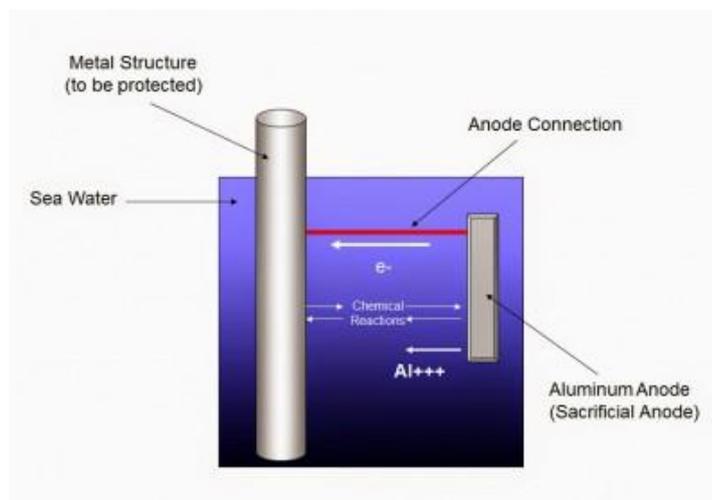
Cara yang digunakan dalam Teknik ini meliputi:

a. Pengorbanan anoda

Cara ini dilakukan dengan menggunakan logam lain yang lebih reaktif sebagai anoda. Kalian bisa memilih logam-logam yang mempunyai potensial reduksi lebih kecil dari logam besi. Logam apa itu? Logam yang paling efektif tentunya yang mempunyai potensial reduksi jauh lebih kecil dari besi.

Perbaikan pada pipa bawah tanah yang terkorosi mungkin juga memerlukan perbaikan yang mahal biayanya. Hal ini dapat diatasi dengan sebuah teknik sacrificial anode, yaitu dengan cara menanamkan sebuah logam magnesium atau aluminium kemudian dihubungkan ke pipa besi melalui sebuah kawat.

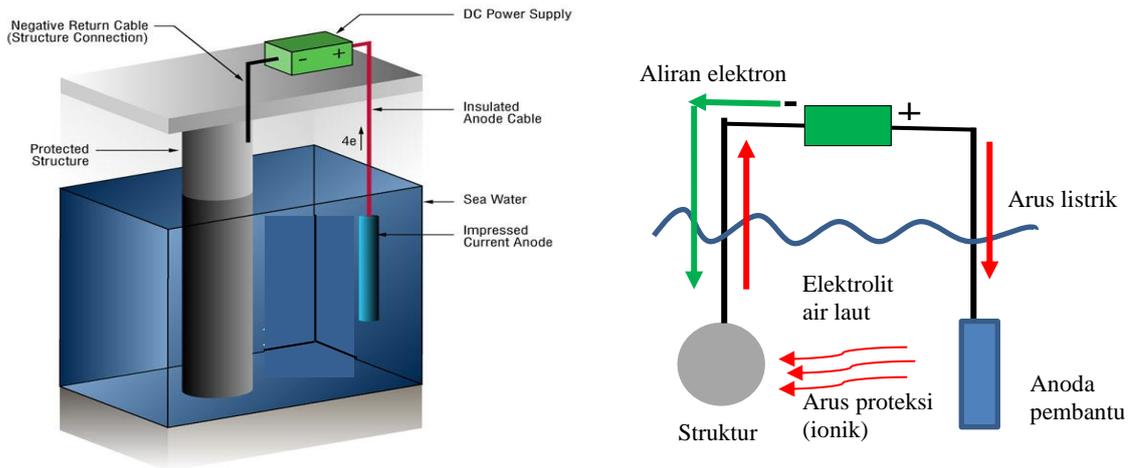
Lalu logam magnesium atau aluminium itu akan berkarat, sedangkan besi tidak karena magnesium atau aluminium merupakan suatu logam yang reaktif (lebih mudah berkarat)



Gambar 2.1 Pengorbanan anoda Aluminium

b. Menggunakan arus paksa (*Impressed current*)

Arus paksa atau *Impressed current protection cathode* adalah proteksi dengan menggunakan sumber arus yang berasal dari luar, biasanya dari arus AC yang dilengkapi dengan penyearah arus (*rectifier*) sehingga menjadi arus DC, dimana kutub negatif dihubungkan ke struktur yang dilindungi, dan kutub positif dihubungkan dengan anoda yang mempunyai potensial lebih tinggi dari struktur yang dilindungi. Pada *Impressed Current Protection Cathode*, arus listrik mengalir dari *rectifier* menuju anoda, lalu dari anoda melalui elektrolit ke permukaan struktur, kemudian mengalir sepanjang struktur dan kembali ke *rectifier* melalui konduktor elektrik. Karena struktur menerima elektron bukan malah melepaskan elektron, maka struktur menjadi terproteksi.



Gambar 2.2 Arus paksa (*Impressed current*) dan aliran elektronnya

C. Rangkuman

Pencegahan perkaratan dapat dilakukan dengan cara menghindari besi dari faktor-faktor yang mempengaruhi perkaratan besi. Ada 2 teknik pencegahan korosi pada besi, meliputi

1. Teknik Pelapisan logam
 - a. Cara pengecatan
 - b. Cara pelapisan dengan plastik.
 - c. Cara pelumuran minyak atau oli.
 - d. Cara pelapisan menggunakan logam lain diantaranya: Cr, Zn dan Sn
2. Teknik Perlindungan katoda, cara ini meliputi:
 - a. Cara pengorbanan anoda.
 - b. Cara menggunakan arus paksa.

D. Penugasan Mandiri

Berikan cara pencegahan yang mungkin digunakan untuk alat-alat berikut dan berikan alasanmu dalam memilih cara tersebut.

Tabel 2.1. Tabel alternatif cara pencegahan perkaratan besi.

No	Alat	Cara Pencegahan perkaratan	Alasan
1.	Paku besi		
2.	Kursi besi		
3.	Gelang arloji		
4.	Besi untuk konstruksi bangunan rumah		
5.	Mobil		
6.	Drum minyak		

E. Latihan Soal

Untuk melihat penguasaan kalian tentang faktor-faktor yang mempengaruhi proses korosi, kerjakan latihan soal berikut.

Petunjuk : Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

1. Salah satu kelebihan pencegahan perkaratan pada besi dengan cara pengecatan adalah...
 - A. Tidak bisa rusak.
 - B. Tidak mudah patah.
 - C. Tidak mudah terbakar.
 - D. Mempunyai nilai estetika.
 - E. Tidak mudah tergores.
2. Berikut tentang cara pencegahan perkaratan dengan cara pelapisan logam menggunakan logam krom (Cr) kecuali ...
 - A. Dilakukan dengan elektrolisis.
 - B. Tidak mudah berkarat.
 - C. Memberikan penampilan mengkilat.
 - D. Biasa digunakan untuk melapisi bumper mobil.
 - E. Besi tidak berkarat meskipun sebagian lapisan crom rusak.
3. Salah satu kelemahan pada cat berbahan dasar minyak adalah...
 - A. Mudah terbakar.
 - B. Mudah berkarat.
 - C. Lengket.
 - D. Mudah meleleh.
 - E. Mudah patah.
4. Pencegahan perkaratan menggunakan pelumuran oli atau minyak lebih cocok untuk benda ...
 - A. Gear pada mesin motor.
 - B. Pagar.
 - C. Kompor.
 - D. Kawat.
 - E. paku
5. Berikut tentang cara pencegahan perkaratan dengan cara pelapisan logam menggunakan logam timah (Sn) kecuali ...
 - A. Biasa untuk melapisi kaleng.
 - B. Memberikan lapisan yang tahan karat.
 - C. Dilakukan dengan elektrolisis.
 - D. Besi tetap tahan karat walau sedikit lapisan timah rusak.
 - E. Memberikan warna mengkilat.
6. Berikut cara yang paling jitu untuk menyimpan paku besi agar tidak mudah berkarat adalah dengan ...
 - A. Diletakkan dalam kantung kain.
 - B. Dijemur.
 - C. Direndam air.
 - D. Disimpan dalam kaleng seng.
 - E. Disimpan dalam guci tembaga.

7. Pada Teknik perlindungan katodik, logam besi yang dilindungi bertindak sebagai ...
- A. Katoda
 - B. Anoda
 - C. Elektrolit
 - D. Penghantar
 - E. Penyedia elektron
8. Pada Teknik perlindungan katodik, anoda dipilih dari logam yang memenuhi spesifikasi berikut ...
- A. lebih murah dari besi
 - B. lebih kuat dari besi
 - C. lebih tahan karat dari besi.
 - D. potensial reduksi lebih kecil dari pada besi.
 - E. lebih mudah memuai dari pada besi

Pembahasan latihan soal kegiatan belajar 2

1. Kelebihan pengecatan adalah untuk pencegahan perkaratan besi dan menambah nilai estetika
Jawab : D
2. Chrome plating (pelapisan dengan krom)
Krom (Cr) memberi lapisan pelindung, sehingga besi yang sudah diberi lapisan krom akan mengkilap. Pelapisan dengan krom ini dilakukan dengan proses elektrolisis. Krom juga dapat memberikan perlindungan meskipun pada suatu lapisan krom tersebut ada yang rusak.
Jawab : E
3. Minyak mempunyai sifat mudah terbakar.
Jawab : A
4. Pelumuran dengan oli untuk mencegah perkaratan lebih cocok untuk alat-alat bagian dalam dari permesinan.
Jawab : A
5. Tin plating (pelapisan dengan timah)
Lapisan pada timah akan melindungi besi selama lapisan itu masih utuh. Apabila terdapat goresan, maka timah ini justru mempercepat suatu proses korosi karena potensial elektrode timah lebih positif dari besi.
6. Untuk menyimpan paku, kita upayakan dengan cara gampang dan murah. Tidak perlu mengupayakan dengan reaksi kimia. Cukup dengan menghindarkan paku dari faktor penyebab perkaratan diantaranya gas oksigen, air, larutan elektrolit, permukaan besi.
Kantung kain masih memungkinkan kontaknya paku dengan pemacu perkaratan, demikian juga dengan dijemur atau direndam air.
Jika disimpan dalam guci tembaga, maka akan cenderung terjadi oksidasi besi (paku) karena besi mempunyai potensial reduksi lebih kecil dari tembaga.
Jika disimpan dalam kaleng seng (Zn), maka akan terjadi oksidasi seng, karena seng mempunyai potensial reduksi lebih kecil dari besi.
Jawab : D
7. Istilahnya saja perlindungan katodik, jadi apa yang dilindungi? Pasti katodanya. Sehingga katoda adalah bahan yang dilindungi dari perkaratan.
Jawab : A
8. Pada cara perlindungan katodik ada acara pengorbanan anoda. Dalam cara ini dipilih anode dari bahan yang mempunyai potensial reduksi lebih kecil dari besi agar anode tersebut yang mengalami oksidasi bukan besi
Jawab : D

F. Penilaian Diri

Selanjutnya kalian harus mengisi tabel penilaian diri untuk mengukur tingkat keberhasilan diri kalian dalam penguasaan materi tentang cara pencegahan korosi pada besi.

Tabel Penilaian Diri

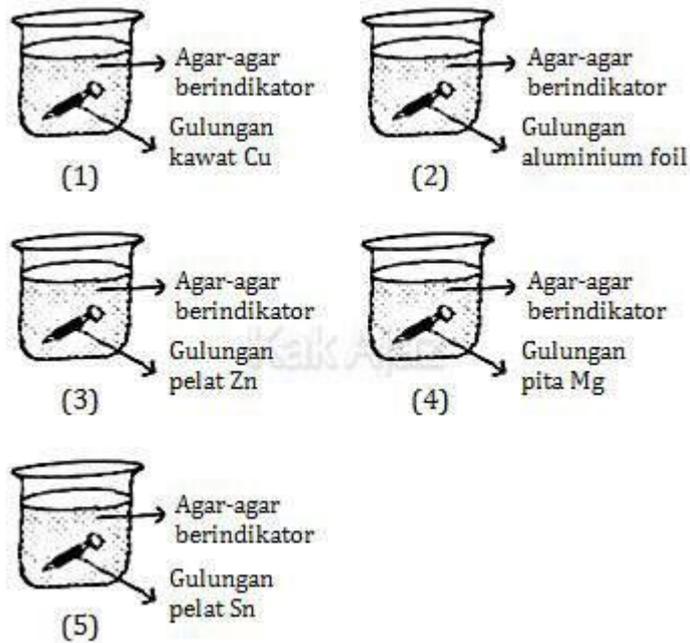
No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1.	Dapatkah kalian menjelaskan mekanisme dari setiap cara untuk pencegahan korosi ?		
2.	Dapatkah kalian meramalkan cara pencegahan yang tepat pada alat yang terbuat dari besi berdasarkan fungsinya?		

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 pada kegiatan belajar berikutnya

EVALUASI

Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

1. Logam-logam berikut yang paling tahan terhadap korosi adalah ...
 - A. Cr
 - B. Ni
 - C. Zn
 - D. Fe
 - E. Cu
2. Faktor utama dalam proses perkaratan besi adalah ...
 - A. Zat asam
 - B. Gas oksigen
 - C. Ion H^+
 - D. Besi
 - E. udara
3. Souvenir dari bahan logam yang paling awet tidak mengalami korosi adalah terbuat dari
 - A. Aluminium
 - B. Besi
 - C. Tembaga
 - D. Perak
 - E. Paduan logam perunggu
4. Dalam peristiwa perkaratan besi, gas oksigen bertindak sebagai ...
 - A. Anoda
 - B. Katoda
 - C. Jembatan garam
 - D. Elektrolit
 - E. Katalis
5. Peristiwa perkaratan logam merupakan sel galvanik alami karena ...
 - A. Menghasilkan potensial sel negatif.
 - B. Merupakan reaksi spontan oleh alam
 - C. Terdapat kation dan anion.
 - D. Terjadi reaksi redoks.
 - E. Disebabkan oleh lingkungan.
6. Tingkat kerusakan struktur bangunan akibat perkaratan besi lebih banyak terjadi pada ...
 - A. Bangunan daerah rawa
 - B. Bangunan daerah kota
 - C. Bangunan daerah mangrove
 - D. Bangunan daerah gunung
 - E. Bangunan daerah hutan
7. Perhatikan percobaan tentang perkaratan logam besi berikut



Peristiwa perkaratan paling lambat terjadi pada percobaan nomor ...

- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
8. Salah satu cara mencegah terjadinya reaksi korosi pada menara adalah
- Dilapisi timah.
 - Direndam dengan air.
 - Dibakar lalu ditempa.
 - Dicelupkan pada larutan asam.
 - Dihubungkan dengan lempeng magnesium.
9. Seng dipilih sebagai pelapis besi untuk mencegah terjadinya korosi karena
- Besi menjadi anode.
 - Seng menjadi katode.
 - Harga E^0 besi lebih besar.
 - Harga E^0 besi dan seng sama.
 - Besi menjadi mudah teroksidasi.
10. Diketahui :
- | | |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------|
| $\text{Fe}^{2+}_{(aq)} + 2e \rightarrow \text{Fe}_{(s)}$ | $E^0 = - 0,44 \text{ Volt}$ |
| $\text{Ni}^{2+}_{(aq)} + 2e \rightarrow \text{Ni}_{(s)}$ | $E^0 = - 0,25 \text{ Volt}$ |
| $\text{Mg}^{2+}_{(aq)} + 2e \rightarrow \text{Mg}_{(s)}$ | $E^0 = - 2,37 \text{ Volt}$ |
| $\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e \rightarrow \text{Cu}_{(s)}$ | $E^0 = + 0,34 \text{ Volt}$ |
| $\text{Ag}^{+}_{(aq)} + e \rightarrow \text{Ag}_{(s)}$ | $E^0 = + 0,80 \text{ Volt}$ |
| $\text{Pb}^{2+}_{(aq)} + 2e \rightarrow \text{Pb}_{(s)}$ | $E^0 = - 0,13 \text{ Volt}$ |
- Logam yang dapat melindungi besi dari perkaratan dengan perlindungan katodik adalah
- Ni
 - Mg
 - Cu
 - Ag
 - Pb

11. Perlindungan korosi yang paling tepat dilakukan untuk melindungi logam pada bagian mesin yang berputar adalah
- A. Mengecat
 - B. dibuat paduan logam
 - C. perlindungan katodik
 - D. melumuri dengan oli
 - E. dibalut dengan emas
12. Di daerah industri, gas-gas yang dapat menyebabkan korosi adalah ...
- A. O_2 dan N_2
 - B. CO dan H_2O
 - C. CO dan N_2
 - D. SO_2 dan NO_2
 - E. CO_2 dan CO
13. Pada peristiwa korosi, besi mengalami oksidasi, sedangkan yang mengalami reduksi adalah ...
- A. H^+
 - B. O_2
 - C. Fe^{2+}
 - D. OH^-
 - E. H_2O
14. Untuk kepentingan konstruksi jembatan, dibutuhkan logam besi yang kuat. Maka Teknik pelapisan logam besi yang tepat adalah menggunakan ...
- A. Timah
 - B. Nikel
 - C. Seng
 - D. Crom
 - E. Tembaga
15. Pelapisan besi menggunakan plastik lebih cocok digunakan pada alat ...
- A. Alat rumah tangga
 - B. Onderdil sepeda motor
 - C. Kerangka jembatan
 - D. Alat memasak
 - E. Kerangka rumah

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

Kunci jawaban soal evaluasi

1. E
2. B
3. D
4. B
5. B
6. C
7. D
8. E
9. C
10. B
11. D
12. D
13. B
14. C
15. A

DAFTAR PUSTAKA

Sutrisna, Nana. 2018. Aktif dan Kreatif Belajar Kimia. Jakarta : Grafindo

Watoni, A. Haris. 2015. Buku Siswa Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Jakarta : YramaWidya

<https://amaldoft.wordpress.com/2015/11/29/korosi-redoks-dan-elektrokimia>

<https://blo.ruangguru.com/cara-pencegahan-korosi>

<https://sestech.in/corrcad.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
XII



SEL ELEKTROLISIS
KIMIA KELAS XII

PENYUSUN
Arni Wiyati, S.Pd.
SMAN 6 Surabaya

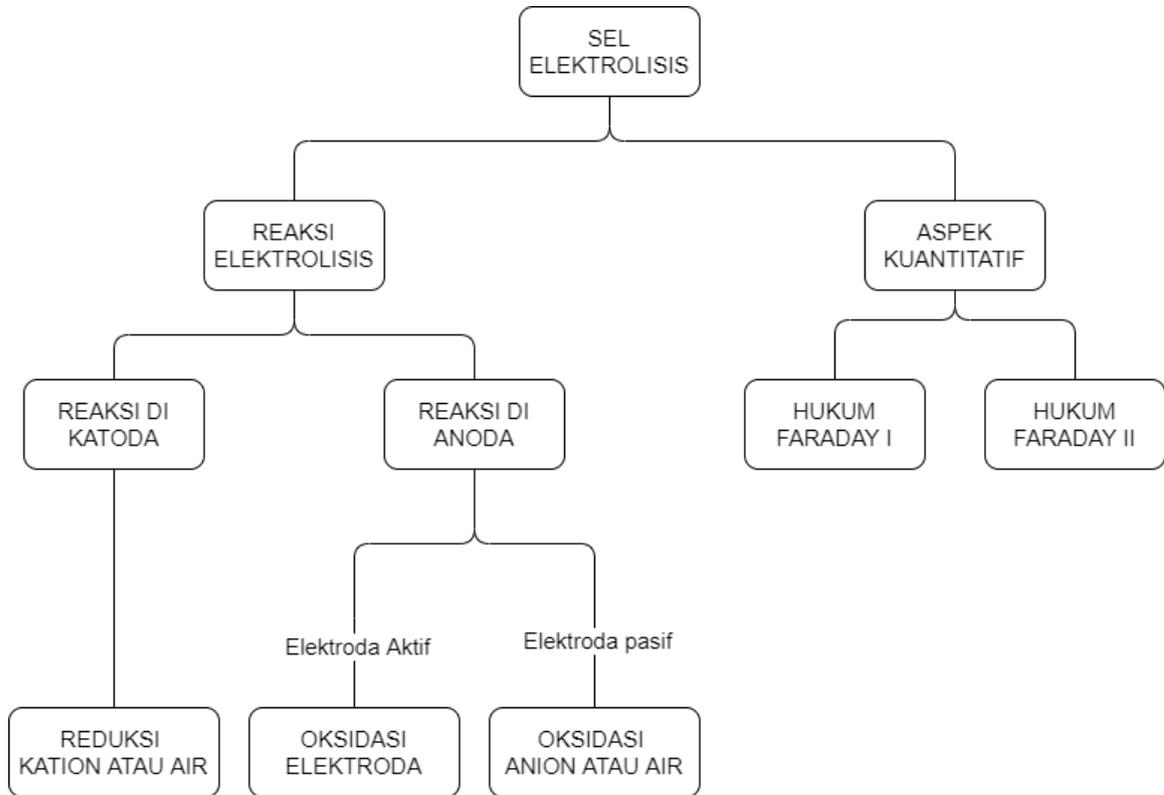
DAFTAR ISI

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	7
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	8
SEL ELEKTROLISIS	8
A. Tujuan Pembelajaran	8
B. Uraian Materi	8
C. Rangkuman	12
D. Penugasan Mandiri	13
E. Latihan Soal	13
F. Penilaian Diri	16
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	17
HUKUM FARADAY	17
A. Tujuan Pembelajaran	17
B. Uraian Materi	17
1. Hukum Faraday I	17
2. Hukum Faraday II	20
C. Rangkuman	21
D. Latihan Soal	22
E. Penilaian Diri	24
EVALUASI	25
DAFTAR PUSTAKA	29

GLOSARIUM

Elektrolisis	: sel elektrokimia yang mengubah energi listrik menjadi energi kimia.
BBH	: Bahan Bakar Hidrogen.
Katoda	: elektroda tempat terjadinya reduksi
Anoda	: elektroda tempat terjadinya oksidasi.
Overload	: perbedaan antara potensial sebenarnya yang diperlukan untuk memulai reaksi elektrolisis dengan potensial teoritis.
Elektroda inert	: elektroda dari bahan pengantar listrik yang tidak terlibat dalam reaksi.
Elektroda aktif	: elektroda dari bahan pengantar listrik yang terlibat dalam reaksi karena reaktif atau mudah teroksidasi.
Sel Downs	: sel elektrolisis untuk menghasilkan logam Natrium dalam proses industri.
Hukum Faraday I	: hukum yang menyatakan bahwa massa zat yang diendapkan dalam proses elektrolisis sebanding dengan kuat arus dan waktu reaksinya.
Hukum Faraday II	: hukum yang menyatakan bahwa massa zat yang diendapkan dalam proses elektrolisis sebanding dengan kuat arus dan waktu reaksinya.
Massa ekuivalen	: massa yang secara stoikiometri setara dengan 1 mol elektron.
Ampere	: satuan dari arus listrik.
Tetapan Faraday	: tetapan yang menyatakan muatan listrik tiap 1 mol elektron. Nilai tetapan Faraday = 96.500 Coulomb/mol
Aspek kuantitatif	: besaran-besaran yang dapat dinyatakan dalam bentuk angka atau nilai.

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Kimia
Kelas	: XII
Alokasi Waktu	: 8 Jam Pelajaran
Judul Modul	: Sel Elektrolisis

B. Kompetensi Dasar

- 3.1 Menerapkan stoikiometri reaksi redoks dan hukum Faraday untuk menghitung besaran-besaran yang terkait sel elektrolisis
- 4.1 Menyajikan rancangan prosedur penyepuhan benda dari logam dengan ketebalan lapisan dan luas tertentu

C. Deskripsi Singkat Materi

Modul yang berjudul elektrolisis ini akan memberikan pengetahuan pada kalian tentang reaksi-reaksi yang terjadi pada katoda dan anoda pada sel elektrolisis, serta penerapan konsep stoikiometri reaksi redoks dan hukum Faraday.

Reaksi-reaksi pada sel elektrolisis memenuhi ketentuan tertentu baik untuk reaksi reduksi di katoda dan reaksi oksidasi di katoda, dengan memperhatikan potensial reduksi standar zat yang terlibat dalam reaksi, juga memperhatikan jenis elektroda yang digunakan, baik elektroda inert dan elektroda aktif yang cenderung mengalami oksidasi di anoda.

Konsep stoikiometri atau perhitungan kimia lebih terfokus untuk menghitung besaran-besaran yang terkait sel elektrolisis. Besaran-besaran yang dimaksud adalah besaran yang terkait zat hasil sel elektrolisis (massa endapan atau volume gas), kuat arus dan waktu yang diperlukan untuk elektrolisis.

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 Sel Elektrolisis dan Hukum Faraday, kalian harus menguasai terlebih dahulu konsep reaksi redoks, reaksi spontan dan tidak spontan serta potensial reduksi unsur.
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 keterampilan berpikir.
6. Senantiasa kerjakan latihan soal secara mandiri kemudian kalian bisa memeriksa 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 **2** kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, penugasan mandiri, soal latihan dan soal evaluasi.

Pertama : Sel Elektrolisis

Kedua : Hukum Faraday

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

SEL ELEKTROLISIS

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini kalian diharapkan dapat menuliskan reaksi pada katoda dan anoda pada sel elektrolisis.

B. Uraian Materi

Tahukah kalian bahwa air dapat diubah menjadi gas hidrogen? kemudian bisa dijadikan sebagai bahan bakar? BBH atau bahan bakar hidrogen adalah sumber energi masa depan yang bersifat ecoenergy dengan proses pembakaran yang hanya menghasilkan air dan energi berupa listrik dan panas. Teknologi BBH ini masih jarang yang menggunakan karena sangat sulit mengontrol besarnya energi yang dihasilkan karena menyebabkan ledakan. Sementara kalian bisa kesampingkan efek ledakannya. Tidak salah jika kalian mau mempelajari hal ini, karena sebenarnya ada kemungkinan menyulap air menjadi komoditas mahal bukan? Kebetulan negara kita 2/3 wilayahnya terdiri dari air. Ini juga bisa menjadi bagian akhir dari solusi krisis energi BBM. Lalu bagaimana cara mengubah air menjadi gas hidrogen? Dalam laboratorium cara ini disebut elektrolisis.



Gambar 1.1 Mobil dengan bahan bakar gas hidrogen

Selain teknologi super canggih yang dipaparkan diatas, kalian pasti juga masih ingat tentang cara cara untuk mencegah perkaratan pada besi bukan? Salah satu caranya adalah dengan pelapisan logam menggunakan logam lain yang tidak mudah berkarat. Pada teknik ini logam dilapisi logam lain menggunakan proses elektrolisis.

Teknik pelapisan logam yang paling sederhana terjadi pada proses penyepuhan logam emas di pasar. Nyaris tanpa sentuhan teknologi mutakhir, hanya sekedar menggunakan alat-alat manual yang didukung keterampilan pengrajin, perhiasan imitasi tampak cemerlang berbalut emas. Ibu-ibu akan dengan mudah mendapatkan perhiasan secantik emas dengan harga relatif murah sekitar Rp 50.000,- Rp 80.000,- pergram.

Aplikasi sel elektrolisis juga bisa kalian lihat pada jasa pengisian ulang akki atau yang biasa disebut "setrum akki" oleh masyarakat. Teknik ini dilakukan untuk memberikan muatan ulang pada akki agar bisa digunakan Kembali. Pengisian aki dilakukan dengan cara memberikan arus listrik sehingga terjadi reaksi kimia dalam akki yang mengembalikan kadar elektrolit dalam akki.

1. Prinsip Kerja Sel Elektrolisis

Sel elektrolisis merupakan sel elektrokimia yang mana energi listrik digunakan untuk menjalankan reaksi redoks itu tidak spontan. Elektrolisis dapat didefinisikan sebagai reaksi peruraian zat menggunakan arus listrik. Prinsip kerja dari sebuah sel elektrolisis adalah menghubungkan kutub negatif dari sumber arus searah dengan katoda dan kutub positif ke anoda, sehingga terjadi overpotensial yang menyebabkan suatu reaksi reduksi serta oksidasi yang tidak spontan bisa berlangsung. Elektron akan mengalir dari katode ke anode. Ion-ion positif akan cenderung tertarik ke katode dan juga tereduksi, sedangkan untuk ion-ion negatif akan cenderung tertarik ke anode dan teroksidasi.

2. Susunan Sel Elektrolisis

Secara umum, sel elektrolisis ini tersusun dari:

a. Sumber listrik.

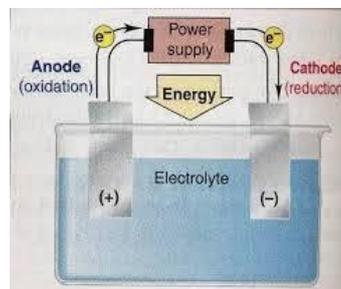
Sumber arus yang digunakan adalah sumber arus searah atau DC, bisa menggunakan baterai atau aki.

b. Elektroda.

Elektroda terdiri dari anoda dan katoda. Anoda, yaitu elektroda tempat terjadinya reaksi oksidasi. Katoda, yaitu elektroda tempat terjadinya reaksi reduksi. Elektroda ada dua macam, yaitu inert (sangat sukar bereaksi) dan non inert (bereaksi). Elektroda inert meliputi Karbon (C), Emas (Au), dan Platina (Pt). Elektroda inert tidak akan ikut teroksidasi di anode. Contoh elektrode non inert seperti : tembaga (Cu), seng (Zn), besi (Fe) dan lain.lain.

c. Elektrolit

Elektrolit adalah zat yang dapat menghantarkan listrik, dapat berupa lelehan atau larutan. Elektrolit yang dimaksud bisa berupa asam, basa garam.



Gambar 1.2 Susunan sel elektrolisis

3. Ketentuan Reaksi dalam Sel Elektrolisis

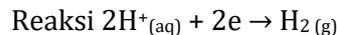
Ada beberapa hal yang harus diperhatikan pada reaksi elektrolisis. Reaksi oksidasi atau reduksi yang terjadi tergantung pada nilai potensial reduksi standar masing-masing zat yang terlibat dalam elektrolisis. Pada katoda selalu terjadi reaksi reduksi. Reaksi yang terjadi tidak dipengaruhi oleh jenis bahan elektroda itu dibuat. Reaksi yang terjadi adalah reduksi kation-kation atau molekul air dalam elektrolisis. Sedangkan reaksi oksidasi di anoda dipengaruhi oleh jenis bahan elektroda tersebut. Jika anoda dari bahan logam aktif maka yang terjadi adalah oksidasi logam aktif tersebut. Jika anoda terbuat dari bahan yang inert maka yang terjadi adalah oksidasi anion atau molekul air dalam sel elektrolisis tersebut. Untuk lebih jelasnya kalian bisa mempelajari ketentuan reaksi dalam sel elektrolisis sebagai berikut:

a. Reaksi Reduksi di Katoda

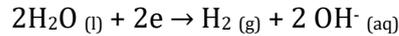
Tidak bergantung dari jenis elektrodanya.

1) H^+ dari asam akan direduksi menjadi H_2

Reduksi kation H^+



2) Kation dari larutan yang mengandung ion golongan IA, IIA, IIIA dan Mn^{2+} dalam bentuk larutan tidak mengalami reduksi. H_2O yang akan direduksi menurut reaksi :



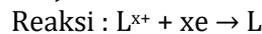
3) Kation L^{x+} dari lelehan garam IA, IIA, IIIA.

Terjadi reduksi kation garam tersebut.



4) Kation dari garam selain dari golongan IA, IIA, IIIA dan Mn^{2+}

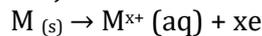
Terjadi reduksi kation tersebut.

**b. Reaksi Oksidasi di Anoda**

Reaksi yang terjadi tergantung dari jenis elektroda.

1) Anoda dari logam aktif (M)

Terjadi oksidasi elektroda tersebut.



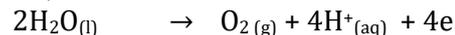
2) Anoda dari bahan inert (C, Au atau Pt)

Terjadi oksidasi anion atau molekul air dengan ketentuan, yang berada dalam larutan.

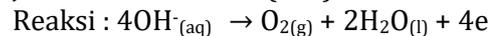
- Jika anion dari larutan garam halida(X^-),

Terjadi oksidasi anion tersebut, dengan reaksi : $2X^-_{(aq)} \rightarrow X_{2(g)} + 2e$

- Jika anion beroksigen (SO_4^{2-} , NO_3^- , CO_3^{2-} , PO_4^{3-}), maka reaksi oksidasi air, menurut reaksi :



- Jika anion dari basa (OH^-) maka oksidasi ion OH^- tersebut.



Perhatikan contoh beberapa sel elektrolisis berikut:

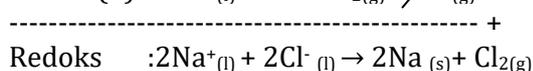
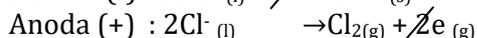
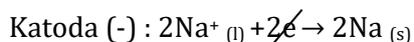
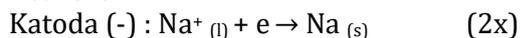
1. Elektrolisis lelehan NaCl dengan elektroda C.

Elektrolit NaCl berupa lelehan, maka reduksi kation yang ada, dan karena elektroda inert maka oksidasi anion yang tidak beroksigen (Cl^-).

Reaksi ionisasi lelehan NaCl:

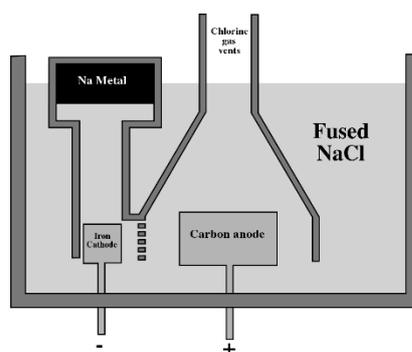


Reaksi di



Dari reaksi di katoda didapatkan hasil berupa logam Na dan dari anoda didapatkan hasil gas klorin.

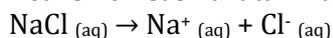
Dalam industri teknik ini digunakan untuk memproduksi logam natrium dengan alat yang disebut **sel Downs**. Alat ini dielektrolisis campuran lelehan NaCl dan CaCl₂. Logam natrium dan calcium terjadi di katoda dan mengambang, dan gas klorin terbentuk di anoda. Gas klorin segera dipisahkan agar tidak kembali bereaksi dengan natrium atau calcium, untuk selanjutnya dimurnikan dan dijual sebagai produk yang bernilai tinggi.



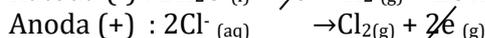
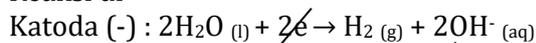
Gambar 1.3 Sel Downs

2. Elektrolisis larutan NaCl dengan elektroda C.
 Karena kation terlarut dalam air adalah dari golongan IA, maka terjadi persaingan antara ion Na⁺ (aq) dan molekul air dalam mengalami reduksi. Air akan tereduksi karena mempunyai potensial reduksi lebih besar dari pada Na⁺.

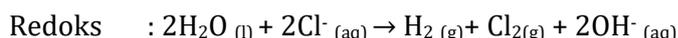
Reaksi ionisasi larutan NaCl:



Reaksi di



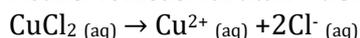
----- + (dijumlah)



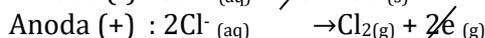
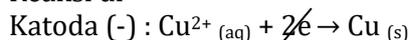
Dari reaksi di katoda didapatkan hasil berupa gas hidrogen dan bersifat basa, sedangkan dari anoda didapatkan hasil gas klorin.

3. Elektrolisis larutan CuCl₂ dengan elektroda C.
 Karena kation terlarut dalam air bukan dari golongan IA, IIA, IIIA maka terjadi reduksi ion tersebut karena Cu mempunyai potensial reduksi yang lebih besar dari pada air.

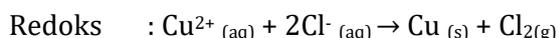
Reaksi ionisasi larutan NaCl:



Reaksi di



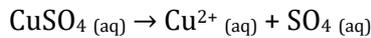
----- + (dijumlah)



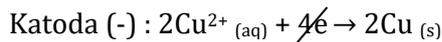
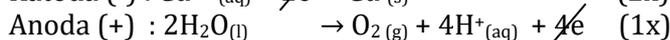
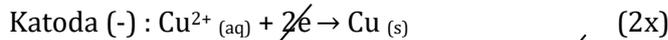
Dari reaksi di katoda didapatkan hasil berupa logam Cu dan dari anoda didapatkan hasil gas klorin.

4. Elektrolisis larutan CuSO_4 dengan elektroda C.
 Karena kation terlarut dalam air bukan dari golongan IA, IIA, IIIA maka terjadi reduksi ion tersebut karena Cu mempunyai potensial reduksi yang lebih besar dari pada air. Kemudian di anoda akan terjadi oksidasi air, karena anion beroksigen.

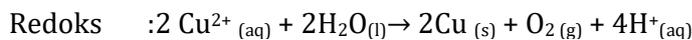
Reaksi ionisasi larutan CuSO_4 :



Reaksi di



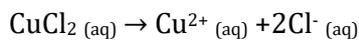
----- + (dijumlah)



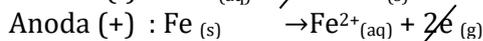
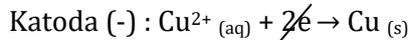
Dari reaksi di katoda didapatkan hasil berupa logam Cu dan dari anoda didapatkan hasil gas oksigen dan ion H^+ (asam)

5. Elektrolisis larutan CuCl_2 dengan elektroda Besi (Fe).
 Perhatikan bahwa elektroda dari besi yang merupakan bahan aktif, maka di anoda akan terjadi oksidasi elektroda tersebut sehingga elektroda Fe semakin keropos atau menipis.

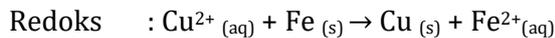
Reaksi ionisasi larutan NaCl :



Reaksi di



----- + (dijumlah)



Dari reaksi di katoda didapatkan hasil berupa logam Cu dan dari anoda didapatkan hasil ion Fe^{2+} yang kemudian larut.

C. Rangkuman

Elektrolisis adalah sel elektrokimia yang mengubah listrik menjadi energi kimia. Sel elektrolisis tersusun atas sumber arus, elektroda dan elektrolit. Elektroda terdiri dari anoda dan katoda. Anoda tempat terjadi reaksi oksidasi, katoda tempat reaksi reduksi. Ketentuan reaksi di elektroda tergantung pada potensial reduksi kation anion atau elektroda itu sendiri.

1. Susunan sel elektrolisis

- Sumber arus.
- Elektroda.
- Elektrolit.

2. Ketentuan reaksi di elektroda

a. Reaksi Reduksi di Katoda

Tidak bergantung dari jenis bahan elektroda.

- H^+ dari asam

Reduksi kation H^+

- Kation dari larutan yang mengandung ion golongan IA, IIA, Al^{3+} dan Mn^{2+} .

- Terjadi reaksi reduksi air.
- 3) Kation L^{x+} dari lelehan garam IA, IIA, Al^{3+} dan Mn^{2+} .
Terjadi reduksi kation garam tersebut.
 - 4) Kation dari garam selain dari golongan IA, IIA, Al^{3+} dan Mn^{2+} .
Terjadi reduksi kation tersebut.

b. Reaksi Oksidasi di Anoda

Reaksi yang terjadi tergantung dari jenis elektroda.

- 1) Anoda dari logam aktif (M)
Terjadi oksidasi elektroda tersebut.
- 2) Anoda dari bahan inert (C, Au atau Pt)
Terjadi oksidasi anion atau molekul air dengan ketentuan, yang berada dalam larutan.
 - Jika anion dari larutan garam halida(X^-),
Terjadi oksidasi anion tersebut.
 - Jika anion beroksigen (SO_4^{2-} , NO_3^- , CO_3^{2-} , PO_4^{3-}), maka reaksi oksidasi air.
 - Jika anion dari basa (OH^-) maka oksidasi ion OH^- tersebut menghasilkan oksigen

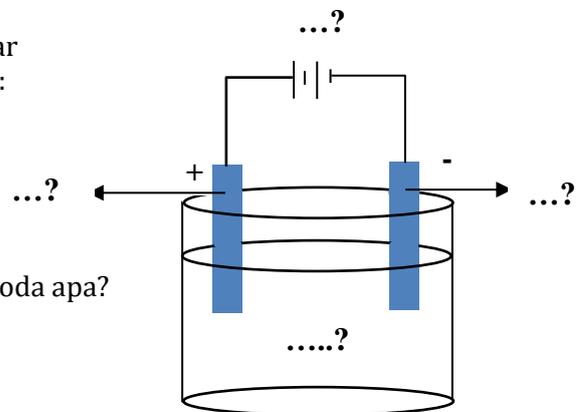
D. Penugasan Mandiri

Untuk meningkatkan pengetahuan dan kalian tentang sel elektrolisis, kerjakan tugas mandiri berikut:

Tugas :

Rancanglah sebuah sel elektrolisis dengan tujuan melapisi sendok besi menggunakan logam tembaga.

1. Berikan keterangan bahan pada gambar untuk tiap bagian dari sel menyangkut:
 - a. Sumber arus
 - b. Katoda
 - c. Anoda
 - d. Elektrolit
2. Sendok besi diposisikan sebagai elektroda apa?
3. Tulis reaksi pada setiap elektroda dan tulis reaksi redoksnya!



Gambar 1.4 diagram sel elektrolisis

E. Latihan Soal

1. Tuliskan reaksi pada katoda, anoda dan reaksi redoks yang terjadi untuk elektrolisis larutan NaOH dengan elektroda platina.
2. Tuliskan reaksi pada katoda, anoda dan reaksi redoks yang terjadi untuk elektrolisis larutan HCl dengan elektroda emas.
3. Tuliskan reaksi pada katoda, anoda dan reaksi redoks yang terjadi untuk elektrolisis larutan $Cu(NO_3)_2$ dengan elektroda karbon.
4. Tuliskan reaksi pada katoda, anoda dan reaksi redoks yang terjadi untuk elektrolisis larutan.

Kunci Jawaban dan Pembahasan Soal Latihan

No	Kunci Jawaban	Keterangan (Pembahasan)	skor
1	Reaksi ionisasi NaOH $\text{NaOH}_{(aq)} \rightarrow \text{Na}^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$		1
	Reaksi di		
	Katoda : $2\text{H}_2\text{O}_{(l)} + 2e \rightarrow \text{H}_{2(g)} + 2\text{OH}^-_{(aq)}$ (2x)	Karena Na^+ kation dari golongan IA maka reduksi air.	1
	Anoda : $4\text{OH}^-_{(aq)} \rightarrow \text{O}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} + 4e$	Karena platina elektroda inert, maka oksidasi anion OH^- dari basa NaOH	1
	Katoda : $4\text{H}_2\text{O}_{(l)} + 4e \rightarrow 2\text{H}_{2(g)} + 4\text{OH}^-_{(aq)}$ Anoda : $4\text{OH}^-_{(aq)} \rightarrow \text{O}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} + 4e$ ----- +	Zat kanan dan kiri sama bisa dihilangkan. Untuk H_2O selisih 2 lebih banyak pada sisi kiri.	1
	Redoks : $2\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow 2\text{H}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)}$	Hasil penjumlahan reaksi oksidasi dan reduksi.	1
2.	Reaksi ionisasi HCl $\text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \text{H}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$		1
	Reaksi di		
	Katoda : $2\text{H}^+_{(aq)} + 2e \rightarrow \text{H}_{2(g)}$	Kation dari asam, maka reduksi H^+	1
	Anoda : $2\text{Cl}^-_{(aq)} \rightarrow \text{Cl}_{2(g)} + 2e_{(g)}$	Emas adalah elektroda inert, maka oksidasi anion yang tidak beroksigen (Cl^-)	1
	Katoda : $2\text{H}^+_{(aq)} + 2e \rightarrow \text{H}_{2(g)}$ Anoda : $2\text{Cl}^-_{(aq)} \rightarrow \text{Cl}_{2(g)} + 2e_{(g)}$ ----- +		
	Redoks : $2\text{H}^+_{(aq)} + 2\text{Cl}^-_{(aq)} \rightarrow \text{H}_{2(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$	Hasil penjumlahan reaksi oksidasi dan reduksi.	1
3	Reaksi ionisasi CuNO_3 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2_{(aq)} \rightarrow \text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2\text{NO}_3^-_{(aq)}$	Kation Cu^{2+} bukan dari golongan IA, IIA, IIIA atau Mn^{2+} , maka	1

		reduksi kation tersebut.	
	Reaksi di		
	Katoda : $\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e \rightarrow \text{Cu}_{(s)}$ (2x)	Dikalikan 2 agar jumlah elektron sama	1
	Anoda : $2\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{O}_{2(g)} + 4\text{H}^{+}_{(aq)} + 4e$	Karena C adalah elektroda inert, dan anion yang ada beroksigen, maka terjadi oksidasi air.	1
	Katoda : $2\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 4e \rightarrow 2\text{Cu}_{(s)}$ Anoda : $2\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{O}_{2(g)} + 4\text{H}^{+}_{(aq)} + 4e$ ----- ----- +		1
	Redoks : $2\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow 2\text{Cu}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} + 4\text{H}^{+}_{(aq)}$	Hasil penjumlahan reaksi oksidasi dan reduksi.	1
4.	Reaksi ionisasi AgNO_3 $\text{AgNO}_{3(aq)} \rightarrow \text{Ag}^{+}_{(aq)} + \text{NO}_3^{-}_{(aq)}$		1
	Reaksi di		
	Katoda : $\text{Ag}^{+}_{(aq)} + e \rightarrow \text{Ag}_{(s)}$	Kation Ag^{+} bukan dari golongan IA, IIA, IIIA atau Mn^{2+} , maka reduksi kation tersebut.	1
	Anoda : $\text{Ag}_{(s)} \rightarrow \text{Ag}^{+}_{(aq)} + e$	Karena menggunakan elektroda Ag (aktif), maka terjadi oksidasi elektroda tersebut.	1
	Katoda : $\text{Ag}^{+}_{(aq)} + e \rightarrow \text{Ag}_{(s)}$ Anoda : $\text{Ag}_{(s)} \rightarrow \text{Ag}^{+}_{(aq)} + e$ ----- +	Ag^{+} bisa dicoret karena berada pada larutan yang sama. Sedang Ag kanan dan kiri tidak boleh dicoret karena yang satu menempel di besi (katoda) dan yang satu adalah anoda	1
	Redoks : $\text{Ag}_{(s)} \text{ (anoda)} \rightarrow \text{Ag}_{(s)} \text{ (katoda)}$	Hasil penjumlahan reaksi oksidasi dan reduksi.	1

		Ag kanan dan kiri tidak boleh dicoret karena yang satu menempel di besi (katoda) dan yang satu adalah anoda	
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Untuk menghitung pencapaian hasil belajar kalian hitung nilai Latihan soal yang sudah kalian kerjakan dengan rumus berikut:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{jumlah perolehan skor}}{19} \times 100$$

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 1 ini.

F. Penilaian Diri

Selanjutnya kalian harus mengisi tabel penilaian diri untuk mengukur tingkat keberhasilan diri kalian dalam penguasaan materi tentang sel elektrolisis.

Tabel Penilaian Diri

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1.	Dapatkah kalian menentukan reaksi pada katoda?		
2.	Dapatkah kalian menentukan reaksi pada anoda?		
3.	Dapatkah kalian menuliskan reaksi redoks dari sel elektrokimia?		
4.	Dapatkah kalian menentukan zat elektrolit yang bisa digunakan untuk mendapatkan logam tertentu dari sel elektrolisis?		
5.	Dapatkah kalian menentukan elektroda yang tepat untuk mendapatkan logam tertentu dari sel elektrolisis?		

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 pada kegiatan belajar berikutnya.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

HUKUM FARADAY

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini diharapkan kalian bisa menghitung besaran-besaran terkait sel elektrolisis.

B. Uraian Materi

Aspek kuantitatif dari elektrolisis dirumuskan oleh Michael Faraday, seorang ahli kimia dan fisika dari Inggris, dalam dua hukum elektrolisis Faraday. Hukum-hukum elektrolisis Faraday menyatakan hubungan antara massa zat yang dihasilkan di elektrode dengan muatan listrik yang disuplai pada elektrolisis.

Aspek kuantitatif dari sel elektrolisis meliputi massa zat hasil, volume gas hasil, jumlah mol elektron, kuat arus, waktu elektrolisis. Dalam hal ini hukum Faraday dinyatakan dalam 2 hukum, yaitu hukum Faraday I dan hukum Faraday II.

1. Hukum Faraday I

Hukum ini menyatakan bahwa massa zat yang diendapkan atau dilarutkan sebanding dengan muatan yang dilewatkan dalam sel dan massa ekuivalen zat tersebut

Hukum Faraday I dinyatakan dalam rumusan :

$$W = \frac{e \times i \times t}{F}$$

Keterangan

W = massa zat yang dihasilkan (gram)

e = massa ekuivalen

i = kuat arus (ampere)

t = waktu (secon).

F = tetapan Faraday = 96.500 Coulomb/mol

$$Q = i \times t$$

Hukum Faraday dapat ditulis ulang sebagai berikut

$$\frac{W}{e} = \frac{i \times t}{F}$$

Dari rumusan di atas dapat diuraikan sebagai berikut:

$\frac{W}{e}$ = jumlah mol elektron

$\frac{i \times t}{F}$ = jumlah Faraday

Dalam konsep stoikiometri reaksi dapat juga diartikan bahwa:

Jumlah Faraday = jumlah mol elektron

Massa ekivalen (e) adalah massa zat yang secara stoikiometri setara dengan 1 mol elektron.

Massa ekivalen dinyatakan dalam rumus :

$$e = \frac{Ar}{n}$$

Dimana

e = massa ekivalen

Ar = Massa atom relative

n = jumlah elektron yang diterima atau dilepas.

Sehingga hukum Faraday dapat ditulis sebagai berikut:

$$W = \frac{Ar}{n} \times \frac{i \times t}{F}$$

Contoh soal penerapan hukum Faraday 1

1. Tentukan Jumlah faraday untuk mereduksi ion Ca^{2+} dalam bentuk leburan ($Ar \text{ Ca} = 40$) sebanyak 12 gram

Penyelesaian :

Diketahui :

$W = 12$ gram

$Ar \text{ Ca} = 40$

Ditanya : Jumlah Faraday =?

Jawab :

Jumlah Faraday = mol elektron.

Dari soal diketahui massa (W) dan Ar spesi yang terlibat dalam reaksi reduksi, maka jumlah Faraday dihitung dari rumus :

$$\text{jumlah Faraday} = \frac{W}{e}$$

Dengan

$$e = \frac{Ar}{n}$$

$$e = \frac{40}{2}$$

$$= 20 \text{ gram/mol}$$

Sehingga didapat

$$\text{jumlah Faraday} = \frac{12}{20}$$

$$= 0,6$$

Jadi untuk mereduksi ion Ca^{2+} ($Ar \text{ Ca} = 40$) sebanyak 12 gram adalah 0,6 Faraday.

2. Berapa gram kalsium yang dapat dihasilkan dari elektrolisis lelehan CaCl_2 dengan elektroda grafit selama satu jam jika digunakan arus 10 A? ($A_r \text{ Ca} = 40$)

Penyelesaian:

Diketahui

$i = 10 \text{ A}$

$t = 1 \text{ jam} = 3.600 \text{ s}$

Ditanya : Massa Calsium = ?

Jawab :

Massa Ca yang dihasilkan dapat dihitung dengan rumus:

$$W = \frac{Ar}{n} \times \frac{i \times t}{F}$$

Setengah reaksi reduksi kalsium pada elektrolisis: $\text{Ca}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Ca}$, $n = 2$ sehingga:

$$W = \frac{40}{2} \times \frac{10 \times 3.600}{96500}$$

$$W = 7,461 \text{ gram}$$

Jadi didapatkan Kalsium sebanyak 7,461 gram

3. Hitunglah volum gas hidrogen pada keadaan STP yang terbentuk dari elektrolisis larutan KBr menggunakan arus 1,93 A selama 5 menit.

Penyelesaian

Jawab:

Diketahui

$i = 1,93 \text{ A}$

$t = 5 \text{ menit} = 300 \text{ s}$

Ditanya : Volume gas hidrogen = ?

Jawab :

Volume gas hidrogen dapat dihitung secara stoikiometri dari reaksi yang menghasilkan gas hidrogen, yaitu pada katoda.

Katoda : $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2e^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$

Karena dari soal diketahui kuat arus (i) dan waktu elektrolisis (t) maka kalian bisa menghitung jumlah mol elektron dulu, kemudian mol elektron diperbandingkan dengan mol gas H_2 .

$$\text{Jumlah mol elektron} = \frac{i \times t}{96.500} = 0,006 \text{ mol}$$

$$\text{Jumlah mol elektron} = \frac{1,93 \times 300}{96.500} = 0,006 \text{ mol}$$

Sesuai perbandingan koefisien reaksi H_2 dan elektron didapat

$$\frac{\text{mol H}_2}{\text{mol elektron}} = \frac{1}{2}$$

$$\begin{aligned} \text{Mol H}_2 &= \frac{1}{2} \times \text{mol elektron} \\ &= \frac{1}{2} \times 0,006 \text{ mol} \\ &= 0,003 \text{ mol} \end{aligned}$$

Jadi volume gas H_2 pada kondisi STP adalah
 $V = \text{mol} \times 22,4 \text{ L/mol}$
 $= 0,003 \times 22,4$
 $= 0,0672 \text{ L}$

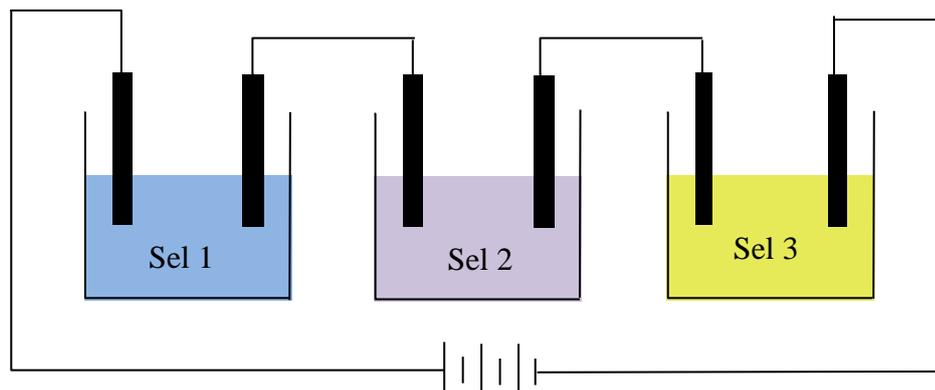
2. Hukum Faraday II

Hukum Faraday II menyatakan bahwa “Massa zat yang dihasilkan pada suatu elektroda selama elektrolisis (W) berbanding lurus dengan massa ekuivalen (e) zat tersebut.”

Oleh karena itu, jika beberapa sel elektrolisis disusun secara seri atau arus listrik sama (jumlah muatan listrik yang sama juga), maka perbandingan massa zat-zat yang dihasilkan akan sama dengan perbandingan massa ekuivalennya masing-masing.

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{e_1}{e_2}$$

Berikut skema sel elektrolisis yang disusun secara seri



Gambar 2.1. Sel elektrolisis yang disusun secara seri

Contoh soal penerapan hukum Faraday II

Sejumlah arus listrik alirkan melalui larutan $AgNO_3$ dan larutan $CuSO_4$. Bila logam perak yang diendapkan sebanyak 21,6 gram, berapa gram logam tembaga yang diendapkan?

Penyelesaian

Diketahui

Ar Ag = 108

Ar Cu = 63,5

W Ag = 21,6 gram

Ditanya: $W_{Cu} = ?$

Jawab :

Dari soal diketahui bahwa terdapat dua buah sel elektrolisis dengan masing-masing berisi larutan $AgNO_3$ dan larutan $CuSO_4$. Hubungan massa hasil reaksi kedua sel tersebut adalah

$$\frac{W_{Cu}}{W_{Ag}} = \frac{e_{Cu}}{e_{Ag}}$$

Reaksi reduksi Ag^+ dari larutan AgNO_3 adalah sebagai berikut:

$\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + e \rightarrow \text{Ag}_{(\text{s})}$ dari ini didapat $n = 1$

$$e_{\text{Ag}} = \frac{Ar \text{ Ag}}{n}$$

$$e_{\text{Ag}} = \frac{Ar \ 108}{1}$$

$$= 108$$

Reaksi reduksi Cu^{2+} dari larutan CuSO_4 adalah sebagai berikut:

$\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 2e \rightarrow \text{Ag}_{(\text{s})}$ dari ini di dapat $n = 2$.

$$e_{\text{Cu}} = \frac{Ar \ \text{Cu}}{n}$$

$$e_{\text{Cu}} = \frac{Ar \ 63,5}{2}$$

$$= 31,75$$

Maka untuk menghitung massa Cu yang diendapkan adalah

$$\frac{W_{\text{Cu}}}{W_{\text{Ag}}} = \frac{e_{\text{Cu}}}{e_{\text{Ag}}}$$

$$\frac{W_{\text{Cu}}}{21,6} = \frac{31,75}{108}$$

$$W_{\text{Cu}} = \frac{31,75}{108} \times 21,6$$

$$W_{\text{Cu}} = 6,35 \text{ gram}$$

Jadi dari kasus tersebut dihasilkan Cu sebanyak 6,35 gram

C. Rangkuman

Hukum Faraday dapat digunakan untuk menyatakan aspek kuantitatif zat-zat yang terlibat dalam reaksi dalam sel elektrolisis. Aspek kuantitatif tersebut dapat berupa massa (W), volume (V), jumlah mol elektron, kuat arus (i) dan waktu (t) elektrolisis.

1. **Hukum Faraday I** menyatakan bahwa massa zat yang diendapkan atau dilarutkan sebanding dengan muatan yang dilewatkan dalam sel dan massa ekuivalen zat tersebut

Hukum Faraday I dinyatakan dalam rumusan :

$$W = \frac{e \times i \times t}{F}$$

Dimana

$$e = \frac{Ar}{n}$$

Sehingga hukum Faraday dapat ditulis sebagai berikut:

$$W = \frac{Ar}{n} \times \frac{i \times t}{F}$$

2. **Hukum Faraday II** menyatakan bahwa "Massa zat yang dihasilkan pada suatu elektroda selama elektrolisis (W) berbanding lurus dengan massa ekuivalen (e) zat tersebut."

Jadi jika sel elektrolisis disusun secara seri, didapatkan suatu persamaan:

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{e_1}{e_2}$$

D. Latihan Soal

1. Jumlah Faraday arus yang diperlukan untuk reaksi oksidasi 1 mol H₂S dengan KMnO₄ menghasilkan H₂SO₄ dan MnO₂ adalah ...
2. 10 Ampere arus listrik dialirkan melalui 1 liter AgNO₃ diperoleh 21,6 gram program perak. Berapa lama waktu yang diperlukan untuk proses tersebut?
3. Tentukan massa seng yang mengendap (Ar Zn = 65,5), jika ke dalam larutan ZnSO₄ dialirkan arus listrik 10 ampere selama 193 detik.
4. Arus listrik dialirkan melalui larutan NiSO₄ menghasilkan 3,175 gram endapan nikel. Jika diketahui Ar Ag = 108 dan Ar Ni = 59, Tentukan jumlah logam Ag yang mengendap jika arus listrik yang sama dilarutkan pada AgNO₃.

Kunci Jawaban dan Pembahasan Latihan Soal

No.	Kunci Jawaban	Keterangan (Pembahasan)	skor
1	Reaksi $S^{2-} + 4H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + 8H^+ + 8e$	Reaksi oksidasi	1
	Mol S^{2-} : mol elektron = 1 : 8	Secara stoikiometri perbandingan mol = perbandingan koefisien reaksi.	1
	Jumlah Faraday = jumlah mol elektron = 8 mol		1
2	Rumus $W = \frac{e \times i \times t}{F}$ $21,6 = \frac{108/1 \times 10 \times t}{96500}$	Hubungan massa, arus listrik dan waktu elektrolisis Terdapat pada hukum Faraday I.	1
	$t = \frac{21,6 \times 96.500}{108 \times 10}$		1
3	Reaksi $Zn^{2+} + 2e \rightarrow Zn$	Reaksi reduksi	1
	Rumus $W = \frac{e \times i \times t}{F}$ $W = \frac{65,5/2 \times 10 \times 193}{96500}$	Hubungan massa, arus listrik dan waktu elektrolisis Terdapat pada hukum Faraday I.	1
	$W = \frac{65,5/2 \times 10 \times 193}{96500}$		1
	$W = 0,655 \text{ gram}$		1
4	$\frac{W_{Ag}}{W_{Ni}} = \frac{e_1}{e_2}$	Hubungan dua sel elektrolisis yang dialiri arus listrik yang sama dijelaskan dalam hukum Faraday II	1
	Reaksi : $Ni^{2+} + 2e \rightarrow Ni$ $Ag^+ + e \rightarrow Ag$		1
	$\frac{W_{Ag}}{W_{3,175}} = \frac{108/1}{59/2}$		1
	$W_{Ag} = 11,6 \text{ gram}$		1

Untuk menghitung pencapaian hasil belajar kalian hitung nilai Latihan soal yang sudah kalian kerjakan dengan rumus berikut:

Nilai = $\frac{\text{jumlah perolehan skor}}{13} \times 100$

13

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 Hukum Faraday.

Tabel Penilaian Diri

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1.	Dapatkah kalian menghitung jumlah mol elektron dari suatu sel elektrolisis?		
2.	Dapatkah kalian menghitung jumlah massa zat yang diendapkan dari suatu sel elektrolisis?		
3.	Dapatkah kalian menghitung jumlah volume gas hasil dari suatu sel elektrolisis?		
4.	Dapatkah kalian menghitung jumlah kuat yang dibutuhkan dari suatu sel elektrolisis?		
5.	Dapatkah kalian menghitung waktu yang dibutuhkan dari suatu sel elektrolisis?		

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

Kerjakan pada buku tulis!

Pilihlah jawaban yang paling tepat!

- Pernyataan yang tepat tentang pembuatan logam alkali secara elektrolisis adalah ...
 - dibuat dari elektrolisis lelehan garam kloridanya
 - digunakan katode karbon dan anode dari besi
 - ion logam alkali yang terbentuk berupa zat padat di anode
 - reduksi ion logam alkali terjadi di anode
 - logam alkali yang terbentuk berupa zat padat di anode
- Pada elektrolisis larutan tembaga (II) sulfat dengan elektrode tembaga, di anode terjadi reaksi...
 - $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{e} \rightarrow \text{Cu}_{(\text{s})}$
 - $\text{Cu}_{(\text{s})} \rightarrow \text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{e}$
 - $2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + 2\text{e} \rightarrow \text{H}_{2(\text{g})} + \text{OH}^{-}_{(\text{aq})}$
 - $2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightarrow 4\text{H}^{+}_{(\text{aq})} + \text{O}_{2(\text{g})} + 4\text{e}$
 - $\text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4_{(\text{aq})}$
- Pada elektrolisis cairan MgCl_2 , pada katode dan anode berturut dibebaskan ...
 - H_2 dan Cl_2
 - H_2 dan O_2
 - Mg dan Cl_2
 - Mg dan H_2
 - Mg dan O_2
- Pada elektrolisis cairan Natrium klorida, pada katode dan anode berturut-turut dibebaskan ...
 - H_2 dan Cl_2
 - H_2 dan O_2
 - Na dan Cl_2
 - Na dan H_2
 - Na dan O_2
- Pada elektrolisis lelehan MgCl_2 dengan elektrode grafit di katode akan dihasilkan?
 - Gas klorin
 - Gas Hidrogen
 - Larutan $\text{Mg}(\text{OH})_2$
 - Logam Mg
 - Gas oksigen
- Perhatikan proses elektrolisis berikut
 - Elektrolisis larutan NaCl dengan elektroda C.
 - Elektrolisis larutan AgNO_3 dengan elektroda Pt.
 - elektrolisis lelehan KI dengan elektroda Pb.
 - elektrolisis larutan K_2SO_4 dengan elektroda C.Pasangan yang menghasilkan gas O_2 di anoda ditunjukkan oleh nomor...
 - 1 Dan 2
 - 1 dan 3

- C. 1 dan 4
D. 2 dan 3
E. 2 dan 4
7. Dalam sejumlah arus listrik yang sama ke dalam larutan NiSO_4 dan CuCl_2 membentuk endapan nikel sebanyak 5,9 gram jika Ar Ni = 59 dan Cu = 63,5. Maka massa endapan tembaga yang terbentuk adalah ...
A. 31,8 g
B. 59,0 g
C. 63,5 g
D. 118 g
E. 127 g
8. Diketahui sel elektrolisis menggunakan elektrolit berikut
1) Larutan CaCl_2 dengan elektroda C.
2) Larutan Na_2SO_4 dengan elektroda C.
3) Leburan AlCl_3 dengan elektroda C.
4) Larutan CuSO_4 dengan elektroda Pt
Pasangan reaksi yang menghasilkan gas H_2 di katoda tunjukkan oleh nomor.
A. 1 dan 2
B. 1 dan 3
C. 2 dan 3
D. 2 dan 4
E. 3 dan 4
9. Pada proses elektrolisis lelehan NaCl dengan elektroda karbon digunakan Arus sebesar 10 ampere selama 1 menit, massa logam natrium yang diperoleh adalah... (Ar Na = 23, Cl = 35,5)
A. 0,07 g
B. 0,12 g
C. 0,14 g
D. 0,25 g
E. 0,36 g
10. Larutan nikel II sulfat di elektrolisis dengan arus searah besar 1,93 ampere. Jika pada katoda diendapkan logam nikel sebesar 0,58 gram waktu yang diperlukan untuk proses tersebut adalah... (Ar Ni = 58)
A. 200 detik
B. 500 detik
C. 1000 detik
D. 1930 detik
E. 9650 detik
11. Kedalam 2 sel elektrolisis yang mengandung larutan ZnSO_4 dan larutan CuSO_4 yang dihubungkan secara seri dialirkan arus listrik ternyata diendapkan 1 gram seng. Jika Ar Zn = 65 dan Ar Cu = 63,5 banyaknya tembaga yang mengendap adalah..
A. 0,27 g
B. 0,48 g
C. 0,76 g
D. 0,86 g
E. 0,97 g
12. Pada elektrolisis larutan perak nitrat dengan elektroda karbon, reaksi yang terjadi di anoda adalah

- A. $\text{Ag}^+ (\text{aq}) + e \rightarrow \text{Ag} (\text{s})$
 B. $2\text{H}_2\text{O} (\text{l}) + 2e \rightarrow 2\text{OH}^- (\text{aq}) + \text{H}_2 (\text{g})$
 C. $2\text{H}_2\text{O} (\text{aq}) \rightarrow 4\text{H}^+ (\text{aq}) + \text{O}_2 (\text{g}) + 4e$
 D. $\text{Ag} (\text{s}) \rightarrow \text{Ag}^+ (\text{aq}) + e$
 E. $2\text{NO}_3^- (\text{aq}) \rightarrow 2\text{NO}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) + 2e$
13. Pernyataan yang tepat mengenai cara memperoleh logam alkali adalah
 A. Mereduksi garam kloridanya.
 B. Mengoksidasi garam kloridanya.
 C. Mengelektrolisis leburan garam kloridanya.
 D. Elektrolisis larutan garam kloridanya.
 E. Menghidrolisis larutan garam kloridanya
14. Di bawah ini yang bukan merupakan faktor yang berpengaruh pada jumlah mol logam yang terdeposit selama proses elektrolisis adalah...
 A. arus yang digunakan
 B. Jangka waktu elektrolisis
 C. Muatan ion
 D. Massa molar
 E. Muatan arus listrik
15. Pada elektrolisis air dihasilkan 1,008 gram gas H_2 di katoda. Massa gas oksigen yang terbentuk di anoda adalah...
 A. 2 g
 B. 8 g
 C. 10 g
 D. 16 g
 E. 32 g
16. Arus 2 ampere digunakan untuk melapisi logam Ni dari 500 ml larutan Ni^{2+} 1 molar konsentrasi Ni^{2+} setelah 3 jam adalah ...
 A. 0,39 molar
 B. 0,46 molar
 C. 0,78 molar
 D. 0,89 molar
 E. 1,00 molar
17. Suatu larutan mengandung NiCl_2 dan SnBr_2 dengan konsentrasi yang sama. Berdasarkan data reduksi standar berikut
- | | |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| $\text{Ni}^{2+} (\text{aq}) + 2e \rightarrow \text{Ni} (\text{s})$ | $E^0 = -0,236 \text{ V}$ |
| $\text{Sn}^{2+} (\text{aq}) + 2e \rightarrow \text{Sn} (\text{s})$ | $E^0 = -0,141 \text{ V}$ |
| $\text{Cl}_2 (\text{aq}) + 2e \rightarrow 2\text{Cl}^-$ | $E^0 = +1,360 \text{ V}$ |
| $\text{Br}_2 (\text{aq}) + 2e \rightarrow 2\text{Br}^-$ | $E^0 = +1,077 \text{ V}$ |
- Jika larutan tersebut dielektrolisis menggunakan baterai 9 volt dan elektroda grafit yang pertama kali terbentuk pada setiap elektroda adalah...
 A. Ni (s) di katoda Cl_2 (g) di anoda
 B. Ni (s) di katoda Br_2 (g) di anoda
 C. Sn(s) di katoda Br_2 (g) di anoda
 D. Sn (s) di katoda Cl_2 (g) di anoda
 E. Sn (s) di katoda Ni(s) di anoda
18. Selama elektrolisis larutan AgNO_3 berlangsung, massa logam perak yang terkumpul jika arus listrik yang digunakan 2 kali lipat dari arus semula dan jangka waktu setengah dari waktu semula adalah,...

- A. Sama dengan semula.
 - B. Bertambah dua kali lipat dari semula.
 - C. Turun seperempat kali dari semula
 - D. Naik dua kali lipat.
 - E. Turun setengah kali dari semula.
19. Dalam suatu proses elektrolisis arus listrik sebesar 1.930 coulomb dilewatkan ke dalam leburan zat elektrolit dan mengendapkan 1,50 gram unsur x pada katoda jika diketahui massa atom relatif $X = 150$ dan tetapan Faraday adalah 96.500 kolom bentuk ion dari unsur x dapat dinyatakan sebagai
- A. X^+
 - B. X^-
 - C. X^{2+}
 - D. X^{2-}
 - E. X^{3+}
20. Jumlah Faraday yang diperlukan untuk mereduksi 60 gram ion kalsium menjadi logam kalsium Ar Ca = 40 adalah...
- A. 1,0
 - B. 1,5
 - C. 2,0
 - D. 3,0
 - E. 4,0

KUNCI JAWABAN SOAL EVALUASI

- | | |
|-------|-------|
| 1. A | 11. E |
| 2. B | 12. C |
| 3. C | 13. C |
| 4. C | 14. E |
| 5. B | 15. B |
| 6. E | 16. E |
| 7. C | 17. C |
| 8. A | 18. A |
| 9. C | 19. C |
| 10. C | 20. B |

DAFTAR PUSTAKA

Sutrisna, Nana, 2018, *Aktif dan Kreatif Belajar Kimia*. Grafindo

Watoni, A. Haris, 2015, *Buku Siswa Kimia untuk SMA/MA Kelas XII*. YramaWidya:

<https://www.slideshare.net/RifkaNurbayti/pengaplikasian-sel-elektrolisis-dalam-kehidupan-seharihari>

<https://indscience.wordpress.com/bahan-bakar-hidrogen/>

<https://pendidikan.co.id/pengertian-sel-elektrolisis/>

https://id.wikipedia.org/wiki/Proses_Downs

<https://www.studiobelajar.com/hukum-faraday/>



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
XII



UNSUR GOLONGAN UTAMA (GAS MULIA, HALOGEN, ALKALI, ALKALI TANAH)

KIMIA KELAS XII

PENYUSUN

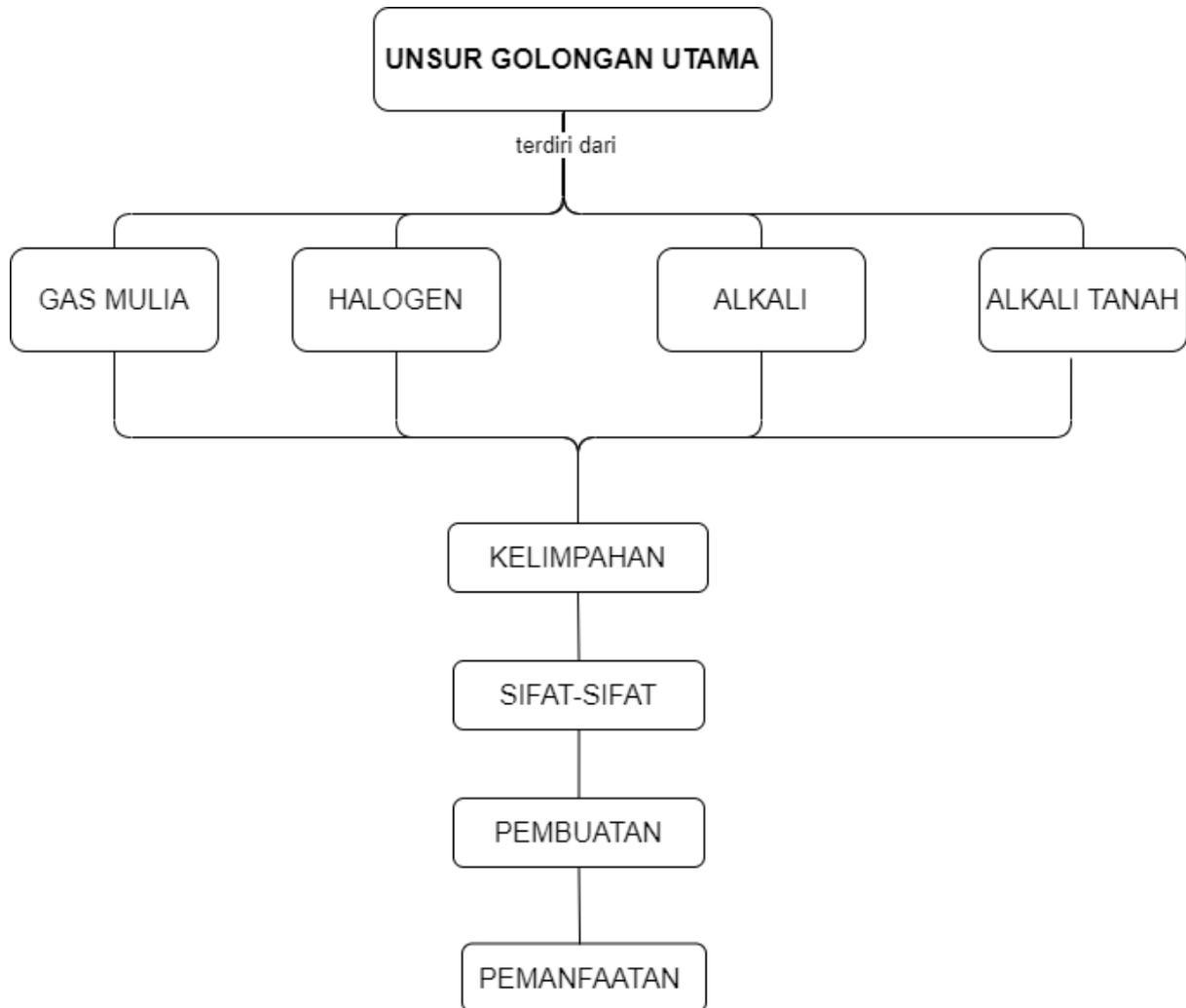
**Tantri Ambarsari, S.Pd, M.Eng
SMAN 1 Bayat**

DAFTAR ISI

Contents

PENYUSUN	2
DAFTAR ISI.....	3
PETA KONSEP	4
GLOSARIUM	5
PENDAHULUAN.....	6
A. Identitas Modul.....	6
B. Kompetensi Dasar.....	6
C. Deskripsi.....	6
D. Petunjuk Penggunaan Modul	6
E. Materi Pembelajaran	7
KEGIATAN PEMBELAJARAN I	8
KELIMPAHAN DAN SIFAT UNSUR GOLONGAN UTAMA	8
A. Tujuan Pembelajaran	8
B. Uraian Materi.....	8
1. Kelimpahan Unsur Golongan Utama Di Alam.....	8
2. Sifat fisika dan sifat kimia unsur-unsur golongan utama	11
C. Rangkuman Materi	17
D. Penugasan Mandiri.....	17
E. Latihan Soal	18
F. Penilaian Diri	21
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	22
PEMBUATAN DAN PEMANFAATAN UNSUR GOLONGAN UTAMA.....	22
A. Tujuan Pembelajaran	22
B. Uraian Materi.....	22
1. Proses Pembuatan Golongan Utama	22
2. Pemanfaatan Unsur Golongan Utama.....	25
C. Rangkuman Materi	27
D. Latihan Soal	28
E. Penilaian Diri	29
EVALUASI.....	30
DAFTAR PUSTAKA	34

PETA KONSEP



GLOSARIUM

Elektrolisis	: suatu proses kimia dimana arus listrik dapat menguraikan suatu senyawa menjadi unsur pembentuknya
Jari-jari atom	: jarak dari inti atom sampai dengan elektron terluar
Kelimpahan	: suatu ukuran keberadaan suatu zat relative terhadap seluruh zat yang ada di lingkungan.
Kimia unsur	: bagian dari ilmu kimia yang mempelajari tentang kelimpahan, sifat, manfaat dan kegunaannya.
Sifat Fisika	: segala aspek dari suatu zat yang dapat diukur atau dapat dipersepsikan tanpa mengubah identitasnya
Sifat Kimia	: perubahan yang dialami suatu benda yang membentuk zat baru
Titik beku	: suhu di mana pelarut cair dan pelarut padat berada pada kesetimbangan, sehingga tekanan uap keduanya sama
Titik didih	: suhu (temperatur) ketika tekanan uap sebuah zat cair sama dengan tekanan eksternal yang dialami oleh cairan.

PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Kimia
Kelas	: XII/ semester 1
Alokasi waktu	: 2 x 2 jam pelajaran.
Judul Modul	: Unsur – Unsur Golongan

B. Kompetensi Dasar

- 3.7 Menganalisis kelimpahan, kecenderungan sifat fisika dan kimia, manfaat, dan proses pembuatan unsur – unsur golongan utama (gas mulia, halogen, alkali, dan alkali tanah)
- 4.7 Menyajikan data hasil penelusuran informasi sifat dan pembuatan unsur – unsur golongan utama (gas mulia, halogen, alkali dan alkali tanah)

C. Deskripsi

Halo peserta didik yang berbahagia, semoga kalian selalu sehat dan semangat. Selamat berjumpa di modul pembelajaran Kimia. Dalam modul ini akan dibahas beberapa aspek yaitu kelimpahan, sifat-sifat, pembuatan, manfaat dan dampak penggunaan unsur maupun senyawanya di dalam kehidupan sehari – hari.

Di sekitar kalian terdapat unsur – unsur dan persenyawaan unsur golongan utama seperti, gas oksigen, air dan lain - lain. Banyak persenyawaan dari unsur – unsur golongan utama yang bermanfaat bagi kehidupan di muka bumi ini, namun demikian, kadangkala penggunaan yang tidak bijak dari kita dapat menimbulkan dampak merugikan bagi lingkungan dan kehidupan di muka bumi. Oleh karena hal tersebut mari kita belajar bersama, mencari informasi, mengidentifikasi data, menganalisis data, dan menyimpulkan sehingga simpulan yang diperoleh dapat menjadi pijakan bagaimana kita bersikap memperlakukan unsur dan senyawanya secara bijak.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

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

1. Pelajari dan pahami peta konsep untuk melihat hubungan atau ruang lingkup materi yang disajikan dalam 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 dan hitung nilai dari soal latihan untuk mengukur keberhasilan kalian dalam belajar.
5. Isilah pertanyaan dalam table penilaian diri sebagai bentuk review terhadap diri sendiri tentang penguasaan materi.
6. Kerjakan soal evaluasi pada akhir modul untuk mengukur ketercapaian kompetensi materi secara keseluruhan.

E. Materi Pembelajaran

Kegiatan pembelajarn 1

1. Kelimpahan unsur golongan utama di alam.
2. Sifat fisika dan sifat kimia unsur – unsur golongan utama

Kegiatan pembelajaran 2

1. Pembuatan senyawa golongan utama
2. Pemanfaatan unsur golongan utama

KEGIATAN PEMBELAJARAN I

KELIMPAHAN DAN SIFAT UNSUR GOLONGAN UTAMA

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari Kegiatan Pembelajaran I ini, kalian diharapkan dapat:

1. membandingkan kelimpahan unsur Gas Mulia, Halogen, Alkali, Alkali Tanah
2. membandingkan kecenderungan sifat fisis dan sifat kimia dari beberapa unsur pada golongan Gas Mulia, Halogen, Alkali, dan Alkali Tanah
3. menginterpretasikan keterkaitan sifat – sifat fisis dan kimia dari unsur – unsur golongan Gas Mulia, Halogen, Alkali dan Alkali Tanah

B. Uraian Materi

1. Kelimpahan Unsur Golongan Utama Di Alam

Salam jumpa anak-anak, semoga kalian semua dalam keadaan sehat dan gembira. Pada pembelajaran ini kita kilas balik dengan membuka kembali pengetahuan tentang konfigurasi elektron serta keberadaan unsur dalam sistem periodik, karena pengetahuan tersebut merupakan prasyarat untuk materi pada modul ini.

Berikut adalah beberapa materi di sekitar kita

	<p>baterai <i>smartphone</i> memiliki daya tahan lama dan sangat ringan, sangat mudah diisi ulang.</p>
	<p>kembang api memberikan nyala beraneka warna</p>
	<p>penggunaan infus cairan pada tubuh pasien agar tetap normal</p>
	<p>warna warni balon udara terbang di angkasa</p>

Gambar 1.1 Kegunaan unsur dalam kehidupan

Apakah kalian mengenal material pada gambar di atas? Material di atas hanya sebagian dari pemanfaatan beberapa unsur golongan gas mulia, halogen, alkali dan

alkali tanah, dan masih banyak lagi material baik unsur maupun senyawa unsur golongan tersebut yang bermanfaat bagi kehidupan kita. Tak kenal maka tak sayang begitu kata pepatah, oleh karenanya pada pembelajaran kali ini kita membahas tentang kelimpahan dan sifat – sifat Golongan Gas Mulia, Halogen, Alkali dan Alkali Tanah.

a) Kelimpahan Gas Mulia

Unsur-unsur gas mulia dalam sistem periodik terletak pada golongan VIIIA, yang meliputi: Helium (He), Neon (Ne), Argon (Ar), Krypton (Kr), Xenon (Xe), dan Radon (Rn). Sesuai dengan namanya, unsur-unsur gas mulia memiliki elektron valensi penuh sehingga di alam tidak ditemukan dalam bentuk senyawa, melainkan dalam bentuk atom-atomnya, dikatakan sebagai unsur bebas. Meskipun demikian pada tahun 1962, H.Bartlett berhasil mensintesa senyawa gas mulia yang pertama, yaitu XePtF_6 (xenon heksa fluoro platinat IV) dengan mereaksikan unsur Xe dengan PtF_6 (platina fluorida). Sejak saat itu berbagai senyawa gas mulia berhasil dibuat.

Tabel 1.1. Kelimpahan unsur di udara

Komponen	Konsentrasi		Komponen	Konsentrasi	
	%	Ppm		%	ppm
Nitrogen	78,09	780900	Krypton	0,0001	1
Oksigen	20,94	209400	Karbon Monoksida	0,00001	0,1
Argon	0,934	9340	Nitrogen oksida	0,00005	0,5
Karbon Dioksida	0,0315	315	Hidrogen	0,00005	0,5
Neon	0,0018	18	Xenon	0,000008	0,08
Helium	0,00052	5,2	Nitrogen dioksida	0,000002	0,02
Metana	0,00010-0,00012	1,0-1,2	Ozon	0,000001-0,000004	0,01-0,04

Dari tabel kelimpahan unsur di udara kita mendapatkan informasi bahwa unsur gas mulia yang paling banyak terdapat di udara adalah argon, sedangkan unsur gas mulia yang paling sedikit adalah radon yang bersifat radioaktif dengan waktu paruh yang pendek (4 hari) dan meluruh menjadi unsur lain.

b) Kelimpahan Halogen

Unsur golongan halogen sangat reaktif, sehingga di alam hanya ditemukan dalam bentuk senyawanya. Halogen berasal dari bahasa Yunani dari kata *halo* yang berarti garam, karena umumnya ditemukan dalam bentuk garam anorganik. Kelimpahan unsur-unsur halogen ini banyak terdapat di lautan.

Tabel 1.2. Kelimpahan unsur halogen di alam

UNSUR	KELIMPAHAN MINERAL/SENYAWA HALOGEN DI ALAM
Fluorin	CaF ₂ (Fluorspar), Na ₃ AlF ₆ (Kriolit), Ca ₅ (PO ₄) ₃ F (Fluoroapatit)
Klorin	Garam NaCl, KCl, MgCl ₂ , dan CaCl ₂ dalam air laut. Setiap 1 kg air laut mengandung sekitar 30 gram NaCl, sedangkan dalam kerak bumi sekitar 0,2%
Bromin	Terdapat dalam senyawa logam bromide pada air laut mati, kadarnya sekitar 4.500 - 5.000 ppm
Iodin	Pada senyawa NaIO ₃ (Natrium iodat) yang bercampur dengan deposit NaNO ₃ di daerah Chili Pada larutan garam bawah tanah di Jepang dan Amerika dengan kadar sampai 100 ppm Pada sumber air di daerah Watudakon (Mojokerto) Jatim juga mengandung yodium dengan kadar cukup tinggi Di dalam beberapa jenis lumut, ganggang laut
Astatin	Jumlahnya pada kerak bumi sangat sedikit, kurang dari 30 gram, sebab unsur ini bersifat radioaktif

c) Kelimpahan Alkali

Unsur logam alkali terletak pada golongan IA dalam sistem periodik unsur. Unsur logam alkali bersifat sangat reaktif sehingga hanya kita jumpai dalam bentuk senyawanya di alam. Salah satu unsur alkali yang banyak di alam adalah Natrium dalam bentuk ion Na⁺ yang banyak ditemukan di dalam air laut dan banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari contohnya sebagai garam dapur (NaCl). Kelimpahan unsur logam alkali di alam, sebagaimana tercantum dalam tabel berikut.

Tabel 1.3. Kelimpahan unsur-unsur alkali di alam

UNSUR	KELIMPAHAN MINERAL/SENYAWA LOGAM ALKALI DI ALAM
Litium	Sebagai mineral silikat, <i>spodumen</i> {LiAl(SiO ₃) ₂ } dan <i>lepidolit</i> {Li ₂ Al ₂ (SiO ₃) ₃ FeOH ₂ }
Natrium	Sebagai NaCl banyak terdapat dalam air laut, <i>borak</i> (Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O), <i>trona</i> (Na ₂ CO ₃ ·NaHCO ₃ ·2H ₂ O), <i>saltpeter</i> (NaNO ₃) dan <i>mirabilit</i> (Na ₂ SO ₄).
Kalium	Sebagai <i>sylvit</i> (KCl), <i>sylvinite</i> (campuran KCl dan NaCl), <i>karnalit</i> (garam rangkap KCl·MgCl ₂ ·6H ₂ O).
Rubidium	Sebagai pengotor dalam <i>lepidolit</i> (Rb ₂ (FOH) ₂ Al ₂ (SiO ₃) ₃)
Sesium	Sebagai <i>pollusit</i> (Cs ₄ Al ₄ Si ₉ O ₂₆ ·H ₂ O)
Fransium	Sedikit sekali, berasal dari peluruhan Aktinium (Ac). Bersifat radioaktif dengan waktu paruh 21.8 menit.

d) Kelimpahan Alkali Tanah

Unsur golongan alkali tanah terletak pada golongan IIA dalam sistem periodik unsur. Unsur-unsur logam alkali tanah hanya ditemukan di alam dalam bentuk

senyawa karena bersifat reaktif. Berilium ditemukan dalam bentuk mineral yang disebut beril dan magnesium ditemukan dalam mineral air laut seperti dolomit.

Tabel 1.4. Kelimpahan unsur-unsur logam alkali tanah di alam

UNSUR	KELIMPAHAN MINERAL/SENYAWA LOGAM ALKALI TANAH DI ALAM
Berilium	Sebagai <i>beril</i> ($\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$), dan <i>fenakit</i> (Be_2SiO_4)
Magnesium	Sebagai <i>dolomit</i> ($\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$), <i>magnesit</i> (MgCO_3), <i>kieserit</i> ($\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), <i>karnalit</i> ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), <i>krisotil</i> ($\text{Mg}_3(\text{OH})_4\text{Si}_2\text{O}_5$) (asbestos), dan <i>mika</i> $\text{K}^+[\text{Mg}_3(\text{OH})_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})]^-$
Kalsium	Sebagai <i>batu kapur</i> (CaCO_3), <i>gips</i> ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), <i>fluoroapatit</i> $\{3(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2)\}$, <i>fluorit</i> (CaF_2)
Stronsium	Sebagai <i>selestit</i> (SrSO_4) dan <i>stronsianit</i> (SrCO_3)
Barium	Sebagai <i>barit</i> (BaSO_4) dan <i>witerit</i> (BaCO_3)
Radium	Hanya sedikit terdapat di alam dan merupakan peluruhan dari pitchblende atau uraninite (U_3O_8)

2. Sifat fisika dan sifat kimia unsur-unsur golongan utama

a) Sifat-sifat Gas Mulia

Gas mulia adalah unsur-unsur golongan VIIIA (18). Disebut mulia karena unsur-unsur ini sangat stabil (sangat sukar bereaksi), memiliki electron valensi $ns^2 np^6$ kecuali Helium.

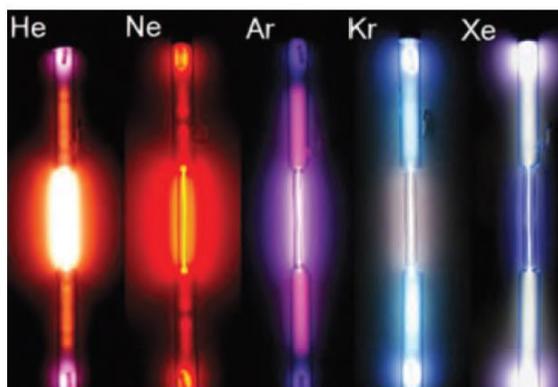
Tabel 1.5. Sifat Gas Mulia

Sifat	He	Ne	Ar	Kr	Xe	Rn
Nomor atom	2	10	18	36	54	86
Elektron Valensi	2	8	8	8	8	8
Jari-jari atom (A)	0,50	0,65	0,95	1,10	1,30	1,45
Titik leleh ($^{\circ}\text{C}$)	- 272,2	- 248,6	-189,4	-157,2	- 111,8	-71
Titik didih ($^{\circ}\text{C}$)	- 268,9	- 246,0	-185,9	-153,4	- 108,1	-62
Energi Pengionan (kJ mol^{-1})	2640	2080	1520	1350	1170	1040
Afinitas elektron (kJ mol^{-1})	21	29	35	39	41	41
Densitas (g L^{-1})	0.178	0,900	1,78	3,73	5,89	9,73

Sifat fisika dan sifat kimia gas mulia adalah sebagai berikut :

1) Sifat Fisika

- Sifat fisika golongan gas mulia adalah sebagai berikut:
- Tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa dan sedikit larut dalam air.
- Sebagai gas monoatomik.
- Bersifat non polar.
- Titik cair sangat rendah karena memiliki gaya London antar molekulnya, sebanding dengan massa molekulnya.

Gambar 1.2 Gas Mulia (Sumber : <https://amaldoft.wordpress.com>)

2) Sifat Kimia

- Kulit terluarnya sudah penuh sehingga bersifat stabil.
- Sangat inert, hanya beberapa senyawa yang dapat dibentuk. Senyawa tersebut adalah XeF_2 , XeF_4 , dan XeF_6 .

b) Sifat-sifat Halogen

Unsur halogen adalah Unsur-unsur golongan VIIA. Istilah Halogen itu berasal dari bahasa Yunani yang berarti “pembentuk garam”. Dinamai demikian karena unsur-unsur tersebut dapat bereaksi dengan logam membentuk garam.

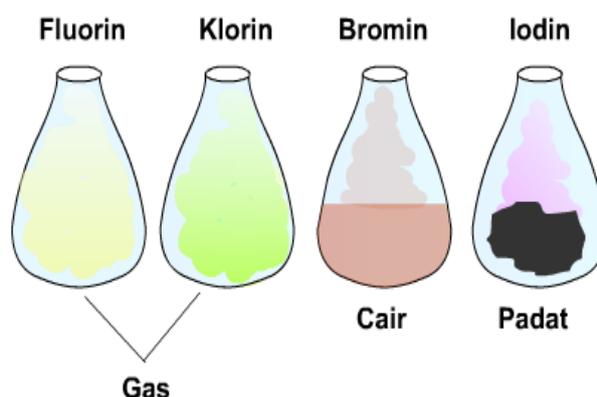
Unsur-unsur halogen mempunyai 7 elektron valensi pada subkulit $ns^2 np^5$. Konfigurasi elektron yang demikian membuat unsur-unsur halogen bersifat sangat reaktif. Halogen cenderung menyerap satu elektron membentuk ion bermuatan negatif satu.

Tabel 1.6. Sifat Unsur Halogen

Sifat	Flourin	Klorin	Bromin	Iodin
Nomor Atom	9	17	35	53
Warna	Kuning muda	Hijau	Merah tua	Hitam
Konfigurasi Elektron	$[\text{He}] 2s^2 2p^5$	$[\text{Ne}] 3s^2 3p^5$	$[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^2 4p^5$	$[\text{Kr}] 4d^{10} 5s^2 5p^5$
Titik leleh ($^{\circ}\text{C}$)	-220	-101	-7	114
Titik didih ($^{\circ}\text{C}$)	-188	-35	59	184
Kerapatan (gr/cm^3)	1,69	3,21	3.119	4.930
Energi Ionisasi (kJ/mol)	1681	1251	1140	1008
Afinitas Elektron (kJ/mol)	-328	-349	-325	-295
Keelektronegatifan	4,0	3,0	2,8	2,5
Daya Oksidasi	2,87	1,36	1,06	0,54
Jari-jari kovalen (A)	0,64	0,99	1,14	1,33
Jari-jari ion (A)	1,19	1,67	1,82	2,06
Energi Ikatan	155	242	193	151

1) Sifat Fisika

- Titik didih relative rendah karena memiliki gaya Vander walls antar molekulnya. Titik didih relative bertambah dari unsur Fluorin ke Iodin.
- Fluorin berupa gas berwarna kuning muda, klorin berupa gas berwarna hijau muda, Bromin berupa zat cair merah kecoklatan dan Iodin padatan berwarna ungu muda.
- Kelarutan dalam air berkurang dari F ke I. Iodin larut dalam KI.
- Kerapatan bertambah dari Fluorin ke Astatin.

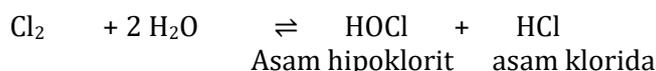
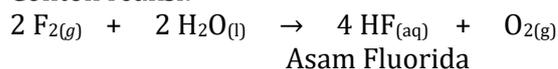


Gambar 1.3 Ilustrasi Gas Halogen (Sumber : <https://kimiaini.wordpress.com>)

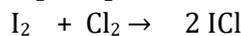
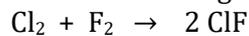
2) Sifat Kimia

- Oksidator kuat atau mudah direduksi, dengan kenaikan sifat oksidator dari Fluorin ke Iodin.
- Sifat asam halida meliputi:
 - Sifat fisika : urutan titik didih asam halida adalah $\text{HF} > \text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl}$
Hal ini karena gaya antar molekul HF adalah ikatan hidrogen sedangkan lainnya gaya dipol-dipol yang relatif lebih lemah.
 - Sifat kimia : urutan kekuatan asam halida adalah $\text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl} > \text{HF}$
- Reaksi Halogen dengan Air adalah reaksi disproporsionasi kecuali Fluorin.

Contoh reaksi:



- Reaksi antar halogen membentuk senyawa antar halogen.



- Reaksi halogen dengan basa membentuk senyawa halida.

Contoh:



c) Sifat-sifat Alkali

Kata alkali berasal dari bahasa arab yang bearti abu. Air abu bersifat basa, oleh karena itu logam-logam golongan IA membentuk basa-basa kuat yang larut dalam air.

Tabel 1.7 Sifat Unsur Logam Alkali

Sifat	Li	Na	K	Rb	Cs
Nomor atom	3	11	19	37	55
Konfigurasi elektron	[He] 2s ¹	[Ne] 3s ¹	[Ar] 4s ¹	[Kr] 5s ¹	[Xe] 6s ¹
Jari-jari atom (pm)	152	186	227	248	265
Jari-jari ion M ⁺ (pm)	73	116	152	166	181
Keelektronegatifan	1,0	0,9	0,8	0,8	0,8
Energi ionisasi pertama (kJ/mol)	520,2	495,8	418,8	403,0	375,7
Titik leleh (°C)	181	97,8	63,7	39,1	28,4
Titik didih (°C)	1347	883,0	773,9	687,9	678,5
Densitas (g/cm ³) pada 20°C	0,534	0,971	0,862	1,532	1,873
Potensial reduksi standar (V) ^a	-3,040	-2,713	-2,924	-2,924	-2,923
Kekerasan (skala Mohs)	0,6	0,4	0,5	0,3	0,2
Daya hantar listrik relatif ^b	17,1	33,2	22,0	12,4	7,76

^a Untuk reaksi reduksi M⁺(aq) + e⁻ → M(s)

^b Pada skala perbandingan terhadap perak 100

(Sumber <https://www.studiobelajar.com/logam-alkali-dan-alkali-tanah/>)

1) Sifat Fisika

- Logam Alkali bersifat lunak.
- Jika dibersihkan berwarna putih mengkilap. (Na berwarna pink)
- Penghantar panas dan listrik yang baik (konduktor).
- Titik leleh dan titik didihnya semakin kebawah semakin rendah, disebabkan kerapatan delokalisasi elektron (ikatan logam) yang makin rendah sehingga atom-atomnya mudah dipisahkan.

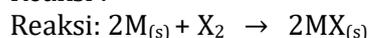


Gambar 1.4 Logam Alkali (Sumber : <https://blog.ruangguru.com/alkali>)

2) Sifat Kimia

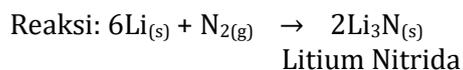
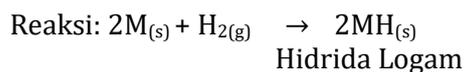
- Sangat reaktif, sehingga di alam tidak ditemukan sebagai unsur bebas.
- Reduktor kuat, sehingga mudah teroksidasi.
- Bereaksi dengan Halogen.

Reaksi :

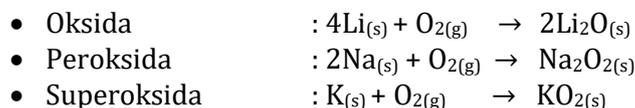


Halida logam

- Bereaksi dengan Hidrogen dan khusus Li dapat beraksi dengan Nitrogen.



- Bereaksi dengan Oksigen membentuk oksida, peroksida atau superoksida tergantung pada kondisi reaksi.



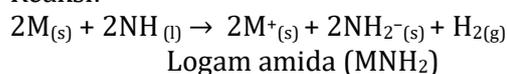
- Bereaksi hebat dengan air.

Reaksi:



- Bereaksi dengan Amonia

Reaksi:



d) Sifat-sifat Alkali Tanah

Unsur-unsur golongan IIA disebut juga alkali tanah karena unsur-unsur tersebut bersifat basa dan banyak ditemukan dalam mineral tanah. Unsur alkali tanah terdiri atas berilium (Be), Magnesium (Mg), Kalsium (Ca), Strontium (Sr), Barium (Ba), dan Radium (Ra). Radium merupakan unsur radioaktif.

Tabel 1.8 Sifat Unsur Golongan Alkali tanah

No	Sifat	Be	Mg	Ca	Sr	Ba
1.	Nomor atom	4	12	20	38	56
2.	Konfigurasi Elektron	[He]2s ²	[Ne]3s ²	[Ar]4s ²	[Kr]5s ²	[Xe]6s ²
3.	Titik Cair °C	1278	649	839	769	725
4.	Titik Didih °C	2970	1090	1484	1384	1640
5.	Jari-jari logam Å	1,11	1,60	1,97		2,17
6.	Jari-jari ion Å	0,31	0,65	0,99	1,13	1,35
7.	Energi ionisasi M(g) → M ²⁺ (g) + 2 e ⁻ Pertama, kJ/mol Kedua, kJ/mol Ketiga, kJ/mol	899 1757 14848	738 1451 7733	590 1145 4912	590 1064 4210	503 965 3430
8.	Potensial Reduksi Standart	-1,87	-2,36	-2,87	-2,90	-2,91
9.	Massa Jenis (g/cm ³)	1,85	1,74	1,54	2,60	3,57
10.	Warna Nyala	Tidak Ada	Tidak Ada	Jingga- Merah	Merah	Hijau

1) Sifat Fisika

- Relatif lunak tetapi lebih keras dibanding logam Natrium dan Kalium. Barium bersifat keras seperti timbal.
- Berwarna perak mengkilat.
- Penghantar listrik (konduktor).
- Titik didih tinggi dan menurun dari Li ke Cs.



Gambar 1.5 Logam Alkali Tanah (Sumber : <https://tambahpinter.com/golongan-alkali-tanah/>)

2) Sifat Kimia

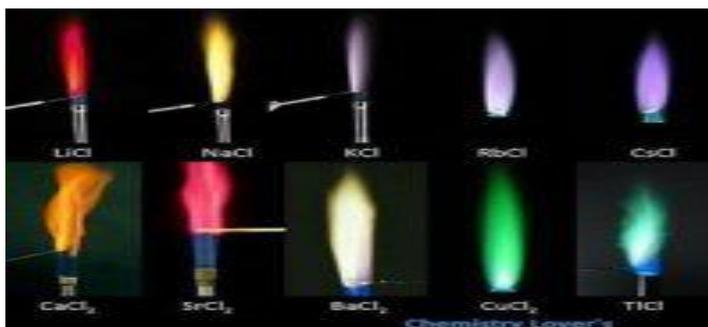
- Sangat reaktif atau mudah bereaksi. Kereaktifan menurun, $Ba > Sr > Ca > Mg > Be$
- Oksidator kuat.
- Bereaksi dengan Halogen
Reaksi:
$$M + X_2 \rightarrow MX_2$$

Garam halida
- Bereaksi mudah dengan Oksigen kecuali Be dan Mg.
Reaksi:
$$2M + O_2 \rightarrow 2MO$$

Oksida (MO)
- Bereaksi dengan Air
Reaksi:
$$M(s) + 2H_2O(l) \longrightarrow M^{2+}(aq) + 2OH^-(aq) + H_2(g)$$

Dengan ketentuan sebagai berikut

 - Be tidak bereaksi dengan air.
 - Mg harus dengan air panas diatas 100 °C.
 - Ca dan Sr bereaksi lambat dengan air pada suhu kamar.
 - Ba bereaksi dasyat dengan air pada suhu kamar.
- Untuk identifikasi dilakukan tes nyala pada senyawa garamnya. Menggunakan nyala api bunsen atau spiritus.



Gambar 1.6. Reaksi nyala senyawa unsur golongan alkali dan alkali tanah
(Sumber. <https://sainskimia.com/>)

C. Rangkuman Materi

1. Unsur di alam ditemukan sebagai unsur bebas, persenyawaan, serta buatan.
2. Sifat keperiodikan unsur dipengaruhi oleh jari – jari atom
3. Sifat Fisika unsur diantaranya adalah warna, wujud, nyala, kerapatan, jari – jari, titik leleh, titik didih.
4. Sifat Kimia unsur diantaranya adalah reaksi pembakaran, reaksi dengan air, reaksi dengan unsur lain, reaksi oksidasi dan reduksi.
5. Titik didih unsur dipengaruhi gaya antar molekul unurnya
6. Kereaktifan unsur dipengaruhi oleh energi ionisasi dan elektronegatifitas unsur

D. Penugasan Mandiri

Untuk menambah ketrampilan kalian dalam penguasaan materi kerjakan tugas mandiri berikut:

Pernahkan kalian menyalakan kembang api? Yuk kita nyalakan kembang api pada malam hari, identifikasikan warna apa saja yang muncul saat kembang api itu menyala? Kemungkinan unsur alkali dan alkali tanah apa yang ada pada kembang api kalian?

Untuk membantu pengamatan berikut tabel yang bisa digunakan :

No.	Warna Yang Muncul	Unsur Alkali atau Alkali Tanah

E. Latihan Soal

Pilihlah jawaban yang tepat!

- Persenyawaan unsur golongan utama yang jarang ditemukan di alam adalah senyawa dari ...
 - Golongan alkali
 - Golongan alkali tanah
 - Golongan halogen
 - Golongan gas mulia
 - Golongan oksigen.
- Unsur halogen yang jarang ditemui di alam adalah ...
 - Fluorin
 - Klorin
 - Bromin
 - Iodin
 - Astatin
- Kekerasan beberapa senyawa yang mengandung kalsium tergantung dari kandungan CaCO_3 dalam senyawa tersebut.
Data menunjukkan bahwa kekerasan material berikut diberikan dalam urutan : mutiara > cangkang > batu gamping > cangkang telur > keramik > kapur bangunan.
Senyawa yang paling banyak mengandung unsur calcium adalah ...
 - Mutiara
 - Cangkang
 - Batu gamping
 - Cangkang telur
 - Keramik
- Halogen bersifat oksidator kuat dengan data sebagai berikut:
 $\text{F}_2(\text{g}) + 2\text{e} \rightarrow 2\text{F}^-(\text{aq}) \quad E^\circ = +2,87 \text{ volt.}$
 $\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e} \rightarrow 2\text{Cl}^-(\text{aq}) \quad E^\circ = +1,36 \text{ volt.}$
 $\text{Br}_2(\text{g}) + 2\text{e} \rightarrow 2\text{Br}^-(\text{aq}) \quad E^\circ = +1,06 \text{ volt.}$
 $\text{I}_2(\text{g}) + 2\text{e} \rightarrow 2\text{I}^-(\text{aq}) \quad E^\circ = +0,54 \text{ volt.}$
Berdasarkan data potensial reduksi maka reaksi pengusiran halogen dalam garam oleh halogen lainnya dapat berlangsung kecuali....
 - $\text{Cl}_2 + \text{KF} \rightarrow \text{KCl} + \text{F}_2$
 - $\text{Cl}_2 + \text{NaBr} \rightarrow \text{NaCl} + \text{Br}_2$
 - $\text{F}_2 + \text{KBr} \rightarrow \text{KF} + \text{Br}_2$
 - $\text{Cl}_2 + \text{KI} \rightarrow \text{KCl} + \text{I}_2$
 - $\text{Br}_2 + \text{NaI} \rightarrow \text{NaBr} + \text{I}_2$
- Senyawa asam halogenida yang memiliki titik didih paling tinggi adalah....
 - HAt
 - HI
 - HBr
 - HCl
 - HF
- Pernyataan berikut benar kecuali....
 - Elektronegatifitas atom unsur dalam golongan halogen makin kebawah semakin kecil
 - Jari – jari ion +1 logam golongan alkali semakin kebawah semakin besar

- C. Gaya Van Der Waals unsur halogen semakin kebawah semakin lemah
D. Energi ionisasi logam golongan alkali tanah semakin keatas semakin besar
E. Semakin keatas letak unsur gas mulia semakin sulit membentuk senyawa
7. Unsur halogen dapat bereaksi dengan air. Senyawa berikut yang tidak mungkin terbentuk adalah....
A. HClO
B. HBrO₂
C. HFO₃
D. HBrO₃
E. HClO₄
8. Menurut skala Pauling keelektronegatifan beberapa unsur alkali dan alkali tanah diberikan pada tabel berikut:

Unsur	Li	Na	K	Be	Sr	Cl
Keelektronegatifan	0,98	0,93	0,82	1,57	0,95	3,16

Berdasarkan data di atas, maka ikatan ion tidak terdapat pada senyawa ...

- A. LiCl
B. NaCl
C. KCl
D. BeCl₂
E. SrCl₂

Kunci Jawaban dan Penyelesaian

No.	Kunci Jawaban	Penyelesaian	skor
1	D	Gas mulia adalah unsur yang inert, sehingga jarang ditemukan di alam.	1
2	E	Astatin adalah unsur halogen yang bersifat radioaktif yang cepat meluruh menjadi unsur yang lain sehingga jarang ditemui di alam	1
3	A	Jumlah kandungan CaCO_3 sebanding dengan kekerasan material yang dimaksud dalam soal. Jadi Mutiara mengandung kalsium lebih banyak	1
4	A	$\text{Cl}_2 + \text{KF} \rightarrow \text{KCl} + \text{F}_2$ tidak dapat berlangsung karena potensial reduksi F_2 lebih besar dibanding Cl_2 sehingga F^- cenderung tidak mengalami reduksi. Jadi tidak mungkin terjadi oksidasi F^- dan tidak mungkin terjadi reduksi Cl_2	1
5	E	Sifat fisik berupa titik didih senyawa dipengaruhi oleh gaya antar molekulnya. Semakin kuat gaya antar molekul maka semakin tinggi titik didih senyawa tersebut. Gaya antar molekul untuk molekul-molekul adalah sebagai berikut: HI : gaya dipol-dipol HBr : gaya dipol-dipol HCl : gaya dipol-dipol HF : ikatan hidrogen Kekuatan ikatan hidrogen lebih besar dari pada gaya dipol-dipol. HAt bahkan tidak ditemukan senyawanya.	1
6	E	Sudah jelas bahwa gas mulia adalah senyawa inert dan hanya beberapa senyawa yang dapat disintesis yaitu sedikit senyawa dari unsur Xe dan Kr yang letaknya ada di bawah dalam golongannya.	1
7	C	Reaksi halogen dengan air adalah reaksi disproporsionasi kecuali Fluorin. Reaksi ini hanya akan menghasilkan asam fluoride Reaksi: $2 \text{F}_{2(g)} + 2 \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow 4 \text{HF}_{(aq)} + \text{O}_{2(g)}$ Asam Fluorida Sedangkan yang lain (Cl, Br, I) bisa seperti berikut: $\text{Cl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HOCl} + \text{HCl}$ Asam hipoklorit asam klorida	1
8	D	Sifat ikatan ionik diberikan oleh perbedaan keelektronegatifan yang relatif besar. Atom Be dan Cl mempunyai perbedaan keelektronegatifan paling kecil dibandingkan dengan atom-atom dalam senyawa yang dimaksud.	1

Untuk menghitung pencapaian hasil belajar kalian hitung nilai Latihan soal yang sudah kalian kerjakan dengan rumus berikut:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{jumlah perolehan skor}}{8} \times 100$$

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 1 ini.

F. Penilaian Diri

Untuk mengetahui tingkat penguasaan kalian terhadap materi yang telah kita pelajari bersama, cobalah untuk mengisi cek list (√) tabel berikut secara jujur!

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah saya dapat mengetahui bagaimana kelimpahan unsur golongan Gas Mulia, Halogen, Alkali, Alkali Tanah di alam		
2	Apakah saya dapat membandingkan sifat kimia unsur-unsur golongan Gas Mulia, Halogen, Alkali, Alkali Tanah		
3	Apakah saya dapat membandingkan sifat fisika unsur-unsur golongan Gas Mulia, Halogen, Alkali, Alkali Tanah		
3	Apakah saya dapat memprediksi hubungan sifat-sifat unsur golongan Gas Mulia, Halogen, Alkali, Alkali Tanah		

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

PEMBUATAN DAN PEMANFAATAN UNSUR GOLONGAN UTAMA

A. Tujuan Pembelajaran

1. Menguraikan proses pembuatan unsur – unsur golongan Gas Mulia, Halogen, Alkali dan Alkali Tanah.
2. Memberikan rincian manfaat dan dampak unsur serta senyawa unsur golongan Gas Mulia, Halogen, Alkali dan Alkali Tanah.

B. Uraian Materi

1. Proses Pembuatan Golongan Utama

Setelah kita mempelajari tentang kelimpahan dan sifat unsur golongan utama, mari kita belajar tentang proses pembuatan unsur golongan utama, dengan mempelajari modul ini akan menambah khasanah keilmuan untuk studi lanjut maupun bekerja setelah lulus nantinya.

a. Pembuatan Gas Mulia

Gas mulia tidak disintesis di dalam laboratorium. Untuk pengadaannya cukup dengan mengambil sediaan yang berada di alam.

1) Pengambilan Helium (He) dari gas alam

Helium dapat diperoleh dari gas alam yang diembunkan sehingga diperoleh produk yang berupa campuran Helium (He), gas Nitrogen (N₂) dan pengotor. Untuk memperoleh gas Helium murni dilakukan proses ekstraksi gas alam kemudian dilakukan pemurnian dengan proses sistem kriogenik dan adsorpsi. Kriogenik sendiri adalah pemberian tekanan pada gas alam kemudian didinginkan dengan cepat sehingga bisa dipisahkan. Kemudian dilakukan pemurnian dengan adsorpsi

2) Pengambilan Ne, Ar, Kr, Xe dari udara

Pada tahap awal dilakukan pemisahan udara dari CO₂ dan uap air. Selanjutnya udara diembunkan dengan pemberian tekanan 200 atm dan diikuti dengan pendinginan cepat. Hasil dari proses ini adalah sebagian besar udara membentuk fase cair dan kandungan gas mulia lebih banyak sekitar 60% gas mulia (Ar, Kr, Xe). Sisa udara yang berisi He dan Ne tidak mengembun karena titik didihnya sangat rendah.

Langkah berikutnya Ar, Kr, dan Xe dipisahkan dengan menggunakan proses adsorpsi atau destilasi fraksionasi.

a. Proses adsorpsi

Tahap awal nitrogen dan oksigen dipisahkan terlebih dahulu dengan mereaksikan oksigen dengan Cu panas, sedangkan N₂ direaksikan dengan Mg membentuk magnesium nitrida. Hasil dari pemisahan ini (Ar, Xe, dan Kr) diadsorpsi oleh arang teraktivasi. Saat arang dipanaskan perlahan, setiap gas akan keluar dari arang. Akhirnya pada suhu ±-80 °C diperoleh Ar, sementara Kr, dan Xe diperoleh pada suhu yang lebih tinggi.

b. Proses destilasi bertingkat

Proses destilasi bertingkat adalah proses pemisahan zat berdasarkan perbedaan titik didih zat. Titik didih N₂ paling tinggi sehingga N₂ dapat dipisahkan terlebih dahulu, kemudian Ar dan O₂ dipisahkan. Sedangkan Xe dan Kr dipisahkan pada tahapan destilasi berikutnya.

3) Perolehan Radon (Rn)

Radon diperoleh dari peluruhan unsur radioaktif U-238 dan peluruhan langsung Ra-226. Radon cepat meluruh menjadi unsur lain, Radon mempunyai waktu paruh 3,8 hari.

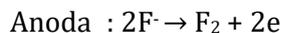
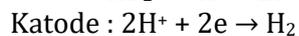
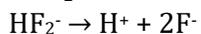
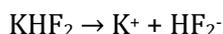
b. Pembuatan Unsur Halogen

Berikut adalah cara pembuatan unsur halogen.

1) Pembuatan Fluorin (F₂)

Gas fluorin (F₂) jarang dibuat di laboratorium karena tidak ada oksidator yang mampu mengoksidasi senyawa fluorida (F). Hal ini disebabkan karena Fluorin mempunyai daya oksidasi tinggi dibanding halogen yang lain. Fluorin diperoleh melalui proses elektrolisis garam hidrogen fluorida, KHF₂ dilarutkan dalam HF cair, kemudian ditambahkan LiF 3% (agar suhu turun sampai ±100 °C). Elektrolisis dilakukan pada tempat terbuat dari baja, di mana sebagai katode baja dan sebagai anoda karbon (grafit).

Reaksi:

**2) Pembuatan Klorin (Cl₂)**

Secara komersial klorin dihasilkan dari elektrolisis leburan NaCl.

Proses Down

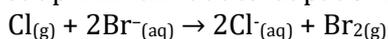
Elektrolisis leburan



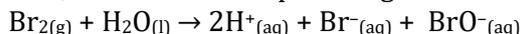
Pada proses di atas sebelum NaCl dicairkan, NaCl dicampurkan dengan sedikit NaF agar titik lebur turun dari 800°C menjadi 600°C.

3) Pembuatan Bromin (Br₂)

Secara komersial bromin dipisahkan dari senyawanya dengan cara mengalirkan gas klorin ke dalam larutan induk yang berasal dari air laut. Air laut merupakan sumber utama bromin. Setiap 1 m³ air laut terdapat 3 kg bromin (Br₂).



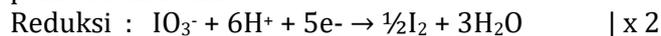
Yang perlu diperhatikan, Br₂ dalam air dapat mengalami hidrolisis.



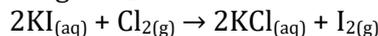
Namun reaksi hidrolisis dapat dicegah dengan cara menambahkan H₂SO₄ pada air laut hingga pHnya 3,5. Setelah pH air laut 3,5, baru dialiri gas Cl₂ dan udara. Gas Br₂ yang diperoleh dimurnikan dari Cl₂ dengan cara destilasi.

4) Pembuatan Iodin (I₂)

Iodium dapat dibuat secara reduksi ion iodat dengan mengalirkan natrium hidrosulfid ke dalam garam Chili (NaIO₃). Berikut ini reaksi ion pada proses pembuatan iodin :



Iodium dapat juga dihasilkan dari ganggang laut yang mengandung KI dikeringkan, abu dari ganggang laut dicampur dengan air panas dan disaring. Larutan yang terjadi diuapkan sementara zat-zat yang kurang larut mengkristal. Sisa larutan kemudian dialiri gas Cl₂.

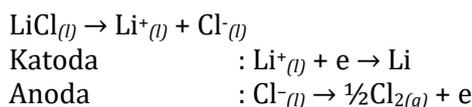


5) Pembuatan Astatin (At)

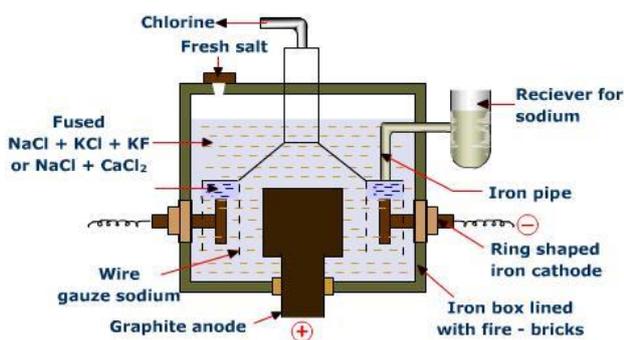
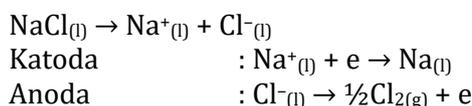
Astatin diperoleh dari penembakan Bi dengan partikel α (He). Astatin bersifat radioaktif dan mempunyai waktu paropendek (8,1 jam).

c. Pembuatan Unsur Alkali

Logam-logam alkali dapat dibuat dengan elektrolisis lelehan garamnya atau mereduksi garamnya. Elektrolisis larutan garam logam alkali tidak akan menghasilkan logam alkali karena harga potensial elektroda lebih negatif dari pada air. Ini dapat diperoleh dengan elektrolisis lelehan LiCl sebagai berikut:



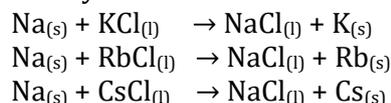
Natrium dibuat dari elektrolisis lelehan natrium klorida yang dicampur dengan kalsium klorida disebut proses Down. Fungsi dari kalsium klorida untuk menurunkan titik cair sehingga lebih efisien (dari 800 °C sampai 500 °C).



Gambar. Proses Down

(sumber <http://hsebnotesofnepal.blogspot.com/>)

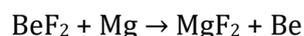
Logam kalium, rubidium, dan cesium dibuat dengan mereduksi lelehan garam kloridanya.



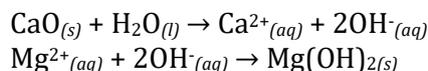
Kalium, rubidium, dan cesium yang terbentuk mudah menguap, maka harus dikeluarkan dari sistem kesetimbangan sehingga kesetimbangan bergeser ke zat hasil.

d. Pembuatan Unsur Alkali Tanah

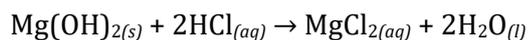
Alkali tanah mempunyai harga potensial elektroda sangat negatif sehingga pembuatan logam alkali tanah dilakukan dengan cara elektrolisis lelehan garamnya, kecuali berilium. Berilium dapat dibuat dengan mereduksi garam flouridanya.



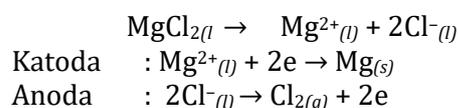
Magnesium, kalsium, stonsium, dan barium dibuat dengan cara elektrolisis lelehan garam kloridanya. Pembuatan magnesium juga menggunakan proses Down. Sumber utama, magnesium diperoleh dari air laut. Mula-mula air laut direaksikan dengan CaO yang berasal dari pemanasan batu kapur.



Endapan $\text{Mg}(\text{OH})_2$ direaksikan dengan larutan HCl pekat membentuk MgCl_2 .



Penguapan larutan MgCl_2 dilakukan agar supaya dihasilkan kristal MgCl_2 , kemudian kristal MgCl_2 dicairkan dan dielektrolisis.



2. Pemanfaatan Unsur Golongan Utama

Kalian masih semangat belajar kan? Setelah kalian mempelajari proses pembuatannya mari kita lanjutkan dengan mempelajari manfaat unsur dan senyawanya.

a. Pemanfaatan Unsur Gas Mulia

UNSUR	KEGUNAAN/MANFAAT
Helium	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Pengisi balon gas karena ringan dan tidak reaktif ◆ Dalam bentuk cair digunakan sebagai zat pendingin karena memiliki titik uap yang sangat rendah ◆ Campuran dengan 20% oksigen digunakan untuk pernafasan para penyelam
Neon	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Digunakan mengisi lampu reklame yang memberikan warna merah Ketika dialiri listrik ◆ Campuran neon-helium digunakan sebagai laser
Argon	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Untuk membuat atmosfer inert dalam pengelasan logam titanium ◆ Pengisi bola lampu pijar karena tidak bereaksi dengan kawat wolfram pada suhu tinggi.
Krypton	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Pengisi lampu reklame, landasan pesawat
Xenon	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Pengisi lampu reklame
Radon	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Untuk sistem peringatan gempa, kadar Rn pada bebatuan dijadikan indikator adanya gempa bumi

b. Pemanfaatan Unsur Halogen

UNSUR	KEGUNAAN/MANFAAT
Fluorin	Persenyawaan Fluorin: <ul style="list-style-type: none"> ◆ Freon digunakan sebagai pendingin ◆ Polimer CF_2CF_2 (teflon) digunakan sebagai anti lengket ◆ Senyawa fluoride digunakan untuk pasta gigi
Klorin	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Mensintesa senyawa – senyawa kimia, plastik misalnya ◆ Senyawa $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ kaporit digunakan untuk desinfektan pada air minum dan kolam renang ◆ NaClO digunakan sebagai pengelantang ◆ Garam dapur NaCl sebagai cairan infus, mensintesis soda api, soda kue, soda abu dan berbagai senyawa lainnya ◆ KCl digunakan untuk campuran dalam pestisida ◆ DDT untuk insektisida
Bromin	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Digunakan untuk sintesis senyawa – senyawa karbon ◆ AgBr digunakan dalam sinar X
Iodin	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Digunakan untuk membuat filter polarisasi pada kaca mata hitam ◆ Dilarutkan dalam alkohol berguna untuk antiseptic ◆ NaI, NaIO_3, KI dan KIO_3 untuk membuat garam beriodium mencegah penyakit gondok

c. Pemanfaatan Unsur Alkali

UNSUR	KEGUNAAN/MANFAAT
Litium	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Ion litium digunakan untuk baterai smartphone, laptop dan lain – lain ◆ Paduan dengan Mg dan Al dimanfaatkan untuk komponen pesawat terbang
Natrium	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Uap Na digunakan pada lampu jalanan untuk memberikan warna kuning ◆ Natrium dalam tubuh berfungsi untuk menjaga keseimbangan elektrolit dalam tubuh, menjaga tekanan darah ◆ NaOH digunakan untuk membuat sabun, rayon, kertas
Kalium	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Kalium dalam tubuh berfungsi membantu meredakan tegangan di dinding pembuluh darah, mencegah penyempitan pembuluh arteri (sumber https://www.alodokter.com/ketahui-manfaat-kalium-bagi-tubuh) ◆ Pupuk NPK ◆ Senyawanya untuk pembuatan kembang api
Rubidium	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Digunakan sebagai osilator untuk aplikasi di navigasi dan komunikasi militer

	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Digunakan sebagai <i>getter</i> dalam tabung-tabung vakum dan sebagai komponen fotosel (sumber: https://www.mastah.org/rubidium-penjelasan-sejarah-dan-kegunaan/)
Cesium	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Digunakan pada sel fotolistrik ◆ Sebagai standar satuan detik pada jam atomik

d. Pemanfaatan Unsur Alkali Tanah

UNSUR	KEGUNAAN/MANFAAT
Berilium	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Paduan logam agar lebih kuat tapi ringan misal kemudi pesawat jet ◆ Kaca dari sinar x karena dapat mentransmisikan sinar x lebih baik dari aluminium
Magnesium	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Magnalium, paduan dari Mg, Al, dan Cu untuk konstruksi pesawat terbang ◆ $MgSO_4$ (garam inggris) digunakan sebagai obat pencahar ◆ $Mg(OH)_2$ dikenal dengan nama bubuk magnesia berguna untuk antasida (obat maag) ◆ MgO untuk melapisi tungku karena titik lelehnya yang tinggi ◆ Kembang api
Kalsium	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Banyak terkandung dalam susu merupakan unsur penting pada tulang, gigi, dedaunan ◆ $CaSO_4$ atau gypsum untuk pembuatan cetakan alat keramik, perekat ◆ CaO (kapur tohor) untuk penyerap air karena sifatnya yang higroskopis ◆ $Ca(OH)_2$ dikenal dengan nama air kapur digunakan untuk menetralkan keasaman ◆ CaC_2 dikenal dengan nama karbid digunakan untuk menghasilkan gas asetilena dan dimanfaatkan untuk proses pengelasan
Stronsium	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Senyawanya untuk kembang api
Barium	<ul style="list-style-type: none"> ◆ $BaSO_4$ mampu menyerap sinar x sehingga digunakan memeriksa saluran pencernaan pasien, bahan cat berwarna putih ◆ Kembang api
Radium	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Untuk menghasilkan gas Radon

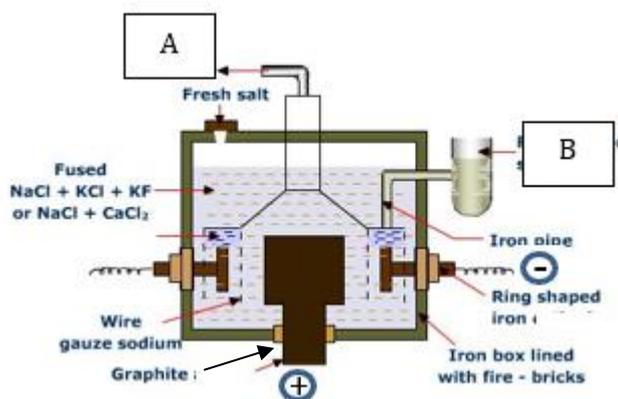
C. Rangkuman Materi

1. Gas mulia diperoleh dari distilasi bertingkat dan ekstraksi udara cair
2. Halogen diperoleh dari elektrolisis leburan garamnya
3. Proses pembuatan logam Alkali dan Alkali tanah diperoleh dari elektrolisis leburan garamnya.

4. Pemanfaatan unsur golongan Halogen, Alkali dan Alkali Tanah banyak dalam bentuk persenyawaannya.
5. Persenyawaan gas mulia belum banyak dibuat dikarenakan reaktifitas gas mulia sangat rendah.
6. Karena sifatnya yang radioaktif dan waktu paruhnya pendek, Rn, At, Fr, Ra maka pemanfaatan secara komersial masih sangat rendah.

D. Latihan Soal

1. Semua gas mulia bersifat tidak reaktif sehingga sebenarnya semua dapat digunakan untuk mengisi bola lampu, namun demikian penggunaan Ar lebih umum dibandingkan yang lainnya, mengapa demikian?
2. Logam Natrium diperoleh dengan cara elektrolisis lelehan garam natrium klorida dalam suatu proses yang disebut sebagai proses Down. Perhatikan bagan proses Down berikut:



Rincilah berapa hal terkait proses tersebut:

- a. Bahan material untuk katoda :
 - b. Bahan material untuk anoda :
 - c. Reaksi di katoda :
 - d. Reaksi di anoda :
 - e. Zat hasil pada bagian A :
 - f. Zat hasil pada bagian B :
3. Unsur halogen selain diperoleh dari elektrolisis leburan garamnya juga dapat dilakukan dari elektrolisis larutan garamnya, namun tidak untuk fluorin, mengapa demikian? Berikan penjelasan dan kemungkinan terjadinya reaksi pada proses tersebut!
 4. Perhatikan tabel daftar kegunaan unsur dalam kehidupan.

Unsur	Kegunaan
Li	<ul style="list-style-type: none"> • Bahan baku pupuk • Peralatan masak • Pembuatan pesawat terbang • Pembentukan tulang
K	<ul style="list-style-type: none"> • Sebagai bahan makanan • Bahan peledak

Pasangkan unsur yang sesuai dengan kegunaannya!

5. Apa yang bisa dilakukan untuk mensintesis logam alkali tanah dari senyawanya. Rancang sebuah proses untuk mensintesis Ca dari CaCl_2 !

Kunci Jawaban dan Penyelesaian soal

No.	Jawaban soal	Skor
1	Karena gas Argon bersifat inert atau tidak bereaksi dengan kawat wolfram pada suhu tinggi sehingga lebih aman.	1
2	a. Bahan material untuk katoda : Besi b. Bahan material untuk anoda : grafit c. Reaksi di katoda : $2\text{Na}^{+}_{(l)} + 2\text{e}^{-} \rightarrow 2\text{Na}_{(l)}$. d. Reaksi di anoda : $2\text{Cl}^{-} \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^{-}$ e. Zat hasil pada bagian A : gas Cl_2 Zat hasil pada bagian B : lelehan logam Na.	1 1 1 1 1 1
3	Gas fluorin (F_2) jarang dibuat di laboratorium karena tidak ada oksidator yang mampu mengoksidasi senyawa fluorida (F). Karena Fluorin mempunyai daya oksidasi tinggi dibanding halogen yang lain	1
4	Litium digunakan sebagai paduan untuk komponen pesawat terbang Kalium digunakan sebagai bahan baku pupuk, Kalium digunakan sebagai bahan peledak	1 1 1
5	Sintesis Ca dari CaCl_2 Dengan cara elektrolisis lelehan CaCl_2 dengan elektroda Carbon. Terjadi reaksi sebagai berikut: $\text{CaCl}_{2(l)} \rightarrow \text{Ca}_{(s)} + \text{Cl}_{2(g)}$ Katoda : $\text{Ca}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Ca} (s)$ Anoda : $2\text{Cl}^{-} \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^{-}$	1 1 1

Untuk menghitung pencapaian hasil belajar kalian hitung nilai Latihan soal yang sudah kalian kerjakan dengan rumus berikut:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{jumlah perolehan skor}}{8} \times 100$$

Berapa nilai kalian ?

Jika nilai kalian sudah memenuhi Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang sudah ditentukan sekolah maka lanjutkan mengerjakan soal evaluasi. Tetapi jika kurang dari KKM maka pelajari kembali kegiatan belajar 2 ini.

E. Penilaian Diri

Untuk mengetahui tingkat pemahaman kalian terhadap materi yang telah kita pelajari bersama, cobalah untuk mengisi cek list (\checkmark) tabel berikut secara jujur!

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah saya dapat menguraikan proses pembuatan unsur golongan Gas Mulia, Halogen, Alkali, Alkali Tanah		
2	Apakah saya dapat menyajikan proses pengolahan beberapa unsur berdasarkan penelusuran informasi.		
3	Apakah saya dapat menganalisis manfaat unsur golongan Gas Mulia, Halogen, Alkali, Alkali Tanah		
4	Apakah saya dapat merinci manfaat unsur golongan Gas Mulia, Halogen, Alkali, Alkali Tanah		

EVALUASI

Pilihlah jawaban yang tepat

- Iodin mudah larut dalam larutan Kalium Iodida meskipun sukar larut dalam air. Hal ini disebabkan oleh terbentuknya senyawa....
 - KI_3^-
 - KI_2^-
 - KI^+
 - KI_3
 - KI_2
- Diantara kumpulan atom-atom berikut ini yang tersusun berdasarkan kenaikan elektronegatifitas adalah....
 - F, Cl, Br
 - F, Br, Cl
 - Br, Cl, F
 - Br, F, Cl
 - Cl, Br, F
- Mineral yang mengandung stronsium adalah....
 - Selesit
 - Dolomit
 - Siderit
 - Kalkopirit
 - Bauksit
- Basa alkali tanah yang paling sukar larut dan bersifat amfoter adalah....
 - $\text{Ba}(\text{OH})_2$
 - $\text{Sr}(\text{OH})_2$
 - $\text{Ca}(\text{OH})_2$
 - $\text{Mg}(\text{OH})_2$
 - $\text{Be}(\text{OH})_2$
- Senyawa natrium yang dikenal dengan nama soda kue adalah....
 - NaCl
 - Na_2CO_3
 - NaHCO_3
 - Na_3AlF_6
 - NaOH
- Bila kedalam air yang mengandung indikator PP dimasukkan logam natrium, maka akan terjadi perubahan sebagai berikut....
 - Logam Na larut dan larutannya panas
 - Logam Na larut dan larutannya berwarna merah
 - Logam Na tidak larut tetapi larutan menjadi merah
 - Logam Na tidak larut dan airnya menjadi panas
 - Logam Na tidak larut dan airnya habis menguap
- Dari tes nyala senyawa logam, warna kuning akan dihasilkan oleh senyawa....
 - Sr
 - Na
 - K

- D. Ba
E. Li
8. Semua elektron gas mulia sudah berpasangan, hal ini menyebabkan gas mulia....
A. Dalam keadaan bebas sebagai molekul monoatomik
B. Sukar melepaskan elektronnya menjadi ion positif
C. Titik didih dan titik leburnya sangat rendah
D. Dapat membentuk senyawa dengan halogen
E. Sukar dipisahkan dari gas – gas lain di udara
9. Salah satu senyawa golongan alkali dikenal dengan nama mono sodium glutamat (MSG), kegunaan senyawa tersebut adalah....
A. Pengawet
B. Perekat
C. Pewarna
D. Penambah cita rasa
E. Pemberi aroma
10. Logam berikut yang bereaksi dengan gas nitrogen adalah....
A. Rb
B. Cs
C. K
D. Sr
E. Mg
11. Titik didih dan titik leleh He hingga Xe di bawah suhu kamar, sebab
A. Gaya tarik Van der Waals relatif lemah
B. Tekanan gasnya rendah pada suhu kamar
C. Molekul-molekulnya bergerak bebas
D. Atom-atomnya netral dan stabil
E. Molekul-molekulnya relatif ringan
12. Kereaktifan unsur-unsur gas mulia berikut yang benar adalah
A. Kemampuan bereaksi semua gas mulia sama
B. Xenon lebih reaktif daripada Argon
C. Krypton tidak dapat direaksikan dengan unsur manapun
D. Terdapat senyawa Helium, Neon, Argon
E. Xe lebih mudah direaksikan dengan oksigen daripada fluor
13. Berikut ini yang merupakan sifat logam alkali adalah....
A. Dapat direduksi oleh hidrogen
B. Bereaksi dengan air membentuk basa
C. Dapat disimpan dalam air
D. Bereaksi dengan air membentuk asam
E. Mengkilat dan sangat keras
14. Urutan senyawa asam halide berdasarkan titik didihnya adalah....
A. $\text{HF} > \text{HCl} > \text{HBr} > \text{HI}$
B. $\text{HF} > \text{HBr} > \text{HCl} > \text{HI}$
C. $\text{HF} > \text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl}$
D. $\text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl} > \text{HF}$
E. $\text{HI} > \text{HF} > \text{HCl} > \text{HBr}$
15. Berikut reaksi :

- (a) Reaksi Cl_2 dengan NaBr
 (b) Reaksi Br_2 dengan garam dapur

Dari reaksi a dan b, dapat dinyatakan bahwa...

- A. Reaksi a dapat berlangsung
 B. Tidak dapat diramalkan
 C. Reaksi a maupun b tidak spontan
 D. Reaksi b dapat berlangsung
 E. Reaksi a saja yang tidak spontan

16. Data energy ionisasi pertama dari empat unsur adalah sebagai berikut.

Unsur	A	B	C	D
Energi ionisasi pertama (Kj/mol)	1,139	1,008	1,251	1,681

Jika keempat unsur ini adalah unsur halogen, maka urutan yang benar dari F ke I adalah....

- A. B, A, C, D
 B. B, C, A, D
 C. D, C, B, A
 D. D, C, A, B
 E. A, B, C, D
17. Diantara senyawa berikut ini yang dapat dipakai sebagai bahan peledak adalah...
- A. KNO_3
 B. NaHCO_3
 C. Na_2CO_3
 D. $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
 E. $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
18. Natrium adalah logam yang sangat reaktif sehingga untuk mencegah terjadinya reaksi, logam tersebut disimpan dalam....
- A. Minyak tanah
 B. Air
 C. Alkohol
 D. Larutan khusus
 E. Larutan basa
19. Logam alkali dan alkali tanah hanya dapat diperoleh dengan cara elektrolisis lelehan garamnya dan bukan dari larutannya, karena....
- A. Logam alkali dan alkali tanah hanya dapat larut dalam air
 B. Air dapat bereaksi dengan logam alkali atau alkali tanah
 C. Ion logam alkali atau alkali tanah tanpa air akan teroksidasi
 D. Ion logam alkali atau alkali tanah dalam air akan teroksidasi
 E. Ion logam alkali atau alkali tanah tanpa air akan tereduksi
20. Natrium dibuat dari elektrolisis lelehan natrium klorida yang dicampur dengan kalsium klorida (sel Downs). Kalsium klorida digunakan untuk....
- A. Memperbanyak produk Na
 B. Mempercepat pembentukan Na
 C. Menurunkan titik leleh NaCl
 D. Sebagai elektrode
 E. Sebagai diafragma

KUNCI JAWABAN SOAL EVALUASI

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

No	Kunci Jawaban
11	A
12	B
13	B
14	C
15	A
16	D
17	A
18	A
19	E
20	C

DAFTAR PUSTAKA

J.M.C Johari, M.Sc, dan Ir. M. Rachmawati, MPhil. 2008. KIMIA 3 SMA dan MA Untuk Kelas XII. Jakarta : Erlangga

Sentot Budi Rahardjo, Ispriyanto.2014. Kimia Berbasis Eksperimen Untuk Kelas XII SMA dan MA. Solo : Tiga Serangkai Pustaka Mandiri

Unggul Sudarmo. 2007. KIMIA Untuk SMA Kela XII. Jakarta:Phibeta

Utami, Budi, dkk. 2009. KIMIA Untuk SMA/MA Kelas XII Program Ilmu Alam. Jakarta : Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional

<http://hsebnotesofnepal.blogspot.com/2015/04/downs-process.html>
diunduh pada 20 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
XII



UNSUR-UNSUR PERIODE 3 DAN TRANSISI PERIODE 4 KIMIA XII

PENYUSUN
Wiwik Indah Kusumaningrum, S.Pd., M.Pd.
SMA Negeri 9 Semarang

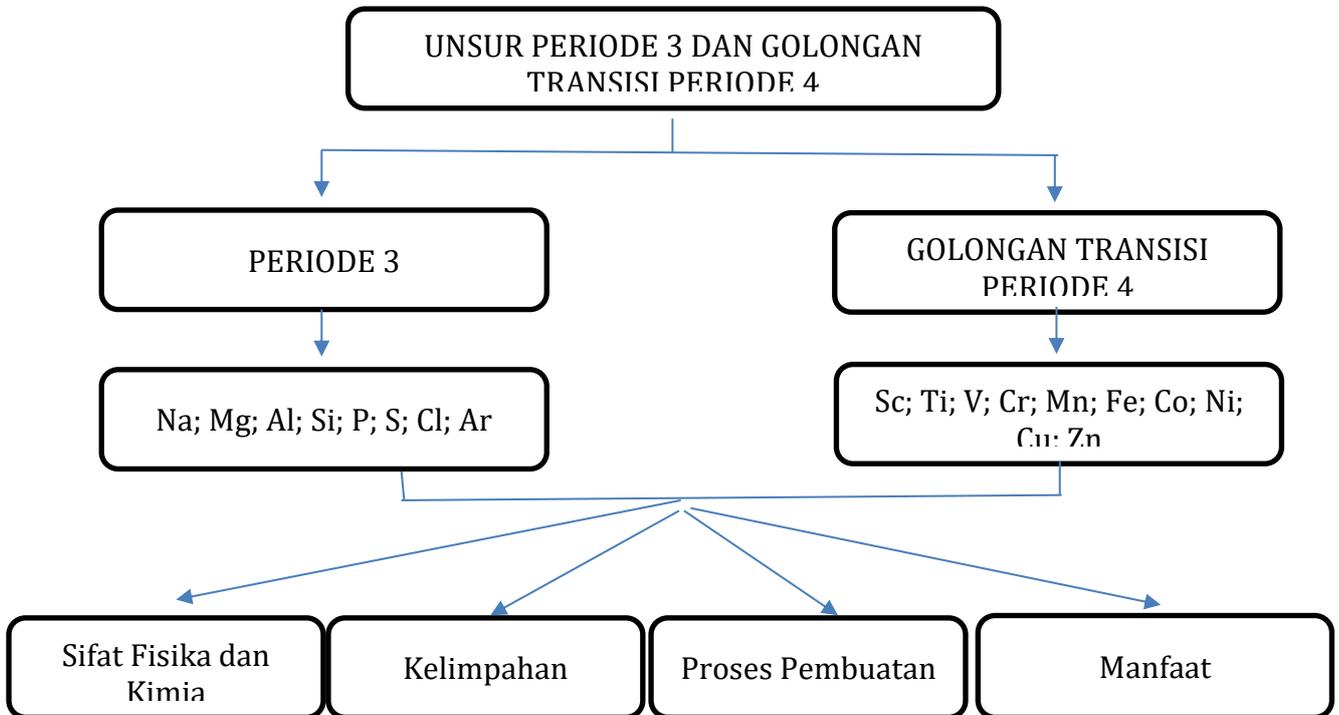
DAFTAR ISI

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
UNSUR – UNSUR PERIODE 3	7
A. Tujuan Pembelajaran	7
B. Uraian Materi	7
C. Rangkuman	13
D. Penugasan Mandiri	14
E. Latihan Soal	15
F. Penilaian Diri	18
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	19
UNSUR – UNSUR TRANSISI PERIODE 4	19
A. Tujuan Pembelajaran	19
B. Uraian Materi	19
C. Rangkuman	28
D. Penugasan Mandiri	29
E. Latihan Soal	30
F. Penilaian Diri	34
EVALUASI	35
DAFTAR PUSTAKA	40

GLOSARIUM

- Diamagnetik** : Suatu keadaan di mana atom, molekul, atau ion dapat ditolak oleh medan magnet karena seluruh elektron pada orbital d-nya berpasangan.
- Energi ionisasi** : Energi yang diperlukan untuk melepaskan elektron terluar suatu atom.
- Flotasi** : pemekatan bijih dengan cara pengapungan
- Ion kompleks** : yaitu suatu struktur dimana kation logam dikelilingi oleh dua atau lebih anion atau molekul netral yang disebut ligan.
- Jari-jari atom** : Jarak dari inti atom sampai kulit terluar.
- Kalkopirit** : Senyawa CuFeS_2 yang merupakan bijih besi tetapi secara ekonomis tidak layak untuk diambil besinya.
- Keelektronegatifan** : kemampuan atau kecenderungan suatu atom untuk menangkap atau menarik elektron dari atom lain.
- Kuarsa** : Dikenal juga sebagai pasir kuarsa, mempunyai rumus kimia SiO_2 .
- Mineral** : Bahan-bahan alam yang mengandung unsur atau senyawa tertentu.
- Paramagnetik** : Sifat suatu unsur atau senyawanya yang tertarik oleh medan magnet umumnya unsur tersebut mempunyai elektron yang belum berpasangan.
- Silikat** : Merupakan polimer dari senyawa silikon yang sangat kompleks, dikenal dalam berbagai senyawa, misalnya asbes, mika, dan tanah liat. Banyak dimanfaatkan untuk membuat kaca, semen, dan keramik.
- Tanur** : Bilik untuk sistem pembakaran tempat berlangsungnya pengeringan, pemijaran, atau pembakaran.
- Unsur Transisi** : Unsur yang terdapat pada blok d sistem periodik unsur-unsur. Sekelompok unsur yang mempunyai sekurang-kurangnya sebuah ion dengan subkulit d belum penuh.

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Kimia
Kelas	: XII
Alokasi Waktu	: 2 x Pertemuan (4 Jam Pelajaran)
Judul Modul	: Unsur – Unsur Periode 3 dan Transisi Periode 4

B. Kompetensi Dasar

- 3.8. Menganalisis kelimpahan, kecenderungan sifat fisika dan kimia, manfaat, dan proses pembuatan unsur-unsur periode 3 dan golongan transisi (periode 4)
- 4.8. Menyajikan data hasil penelusuran informasi sifat dan pembuatan unsur-unsur Periode 3 dan unsur golongan transisi (periode 4).

C. Deskripsi Singkat Materi

Pada kehidupan sehari-hari tentunya kalian sering menjumpai unsur-unsur kimia khususnya yang termasuk dalam unsur periode 3 atau unsur – unsur transisi periode 4. Misalnya unsur silikon dan belerang (periode 3) atau tembaga dan besi (unsur transisi periode 4). Tentu kalian ingin mengetahui lebih lanjut informasi tentang unsur-unsur periode 3 dan golongan transisi (periode 4) tersebut kan?. Pada Modul yang berjudul Unsur – Unsur Periode 3 dan Transisi Periode 4 ini meliputi kelimpahan, sifat fisika dan kimia, proses pembuatan, manfaat (kegunaan) unsur-unsur periode 3 dan Unsur – Unsur transisi periode 4 dalam kehidupan sehari – hari.

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 Unsur – Unsur Periode 3 dan Transisi Periode 4, kalian harus menguasai terlebih dahulu konsep sifat periodik unsur yang sudah pernah kalian pelajari di kelas X
2. Pelajari peta konsep untuk melihat lingkup bahasan materi dan keterkaitannya.
3. Pelajari kegiatan belajar sesuai urutan dalam modul, dengan mengembangkan rasa ingin tahu, berpikir kritis dan kreatif.
4. Akhiri kegiatan dengan mengisi penilaian diri dengan jujur dan ulangi lagi pada bagian yang masih belum sepenuhnya di mengerti
5. Ulangi Langkah 2 s.d 4 untuk kegiatan pembelajaran 2
6. Kerjakan soal evaluasi di akhir materi.

E. Materi Pembelajaran

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

Pertama : Unsur – Unsur Periode 3

Kedua : Unsur – Unsur Transisi Periode 4

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

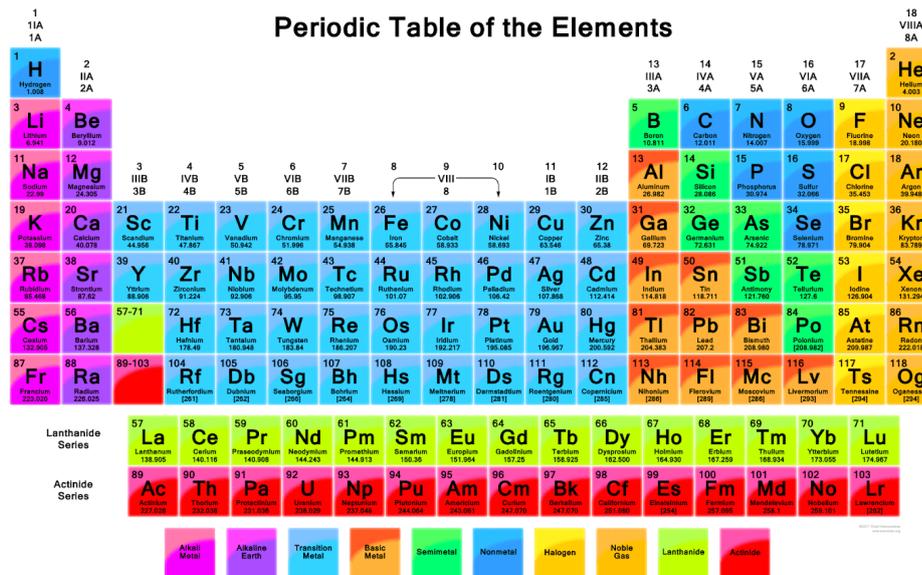
UNSUR – UNSUR PERIODE 3

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini diharapkan kalian mampu menjelaskan kelimpahan, sifat – sifat, manfaat dan proses pembuatan unsur – unsur periode 3

B. Uraian Materi

Unsur – unsur kimia di alam jumlahnya sangat banyak dan memiliki sifat yang berbeda – beda antara unsur yang satu dengan unsur yang lain. Untuk mempelajari unsur – unsur kimia yang begitu banyak jumlahnya, maka dibuatlah table pengelompokkan unsur yang dinamakan sistem periodik unsur yang sudah pernah kalian pelajari saat kalian kelas X. Sistem Periodik yang kita gunakan sekarang adalah Sistem Periodik Modern (Bentuk Panjang). Berikut ini adalah gambar Sistem Periodik Modern.



Gambar 1.1 Sistem Periodik Modern

Penyusunan sistem periodik modern didasarkan pada kenaikan atom serta kemiripan sifatnya. Berdasarkan hal tersebut, dalam sistem periodik modern terdapat 2 buah lajur, yaitu lajur tegak yang disebut golongan dan lajur mendatar yang disebut periode. Periode dibedakan menjadi 2 jenis yaitu, periode panjang (4,5,6, dan 7) serta periode pendek (1,2, dan 3). Unsur – unsur yang terletak pada periode 3 memiliki jumlah kulit elektron yang sama, yaitu tiga kulit. Dari kiri ke kanan unsur periode ketiga berturut – turut adalah Natrium (Na), Magnesium (Mg), Aluminium (Al), Silikon (Si), Fosfor (P), Belerang (S), Klorin (Cl) dan Argon (Ar).

1. Kelimpahan Unsur – Unsur Periode 3

Keberadaan unsur-unsur periode 3 di alam tidak terdapat dalam bentuk unsur tunggalnya tapi dalam bentuk senyawa mineralnya (kecuali S dan Ar). Pada tabel

berikut dapat Ananda ketahui informasi tentang % massa unsur periode 3 di kulit bumi serta nama-nama senyawa mineralnya. Kelimpahan atau keberadaan unsur periode 3 di kulit bumi disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1.1. Kelimpahan Unsur Periode 3 di Kulit Bumi

Unsur	% Massa	Mineral
Natrium	2,7	sendawa chili (NaNO_3), kriolit (Na_3AlF_6), bijih silikat (Na_2SiO_3).
Magnesium	1,9	dolomit ($\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$), magnesit (MgCO_3), asbestor ($\text{CaMg}_3(\text{SiO}_3)_4$), garam inggris ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)
Aluminium	7,6	Kryolit (Na_3AlF_6), Bauksit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), Kaolin/Tanah Liat ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), Tawas $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$
Silikon	25,8	Silika (pasir, kuarsa), silikat (liat, mika)
Phosphor	0,1	Fosforit $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, Apatit $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$
Sulfur	< 0,1	FeS_2 (pirit), ZnS (sfaterit), PbS (galenit), CaSO_4 (gips), BaSO_4 (barit)
Klor	0,2	Senyawa halite (NaCl), silvite (KCl), MgCl_2 dan CaCl_2
Argon	< 0,1	Tidak ada

Dari tabel 1.1 diatas, manakah yang kelimpahan di kulit bumi paling besar ?

2. Sifat – Sifat Unsur – Unsur Periode 3

a. Sifat Fisis

Sifat fisis unsur periode ketiga dapat kita pelajari kecenderungannya dengan menggunakan data sifat atomik dan struktur unsurnya. Simaklah tabel berikut ini!

Tabel 1. 2 Sifat Fisis Unsur Unsur Periode 3

Unsur	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
Nomor Atom	11	12	13	14	15	16	17	18
Konfigurasi elektron	2	2	2	2	2	2	2	2
	8	8	8	8	8	8	8	8
	1	2	3	4	5	6	7	8
Elektron valensi	$3s^1$	$3s^2$	$3s^23p^1$	$3s^23p^2$	$3s^23p^3$	$3s^23p^4$	$3s^23p^5$	$3s^23p^6$
Jari-jari atom (pm)	192	160	143	117	115	104	99	190
Titik Leleh ($^{\circ}\text{C}$)	97,8	649	660	1410	44	113	-101	-184,2
Titik Didih ($^{\circ}\text{C}$)	883	1090	2467	2680	280	445	-35	-185,7
Kerapatan (kg/m^3)	970	1740	2702	2330	1820	2070	3,214	1,78
Jari-jari ionik (pm)	95	72	50	41	167	184	180	-
Energi ionisasi (kJ/mol)	496	738	578	786	1012	1000	1251	1527
Struktur	Kristal logam	Kristal logam	Kristal logam	Kristal kovalen raksasa	Molekul poliatom	Molekul poliatom	Molekul diatom	Molekul monoatom
Wujud (pada suhu 25°C)	Padat						Gas	
Tingkat oksidasi tertinggi	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	-
Afinitas elektron	-53	230	-44	-134	-72	-200	-349	35
Keelektronegatifan	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	3,0	-

Dari table 1.2 diatas, terlihat adanya keteraturan sifat atomik dari Na ke Ar yang secara umum dapat dirumuskan sebagai berikut:

- Nilai jari – jari atom berkurang dari Na ke Ar
 Jari – jari atom adalah jarak antara kulit inti atom sampai kulit terluar yang ditempati elektron
 Hal ini dikarenakan unsur – unsur dari Na ke Ar memiliki jumlah proton dan elektron pada inti semakin banyak. Hal ini mengakibatkan gaya tarik menarik antara inti atom dengan elektron-elektronnya semakin kuat. Oleh karena itu jari-jari atom unsur-unsur perioda ketiga dari kiri ke kanan semakin mengecil.
- Titik Leleh bertambah dari Na ke Si, lalu berkurang dari Si ke Ar.
 Titik leleh adalah : suhu dimana tekanan uap zat padat sama dengan tekanan uap zat cairnya.
 Kenaikan titik leleh dari Na ke Si dijelaskan dengan kekuatan ikatan logamnya yang meningkat dari Na ke Al, dan kekuatan ikatan kovalen pada Si. Sedangkan kecendrungan penurunan titik leleh dan ΔH_{fus} dari Si ke Ar terkait dengan variasi kekuatan gaya London $S > P > Cl > Ar$.
- Titik Didih bertambah dari Na ke Si, lalu berkurang dari Si ke Ar.
 Titik didih adalah : suhu dimana tekanan uap zat cair sama dengan tekanan disekitarnya.
 Kenaikan titik didih dari Na ke Si dijelaskan dengan kekuatan ikatan logamnya yang meningkat dari Na ke Al, dan kekuatan ikatan kovalen pada Si. Sedangkan kecendrungan penurunan titik leleh dan ΔH_{fus} dari Si ke Ar terkait dengan variasi kekuatan gaya London $S > P > Cl > Ar$.
- Kerapatan bertambah dari Na ke Al, lalu berkurang dari Al ke Ar
 Kerapatan adalah : perbandingan antara massa atom – atom dengan suatu unit volum yang ditempatinya.
 Nilai kerapatan bergantung pada massa atom, jari – jari atom. Semakin besar massa atom maka jari – jari atom akan semakin kecil, karena kekuatan tarik menarik antara inti atom dengan kulit terluar semakin kuat, sehingga menyebabkan kerapatan dari Na ke Al semakin besar (ikatan logam). Nilai kerapatan semi logam Si tinggi terkait dengan kekuatan ikatan kovalennya dalam struktur kovalen raksasa. Selanjutnya variasi nilai kerapatan non logam P sampai Ar terkait dengan kekuatan gaya London $S > P > Cl > Ar$.
- Nilai energi ionisasi bertambah dari Na ke Ar, penyimpangan terjadi pada Mg ke Al dan dari P ke S.
 Energi Ionisasi adalah : energi yang dibutuhkan untuk melepaskan satu elektron pada kulit terluar yang terikat lemah ke inti dalam fasa gas.
 Peningkatan energi ionisasi ini berkaitan dengan bertambahnya muatan inti, sehingga daya tarik inti terhadap elektron terluar makin kuat, sehingga energi yang dibutuhkan untuk melepaskan elektron pada kulit terluar semakin besar. Data dari gambar juga menunjukkan adanya penyimpangan, yaitu energi ionisasi Mg lebih besar dari energi ionisasi Al, dan energi ionisasi P lebih besar dari S. Penyimpangan ini terkait dengan kestabilan konfigurasi elektron, yaitu unsur golongan IIA (Mg) dan golongan VA (P) mempunyai konfigurasi elektron yang relatif stabil, yaitu konfigurasi penuh dan setengah penuh sehingga membutuhkan energi yang lebih besar untuk melepaskan elektronnya. Sedangkan Al dan S mempunyai satu elektron yang terikat agak lemah sehingga lebih mudah dilepaskan.
- Nilai afinitas Elektron dari Na ke Cl, dengan penyimpangan nilai untuk Al dan P. (abaikan tanda negative pada nilai afinitas elektron, yang berarti energi dilepaskan).
 Afinitas elektron adalah : energi yang terlibat pelepasan energi (-) / penyerapan energi (+) jika suatu atom / ion dalam fasa gas menerima satu elektron

membentuk ion negatif. Peningkatan afinitas elektron ini berkaitan dengan muatan inti yang semakin positif dan jari – jari atom semakin kecil. Keadaan ini menyebabkan gaya tarik menarik antara inti dengan elektron yang ditambahkan semakin kuat sehingga afinitas elektronnya bertambah.

- Nilai keelektronegatifan bertambah dari Na ke Cl.
Keelektronegatifan adalah : suatu ukuran kemampuan suatu atom untuk menarik elektron dalam suatu ikatan kimia.
Dari kiri ke kanan (Na ke Cl) keelektronegatifan unsur - unsur semakin besar, karena muatan inti bertambah positif dan jari – jari atom berkurang, keadaan ini menyebabkan gaya tarik menarik inti terhadap elektron semakin kuat, akibatnya kemampuan atom untuk menarik elektron semakin besar. Hal ini juga memperlihatkan semakin kekanan unsur periode ketiga semakin mudah menarik elektron. Unsur-unsur dengan keelektronegatifan kecil cenderung bersifat logam (elektropositif). Sehingga sifat logam dari Na ke Ar semakin berkurang karena nilai keelektronegatifannya semakin besar

b. Sifat Kimia

Sifat kimia berhubungan dengan reaksi kimia, sifat kimia unsur – unsur periode 3 dapat kalian lihat pada table dibawah ini.

Tabel 1.2 Sifat - sifat Unsur Periode 3

Sifat \ Unsur	¹¹ Na	¹² Mg	¹³ Al	¹⁴ Si	¹⁵ P	¹⁶ S	¹⁷ Cl
Konfigurasi elektron	[Ne] 3s ¹	[Ne] 3s ²	[Ne] 3s ² , 3p ¹	[Ne] 3s ²	[Ne] 3s ² , 3p ³	[Ne] 3s ² , 3p ⁴	[Ne] 3s ² , 3p ⁵
Jari-jari atom	← makin besar sesuai arah panah						
Keelektronegatifan	→ makin besar sesuai arah panah						
Kelogaman	Logam			Semi-logam	Bukan logam		
Oksidator/reduktor	Reduktor	← makin besar sesuai arah panah					Oksidator
Konduktor/isolator	Konduktor			Isolator			
Oksidasi utama	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl ₂ O ₇
Ikatan	Ion			Kovalen			
Sifat oksida	Basa		Amfoter	Asam			
Hidroksida	NaOH	Mg(OH) ₂	Al(OH) ₃	H ₂ SiO ₃	H ₃ PO ₄	H ₂ SO ₄	HClO ₄
Kekuatan basa/asam	Basa kuat	Basa lemah	Basa lemah	Asam lemah	Asam lemah	Asam kuat	Asam kuat
Klorida	NaCl	MgCl ₂	AlCl ₃	SiCl ₄	PCl ₅	SCl ₂	Cl ₂
Ikatan	Ion			Kovalen			
Senyawa dengan hidrogen	NaH	MgH ₂	AlH ₃	SiH ₄	PH ₃	H ₂ S	HCl
Ikatan	Ion	Kovalen					
Reaksi dengan air	Menghasilkan bau dan gas H ₂			Tidak bersifat asam		Asam lemah	Asam kuat

Dari table diatas dapat dilihat, bahwa natrium merupakan reduktor terkuat, sedangkan klorin merupakan oksidator terkuat. Meskipun natrium, magnesium, dan aluminium merupakan reduktor kuat, tetapi kereaktifannya berkurang dari Na ke Al. Sedangkan silikon merupakan reduktor yang sangat lemah, jadi hanya dapat bereaksi dengan oksidator-oksidator kuat, misalnya klorin dan oksigen. Di lain pihak selain sebagai reduktor, fosfor juga merupakan oksidator lemah yang dapat mengoksidasi reduktor kuat, seperti logam aktif. Sedangkan belerang yang mempunyai daya reduksi lebih lemah daripada fosfor ternyata mempunyai daya

pengoksidasi lebih kuat daripada fosfor. Sementara klorin dapat mengoksidasi hampir semua logam dan nonlogam karena klorin adalah oksidator kuat.

Dari table diatas, kalian dapat dilihat juga hidroksida unsur-unsur periode ketiga, yaitu NaOH, Mg(OH)₂, Al(OH)₃, H₂SiO₃, H₃PO₄, H₂SO₄, dan HClO₄. Sifat hidroksida unsur-unsur periode ketiga tergantung pada energi ionisasinya. Hal ini dapat dilihat dari jenis ikatannya. Jika ikatan M – OH bersifat ionik dan hidroksidanya bersifat basa karena akan melepas ion OH⁻ dalam air, maka energi ionisasinya rendah. Tetapi jika ikatan M – OH bersifat kovalen dan tidak lagi dapat melepas ion OH⁻, maka energi ionisasinya besar. Selain itu NaOH tergolong basa kuat dan mudah larut dalam air, Mg(OH)₂ lebih lemah daripada NaOH tetapi masih termasuk basa kuat. Namun Al(OH)₃ bersifat amfoter, artinya dapat bersifat asam sekaligus basa. Hal ini berarti bila Al(OH)₃ berada pada lingkungan basa kuat, maka akan bersifat sebagai asam, sebaliknya jika berada pada lingkungan asam kuat, maka akan bersifat sebagai basa. Sedangkan H₂SiO₃ atau Si(OH)₄, merupakan asam lemah dan tidak stabil, mudah terurai menjadi SiO₂ dan H₂O. Begitu pula dengan H₃PO₄ atau P(OH)₅ yang juga merupakan asam lemah. Sementara H₂SO₄ atau S(OH)₆ merupakan asam kuat, begitu juga HClO₄ atau Cl(OH)₇ yang merupakan asam sangat kuat (Sumber: www.chem-is-try.org).

3. Proses Pembuatan Unsur – Unsur Periode 3

a. Natrium

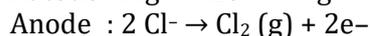
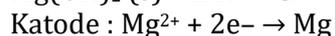
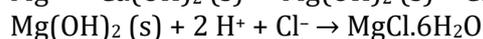
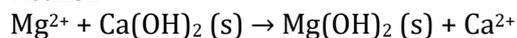
Perlu kalian ketahui bahwa Natrium merupakan unsur alkali dengan daya reduksi paling rendah, dengan sumber utamanya adalah halit (umumnya dalam bentuk NaCl). Pembuatan natrium dapat dilakukan dengan proses Downs, yaitu elektrolisis lelehan NaCl. Air asin yang mengandung NaCl diuapkan sampai kering kemudian padatan yang terbentuk dihancurkan untuk kemudian dilelehkan. Sedangkan untuk mengurangi biaya pemanasan, NaCl (titik lebur 801 °C) dicampur dengan 1½ bagian CaCl₂ untuk menurunkan suhu lebur hingga 580 °C (Martin S. Silberberg, 2000: 971).

b. Magnesium

Magnesium dapat diperoleh melalui proses Downs:

- Magnesium diendapkan sebagai magnesium hidroksida dengan menambahkan Ca(OH)₂ ke dalam air laut.
- Tambahkan asam klorida untuk mendapatkan kloridanya, yang kemudian diperoleh kristal magnesium klorida (MgCl₂·6H₂O).
- Elektrolisis lelehan kristal magnesium dengan terlebih dahulu menambahkan magnesium klorida yang mengalami hidrolisis sebagian ke campuran lelehan natrium dan kalsium klorida. Hal ini dilakukan untuk menghindari terbentuknya MgO saat kristal MgCl₂·6H₂O dipanaskan.
- Magnesium akan terbentuk pada katode.

Reaksi:



(Sri Lestari, 2004: 30).

c. Aluminium

Aluminium diperoleh dari elektrolisis bauksit yang dilarutkan dalam kriolit cair. Proses ini dikenal dengan proses Hall Heroult. Pada proses ini bauksit ditempatkan dalam tangki baja yang dilapisi karbon dan berfungsi sebagai katode. Adapun anode berupa batang-batang karbon yang dicelupkan dalam campuran.

- d. Silikon
Silikon dapat dibuat dari reduksi SiO_2 murni dengan serbuk aluminium pada suhu tinggi, dengan reaksi seperti berikut.
 $4\text{Al}(\text{s}) + 3\text{SiO}_2(\text{s}) \rightarrow 2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{l}) + 3\text{Si}(\text{s})$
- e. Phosphor
Phosphor dibuat dalam tanur listrik dengan memanaskan fosforit, pasir, dan kokas dengan reaksi seperti berikut.
 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(\text{l}) + 3\text{SiO}_2(\text{s}) \rightarrow 3\text{CaSiO}_3(\text{l}) + \text{P}_2\text{O}_5(\text{s})$
 $2\text{P}_2\text{O}_5(\text{s}) + 10\text{C}(\text{s}) \rightarrow \text{P}_4(\text{s}) + 10\text{CO}(\text{g})$
Dalam proses ini dihasilkan phosphor kuning. Adapun phosphor merah dihasilkan dengan jalan memanaskan phosphor kuning pada suhu $250\text{ }^\circ\text{C}$ tanpa udara.
- f. Sulfur (Belerang)
Pembuatan belerang pertama kali dikembangkan pada tahun 1904 oleh Frasch yang mengembangkan cara untuk mengekstrak belerang yang dikenal dengan cara Frasch. Pada Gambar 4.8 Pompa Frasch Sumber: Kamus Kimia Bergambar Unsur-Unsur Utama 85 proses ini pipa logam berdiameter 15 cm yang memiliki dua pipa konsentrik yang lebih kecil ditanam sampai menyentuh lapisan belerang. Uap air yang sangat panas dipompa dan dimasukkan melalui pipa luar, sehingga belerang meleleh, selanjutnya dimasukkan udara bertekanan tinggi melalui pipa terkecil, sehingga terbentuk busa belerang yang keluar mencapai 99,5%.
- g. Klorin
Klorin dapat dibuat menggunakan beberapa cara, yaitu:
- Proses Deacon (oksidasi)
HCl dicampur dengan udara, kemudian dialirkan melalui CuCl_2 yang bertindak sebagai katalis. Reaksi terjadi pada suhu $\pm 430\text{ }^\circ\text{C}$ dan tekanan 20 atm.
 - Elektrolisis larutan NaCl menggunakan diafragma.
 - Elektrolisis lelehan NaCl
- h. Argon
Argon dapat diperoleh dari atmosfer/udara bebas secara destilasi fraksional pada udara cair atau dengan mengemisikan positron / elektron ke atom K.
 $\text{K} + 1\text{e} \rightarrow \text{Ar}(40)$ isotop Ar dengan proton 40.
4. Manfaat Unsur _ Unsur Periode 3
Setelah kalian mengetahui proses pembuatan unsur-unsur periode 3, berikut informasi kegunaan atau manfaat unsur-unsur periode 3 atau senyawanya dalam kehidupan sehari-hari.

Tabel 1.3. Kegunaan Unsur Periode 3 dan Senyawanya

Unsur	Kegunaan/ Manfaat
Natrium	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dipakai dalam pembuatan ester ✓ NaCl digunakan oleh hampir semua makhluk ✓ Na-benzoat dipakai dalam pengawetan makanan ✓ Na-glutamat dipakai untuk penyedap makanan ✓ Isi dari lampu kabut dalam kendaraan bermotor ✓ NaOH dipakai untuk membuat sabun, deterjen, kertas ✓ NaHCO_3 dipakai sebagai pengembang kue ✓ Memurnikan logam K, Rb, Cs ✓ NaCO_3 Pembuatan kaca dan pemurnian air sadah
Magnesium	Untuk aliase (magnalium), digunakan untuk kerangka pesawat terbang dan lampu kilat dalam fotografi.

Aluminium	Untuk peralatan rumah tangga misal piring, mangkok, dan sendok; untuk membuat rangka dari mobil dan pesawat terbang; sebagai bahan cat aluminium (serbuk aluminium dengan minyak cat).
Silikon	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bahan bakar pada pembuatan jenis-jenis gelas atau kaca. ✓ Bahan-bahan solar sel. ✓ Sebagai semikonduktor ✓ sebagai bahan baku pada kalkulator, transistor, komputer, dan baterai solar. ✓ SiO₂ digunakan untuk menggosok batu kaca, logam-logam untuk pembuatan ampelas dan untuk pembuatan cat tahan udara.
Phosphor	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bahan untuk membuat pupuk superfosfat. ✓ Bahan untuk membuat korek api.
Sulfur	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sebagai bahan baku pembuatan asam sulfat H₂SO₄ (Proses Kontak dan Proses Kamar Timbal). ✓ Obat pemberantas jamur dan untuk memasak getah karet dan getah perca.
Klor	Sebagai desinfektan (Ca(OCl) ₂), pemutih NaClO digunakan dalam industri kertas dan industri tekstil sebagai pengelantang, sebagai pemusnah kuman, dan untuk pembuatan kapur klor, brom, dan zat warna organik.
Argon	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sebagai pengisi bola lampu karena Argon tidak bereaksi dengan kawat lampu ✓ Dipakai dalam industri logam sebagai inert saat pemotongan dan proses lainnya ✓ Untuk membuat lapisan pelindung pada berbagai macam proses ✓ Untuk mendeteksi sumber air tanah ✓ Dipakai dalam roda mobil mewah

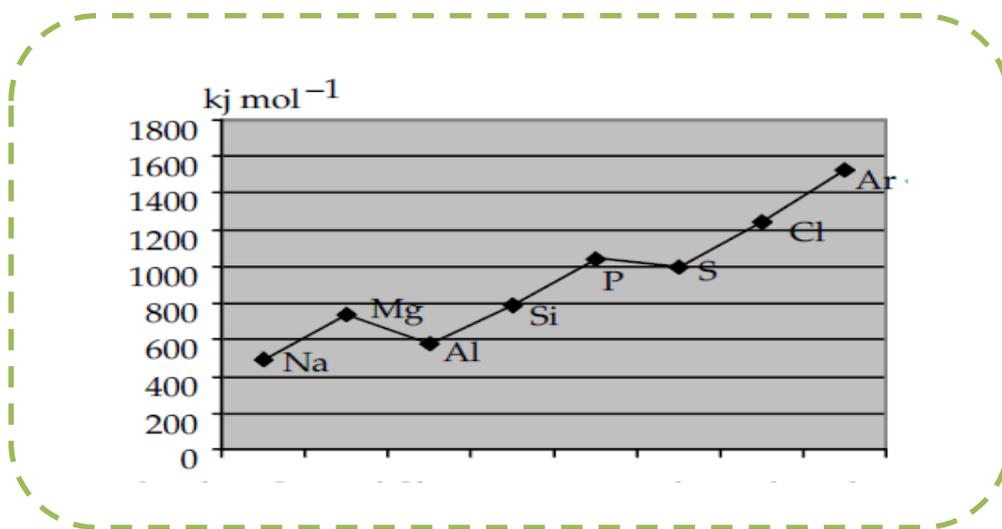
C. Rangkuman

1. Unsur-unsur periode ketiga dari natrium ke argon, sifat logamnya berkurang atau sifat nonlogamnya bertambah.
2. Variasi sifat-sifat unsur dalam satu periode dapat dijelaskan berdasarkan struktur elektron atom dan energi ionisasinya.
3. Sifat pengoksidasi unsur-unsur periode ketiga, dari natrium ke argon, makin bertambah. Sebaliknya, sifat pereduksi mereka makin berkurang.
4. Sifat asam senyawa hidroksida unsur-unsur periode makin bertambah dari natrium sampai klor atau sebaliknya sifat basanya makin berkurang.
5. Perubahan sifat reduktor dan oksidator unsur-unsur periode ketiga sepanjang periode dapat dijelaskan berdasarkan energi ionisasi dan struktur elektronnya.
6. Unsur-unsur periode ketiga terdapat di alam dalam keadaan terikat, kecuali belerang dan argon.
7. Kerapatan muatan Al³⁺ berpengaruh terhadap:
 - a. Sifat ikatan ion/kovalen aluminium oksida dan sifat amfoternya.
 - b. Polarisasi anion.
8. Aluminium oksida dan aluminium bersifat amfoter.

9. Unsur-unsur periode 3 dapat diperoleh melalui proses yang berbeda-beda. Natrium dan Magnesium melalui proses Down, Aluminium melalui proses Hall Heroult, Silikon melalui reduksi SiO₂ murni, Phosphor menggunakan tanur listrik, Sulfur melalui proses Frasch dan Klor melalui proses elektrolisis dan proses Deacon.
10. Unsur-unsur periode 3 maupun senyawanya banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari

D. Penugasan Mandiri

Berikut adalah grafik kecenderungan Energi Ionisasi unsur – unsur periode 3



Sumber: *General Chemistry, Principles and Modern Applications, Petrucci R.H, Harwood W.S, dan Herring G.F*

PERTANYAAN

1. Berdasarkan grafik kecenderungan Energi Ionisasi diatas, bagaimanakah kecendrungan energi ionisasi unsur-unsur periode ketiga dari kiri ke kanan? (bertambah/berkurang)

Jawab:

.....

2. Berdasarkan jawaban soal nomor 1, mengapa energi ionisasi dari kiri ke kanan cenderung bertambah? (hubungkan dengan daya tarik inti terhadap elektron terluar)

Jawab:

.....

3. Berdasarkan Grafik Kecenderungan Energi Ionisasi diatas, mengapa energi ionisasi magnesium lebih besar daripada aluminium, dan energi ionisasi fosfor lebih besar daripada belerang?(hubungkan dengan konfigurasi elektron)

Jawab:

.....

E. Latihan Soal

Pilihlah Salah Satu Jawaban yang Tepat !

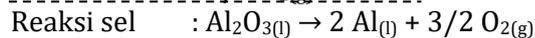
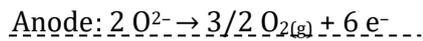
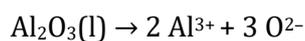
- Empat unsur periode ketiga, yaitu : P, Mg, Cl, dan Na. Urutan unsur-unsur tersebut dari yang paling kecil sifat pereduksinya sampai yang paling besar adalah...
 - Na, Cl, Mg, P
 - Cl, P, Mg, Na
 - Cl, P, Na, Mg
 - P, Cl, Na, Mg
 - Na, Mg, P, Cl
- Tiga senyawa hidroksida unsur periode ketiga yang bersifat asam, dari yang paling lemah sampai yang paling kuat adalah...
 - $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Si}(\text{OH})_2$, $\text{PO}(\text{OH})_3$
 - $\text{PO}(\text{OH})_3$, $\text{SO}_2(\text{OH})_2$, $\text{ClO}_3(\text{OH})$
 - $\text{ClO}_3(\text{OH})$, $\text{SO}_2(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$
 - $\text{Si}(\text{OH})_2$, $\text{SO}_2(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$
 - $\text{ClO}_3(\text{OH})$, $\text{PO}(\text{OH})_3$, $\text{SO}_2(\text{OH})_2$
- Unsur-unsur periode ketiga di alam terdapat dalam bentuk senyawa kecuali unsur belerang yang bebas, karena belerang.....
 - Memiliki bentuk dua alotrop
 - Terletak pada perubahan sifat molekul raksasa menuju molekul sederhana
 - Mempunyai sifat afinitas elektron yang besar
 - Mempunyai nilai energi ionisasi yang kecil
 - Membentuk molekul sangat stabil
- Tiga buah unsur periode ketiga yang semuanya diperoleh melalui elektrolisis adalah...
 - Natrium, argon, magnesium
 - Magnesium, aluminium, argon
 - Natrium, magnesium, aluminium
 - Aluminium, silikon, klor
 - Aluminium, klor, magnesium
- Perhatikan sifat berikut
 - Bereaksi dengan oksigenn membentuk lapisan tipis oksida yang melindungi dari oksida lebih lanjut
 - Bereaksi dengan asam membebaskan gas hidrogen
 - Apabila dipanaskan kuata diudara akan terbakar membentuk oksida dan sedikit nitride
 - Dari pernyataan diatas termasuk ciri-ciri sifat unsur
 - Natrium
 - Magnesium
 - Aluminium
 - Silikon
 - Fosfor

6. Tabel keteraturan sifat unsur dari kiri ke kanan dalam satu periode adalah sebagai berikut:

No	Sifat Fisis	Sifat Kimia
1	Energi ionisasi bertambah	Sifat basa berkurang
2	Afinitas elektron berkurang	Sifat oksidator bertambah
3	Jari-jari atom berkurang	Sifat logam bertambah
4	Keelektronegatifan bertambah	Sifat reduktor bertambah
5	Massa atom bertambah	Sifat asam berkurang

Sifat yang tepat untuk unsur-unsur periode ketiga adalah

- A. 1
B. 2
C. 3
D. 4
E. 5
7. Aluminium tergolong logam tahan korosi. Sifat inilah yang menyebabkan aluminium dipakai dalam industri kecil...
- A. Untuk membuat logam campur
B. Untuk membuat reaksi termit
C. Sebagai pereduksi berbagai macam oksida
D. Untuk membuat berbagai peralatan dapur
E. Untuk membuat roda pesawat terbang
8. Pengolahan aluminium secara industri dilakukan dengan cara elektrolisis lelehan Al_2O_3 dalam kriolit cair dengan menggunakan elektroda grafit (karbon). Kriolit berfungsi menurunkan titik leleh Al_2O_3 dari 2000 °C menjadi 1000°C melalui reaksi berikut:



Nama proses pembuatan/pengolahan aluminium tersebut adalah....

- A. kamar timbal
B. kontak
C. Haber-Bosch
D. tanur tinggi
E. Hall
9. Perhatikan unsur-unsur dengan nomor atom berikut :
Jika unsur ${}_{11}\text{X}$, ${}_{15}\text{Y}$, ${}_{17}\text{Z}$ adalah unsur-unsur periode ketiga. Pertanyaan yang benar tentang sifat unsur tersebut adalah
- A. Unsur x bersifat non logam
B. Keelektronegatifan unsur $\text{X} > \text{Y} > \text{Z}$
C. Ketiga unsur tersebut memiliki jumlah elektron valensi yang sama.
D. Y dan Z dapat membentuk senyawa dengan rumus Y_3Z
E. Jari-jari atom unsur $\text{X} > \text{Y} > \text{Z}$

Kunci Jawaban dan Pembahasan

No	Kunci Jawaban	Pembahasan
1	B	Urutan unsur periode ketiga dari kiri ke kanan : Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, Ar. Salah satu perubahan sifat unsur periode ketiga dari kiri ke kanan adalah makin mudah tereduksi, berarti sifat oksidator bertambah. Sebaliknya, sifat reduktor (pereduksi) berkurang. Dengan demikian, untuk sifat pereduksi yang makin besar urutannya adalah : Cl, P, Mg, Na.
2	B	Unsur periode ketiga dari kiri ke kanan, keasaman semakin kuat.
3	E	Unsur-unsur periode ketiga di alam terdapat dalam bentuk senyawa kecuali belerang sebab belerang membentuk molekul S_8 yang stabil dan banyak terdapat di daerah gunung berani.
4	C	Unsur periode ketiga yang diperloeh dari elektrolisis adalah Natrium, magnesium, aluminium. Logam natrium diekstraksi dengan metode elektrolisis menggunakan Sel Down, Sedangkan logam magnesium diekstraksi dengan metode elektrolisis dengan mereaksikan Mg dalam air laut dengan CaO. Dan logam Al diekstraksi dengan proses Hall-Heroult yaitu ekstraksi Al dari bauksit menggunakan metode elektrolisis.
5	C	Dari ciri-ciri diatas merupakan sifat dari aluminium dimana apabila aluminium bereaksi dengan oksigen membentuk lapisan tipis oksida yang melindungi dari oksida lebih lanjut. Bereaksi dengan asam membebaskan gas hidrogen. Apabila dipanaskan kuat diudara akan terbakar membentuk oksida dan sedikit nitrida. Dapat mereduksi Fe_2O_3 .
6	A	Dari kiri kekanan sifat unsur periode ketiga berubah dari logam-metaloid-nonlogam- dan gas mulia Keelektronegatifan dari kiri kekanan bertambah Titik cair dan titik didih dari kiri kekanan meningkat secara bertahap dan mencapai puncaknya pada silikon, kemudian turun secara drastis pada fosfor Energi ionisasi dari kiri kekanan cenderung bertambah Daya pereduksi unsur periode ketiga dari kiri kekanan berkurang Daya pengoksidasinya bertambah Dari kiri kekanan energi ionisasi bertambah oleh karena itu sifat basa berkurang dan sifat asam bertambah
7	D	Aluminium merupakan logam yang cukup reaktif, sifat reduktornya cukup baik. Tetapi, Al adalah logam yang tahan korosi karena aluminium membentuk lapisan Al_2O_3 yang akan melindunginya dari korosi.
8	C	Sudah jelas proses pembuatan aluminium dengan menggunakan bahan baku Bauksit dinamakan proses Haber - Bosh
9	E	Unsur X adalah logam sedangkan Y dan Z nonlogam Makin besar nomer atom keelektronegatifan unsur semakin besar

		<p>X mempunyai satu elektron valensi Y mempunyai lima elektron valensi Z mempunyai tujuh elektron valensi Senyawa Y dan Z adalah YZ_3 atau YZ_5 Dalam satu periode semakin besar nomor atom jari-jari makin kecil, jumlah proton dalam inti semakin banyak sehingga gaya tarik inti semakin kuat</p>
--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

F. Penilaian Diri

Setelah mempelajari kegiatan pembelajaran 1 tentang Unsur – Unsur Periode 3, berikut diberikan tabel pertanyaan untuk mengukur keberhasilan kalian terhadap penguasaan materi ini.

Tabel Penilaian Diri

No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1	Dapatkah kalian menjelaskan kelimpahan Unsur – Unsur Periode 3 ?		
2	Dapatkah kalian membedakan sifat – sifat Unsur – Unsur Periode 3 berdasarkan kenaikan nomor atomnya?		
3	Dapatkah kalian menjelaskan proses pembuatan Unsur – Unsur Periode 3 ?		
4	Dapatkah kalian menjelaskan manfaat Unsur – Unsur Periode 3 dalam kehidupan sehari - hari ?		

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

UNSUR – UNSUR TRANSISI PERIODE 4

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini diharapkan kalian mampu menjelaskan kelimpahan, sifat – sifat, manfaat dan proses pembuatan unsur – unsur Transisi periode 4

B. Uraian Materi

Unsur Transisi adalah unsur – unsur dan konfigurasi elektronnya berakhir pada subkulit d dan subkulit f. Unsur transisi yang elektron terakhirnya berada pada subkulit d disebut dikelompokkan sebagai unsur transisi luar, Unsur transisi yang elektron terakhirnya berada pada subkulit f disebut dikelompokkan sebagai unsur transisi dalam. Berikut akan diuraikan kelimpahan, sifat – sifat, proses pembuatan dan manfaat/kegunaan unsur – unsur transisi periode 4

1. Kelimpahan Unsur – Unsur Transisi Periode 4 di Alam

Unsur logam transisi periode 4 terdapat di alam dalam bentuk mineralnya.

- **Skandium (Sc)**
Skandium (Sc) terdapat dalam mineral torvetit (Sc_2SiO_7).
- **Titanium (Ti)**
Unsur ini terdapat dalam mineral rutil (TiO_2) yang terdapat dalam bijih besi sebagai ilmenit $(\text{FeTi})_2\text{O}_3$ dan *ferrotitanate* (FeTiO_3) juga terdapat dalam karang, silikat, bauksit batubara, dan tanah liat.
- **Vanadium (V)**
Vanadium terdapat dalam senyawa karnotit (K-uranil-vanadat) $[(\text{K}_2(\text{UO}_2)_2(\text{VO}_4)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O})]$, dan vanadinit $(\text{Pb}_5(\text{VO}_4)_3\text{Cl})$.
- **Kromium (Cr)**
Bijih utama dari kromium di alam adalah kromit ($\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$) dan sejumlah kecil dalam kromoker.
- **Mangan (Mn)**
Bijih utamanya berupa pirulosit (batu kawi) (MnO_2), dan rodokrosit (MnCO_3) dan diperkirakan cadangan Mn terbesar terdapat di dasar lautan.
- **Besi (Fe)**
Besi (Fe) adalah unsur yang cukup melimpah di kerak bumi (sekitar 6,2% massa kerak bumi). Besi jarang ditemukan dalam keadaan bebas di alam. Besi umumnya ditemukan dalam bentuk mineral (bijih besi), seperti hematite (Fe_2O_3), siderite (FeCO_3), dan magnetite (Fe_3O_4).
- **Kobalt (Co)**
Kobalt terdapat di alam sebagai arsenida dari Fe, Co, Ni, dan dikenal sebagai smaltit, kobaltit (CoFeAsS) dan eritrit $\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.
- **Nikel (Ni)**
Nikel ditemukan dalam beberapa senyawa berikut ini.
 1. Sebagai senyawa sulfida : penladit (FeNiS), milerit (NiS)
 2. Sebagai senyawa arsen : smaltit (NiCoFeAs_2)
 3. Sebagai senyawa silikat : garnierit ($\text{Ni} \cdot \text{MgSiO}_3$)

- **Tembaga (Cu)**

Tembaga umumnya ditemukan dalam bentuk senyawanya, yaitu bijih mineral, seperti Pirit tembaga (kalkopirit) CuFeS_2 , bornit (Cu_3FeS_3), kuprit (Cu_2O), melakonit (CuO), malasit ($\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$).

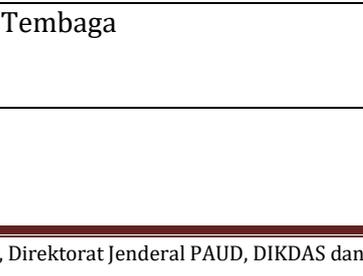
- **Seng (Zn)**

Seng (Zn) terdapat di alam sebagai senyawa sulfida seperti seng blende (ZnS), sebagai senyawa karbonat kelamin (ZnCO_3), dan senyawa silikat seperti hemimorfit ($\text{ZnO} \cdot \text{ZnSiO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$).

Secara mudah kalian dapat melihat nama-nama mineral yang mengandung unsur logam transisi periode 4 pada tabel 3 berikut.

Tabel 2.1. Mineral Logam Transisi Periode 4

No	Logam	Mineral	Komposisi
1	Scandium 	Torvetit	Sc_2SiO_7
2	Titanium 	Rutil	TiO_2
		Ilminet	FeTiO_3
3	Vanadium 	Vanadit	$\text{Pb}_3(\text{VO}_4)_2$
4	Kromium	Kromit	FeCr_2O_4

			
5	Mangan 	Pirolusit	MnO_2
6	Besi 	Hematit Magnetit Pirit Siderit	Fe_2O_3 Fe_3O_4 FeS $FeCO_3$
7	Kobalt 	Smaltit Kobaltit	$CoAs_2$ $CoAsS$
8	Nikel 	Nikelit	NiS
9	Tembaga 	Kalkosit Kalkofirit Malasit	Cu_2S $CuFeS$ $Cu_2CO_3(OH)_2$

			
10	Seng 	Spalerit	ZnS

2. Sifat – Sifat Unsur Transisi Periode 4

Tentu kalian sudah mengetahui bahwa unsur logam transisi periode 4 pada Sistem Periodik Unsur (SPU) berada pada blok d, sehingga akan mempunyai elektron valensi yang berada pada sub kulit nd n-1s. Agar Ananda dapat mengingat Kembali, perhatikanlah konfigurasi elektron logam transisi periode 4 pada tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Konfigurasi Elektron Logam Transisi Periode 4

	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIIB				IB	IIB
Periode 4	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
Konfigurasi elektron	[Ar] 3d ¹ 4s ²	[Ar] 3d ² 4s ²	[Ar] 3d ³ 4s ²	[Ar] 3d ⁵ 4s ¹	[Ar] 3d ⁵ 4s ²	[Ar] 3d ⁶ 4s ²	[Ar] 3d ⁷ 4s ²	[Ar] 3d ⁸ 4s ²	[Ar] 3d ¹⁰ 4s ¹	[Ar] 3d ¹⁰ 4s ²

Konfigurasi elektron dan kedudukan elektron valensi logam transisi periode 4 menentukan kecenderungan sifat fisika dan kimia dari unsur tersebut. Sifat fisika logam transisi periode 4 dapat Ananda lihat pada tabel 2.3 berikut

Tabel 2.3 Sifat Fisika Golongan Transisi Periode 4

Sifat Fisik	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
Titik didih (°C)	2.836	3.287	3.407	2.671	2.061	2.861	2.927	2.913	2.562	907
Titik leleh (°C)	1.541	1.668	1.910	1.907	1.246	1.538	1.495	1.455	1.085	420
Energi ionisasi (kJ/mol)	631	658	650	653	717	759	758	737	745	906
Jari-jari ion (Å)	1,61	1,45	1,32	1,25	1,24	1,24	1,25	1,25	1,28	1,33
Konfigurasi elektron	2.8.9.2	2.8.10.2	2.8.11.2	2.8.13.1	2.8.13.2	2.8.14.2	2.8.15.2	2.8.16.2	2.8.18.1	2.8.18.2
Keelektronegatifan	1,3	1,5	1,6	1,6	1,5	1,8	1,8	1,8	1,9	1,6
Kerapatan (g/cm ³)	2,99	4,51	6,1	7,27	7,30	7,86	8,9	8,9	8,92	7,1

Dari table diatas, berikut ini penjabaran dari beberapa sifat fisika unsur logam transisi periode 4.

a. Sifat Logam

Kecuali seng logam-logam transisi memiliki elektron-elektron yang berpasangan. Hal ini lebih memungkinkan terjadinya ikatan-ikatan logam dan ikatan kovalen antaratom logam transisi. Ikatan kovalen tersebut dapat terbentuk antara elektron-elektron yang terdapat pada orbital d. Dengan demikian, kisi kristal logam-logam transisi lebih sukar dirusak dibanding kisi kristal logam golongan utama. Itulah sebabnya logam-logam transisi memiliki sifat keras, kerapatan tinggi, dan daya hantar listrik yang lebih baik dibanding logam golongan utama.

b. Titik Leleh dan Titik Didih

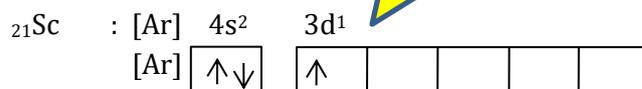
Unsur-unsur transisi umumnya memiliki titik leleh dan titik didih yang tinggi karena ikatan antaratom logam pada unsur transisi lebih kuat. Titik leleh dan titik didih yang jauh lebih rendah dibanding unsur transisi periode keempat lainnya karena pada seng orbital d-nya telah terisi penuh sehingga antaratom yang tidak dapat membentuk ikatan kovalen.

c. Sifat Magnetik

Jenis sifat magnetik ada 3 :

- *paramagnetik*, di mana atom, molekul, atau ion sedikit dapat ditarik oleh medan magnet karena **ada elektron yang tidak berpasangan pada orbital d-nya.**

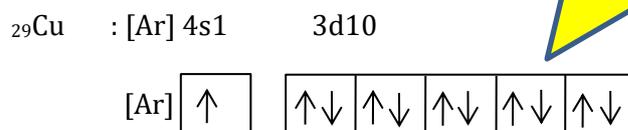
Contoh :



Ada satu elektron yang tidak berpasangan pada orbital d

- *diamagnetik*, di mana atom, molekul, atau ion dapat ditolak oleh medan magnet karena **seluruh elektron pada orbital d-nya berpasangan.**

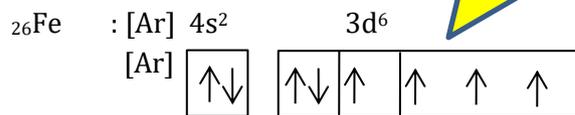
Contoh :



Seluruh elektron pada orbital d berpasangan

- *feromagnetik*, yaitu kondisi yang sama dengan *paramagnetik* hanya saja dalam keadaan padat.

Contoh :



Ada empat elektron yang tidak berpasangan pada orbital d

Logam Sc, Ti, V, Cr, dan Mn bersifat *paramagnetik*, sedangkan Cu dan Zn bersifat *diamagnetik*. Untuk Fe, Co, dan Ni bersifat *feromagnetik*. (Brady, 1990: 698).

d. Jari-Jari Atom

Tidak seperti periode ketiga, jari-jari atom unsur-unsur transisi periode keempat tidak teratur dari kiri ke kanan. Hal ini dipengaruhi oleh banyaknya elektron-elektron 3d yang saling tolak-menolak yang dapat memperkecil gaya tarik inti atom terhadap elektron-elektron. Akibatnya elektron-elektron akan lebih menjauhi inti atom, sehingga jari-jari atomnya lebih besar.

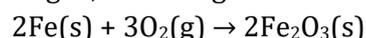
e. Ion Berwarna

Tingkat energi elektron pada unsur-unsur transisi yang hampir sama menyebabkan timbulnya warna pada ion-ion logam transisi. Hal ini terjadi karena elektron dapat bergerak ke tingkat yang lebih tinggi dengan mengabsorpsi sinar tampak. Pada golongan transisi, subkulit 3d yang belum terisi penuh menyebabkan elektron pada subkulit itu menyerap energi cahaya, sehingga elektronnya tereksitasi dan memancarkan energi cahaya dengan warna yang sesuai dengan warna cahaya yang dapat dipantulkan pada saat kembali ke keadaan dasar. Misalnya Ti^{2+} berwarna ungu, Ti^{4+} tidak berwarna, Co^{2+} berwarna merah muda, Co^{3+} berwarna biru, dan lain sebagainya.

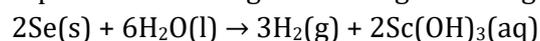
Sedangkan sifat kimia golongan transisi periode 4 dapat kalian lihat dari penjabaran berikut.

a. Kereaktifan

Dari data potensial elektroda, unsur-unsur transisi periode keempat memiliki harga potensial elektroda negatif kecuali Cu ($E^\circ = + 0,34$ volt). Ini menunjukkan logam-logam tersebut dapat larut dalam asam kecuali tembaga. Kebanyakan logam transisi dapat bereaksi dengan unsur-unsur nonlogam, misalnya oksigen, dan halogen.



Skandium dapat bereaksi dengan air menghasilkan gas hidrogen.



b. Pembentukan Ion Kompleks

Semua unsur transisi dapat membentuk ion kompleks, yaitu suatu struktur dimana kation logam dikelilingi oleh dua atau lebih anion atau molekul netral yang disebut ligan. Antara ion pusat dengan ligan terjadi ikatan kovalen

koordinasi, dimana ligan berfungsi sebagai basa Lewis (penyedia pasangan elektron).

Contoh: $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$; $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$; $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]^+$

Senyawa unsur transisi umumnya berwarna. Hal ini disebabkan perpindahan elektron yang terjadi pada pengisian subkulit d dengan pengabsorpsi sinar tampak. Senyawa Sc dan Zn tidak berwarna.

3. Proses Pembuatan Unsur – Unsur Transisi Periode 4

Proses pembuatan masing-masing logam transisi periode 4 dapat Anda baca pada paparan berikut.

- **Skandium (Sc)**

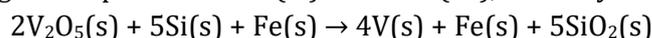
Dibuat dengan elektrolisis cairan ScCl_3 yang dicampurkan dengan klorida-klorida lain.

- **Titanium (Ti)**

Salah satu metode yang digunakan dalam proses pembuatan titanium adalah Metode Kroll yang banyak menggunakan klor dan karbon. Hasil reaksinya adalah titanium tetraklorida yang kemudian dipisahkan dengan besi triklorida dengan menggunakan proses distilasi. Senyawa titanium tetraklorida, kemudian direduksi oleh magnesium menjadi logam murni. Udara dikeluarkan agar logam yang dihasilkan tidak dikotori oleh unsur oksigen dan nitrogen. Sisa reaksi adalah antara magnesium dan magnesium diklorida yang kemudian dikeluarkan dari hasil reaksi menggunakan air dan asam klorida sehingga meninggalkan spons titanium. Spon ini akan mencair di bawah tekanan helium atau argon yang pada akhirnya membeku dan membentuk batangan titanium murni.

- **Vanadium (V)**

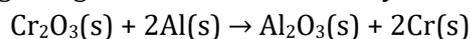
Ferovanadium (logam campuran dengan besi) dihasilkan dari reduksi V_2O_5 dengan campuran silikon (Si) dan besi (Fe), reaksinya:



Senyawa SiO_2 ditambah dengan CaO menghasilkan suatu terak yaitu bahan yang dihasilkan selama pemurnian logam.

- **Krom (Cr)**

Logam krom dibuat menurut proses goldschmidt dengan jalan mereduksi Cr_2O_3 dengan logam aluminium. Reaksinya:



- **Mangan (Mn)**

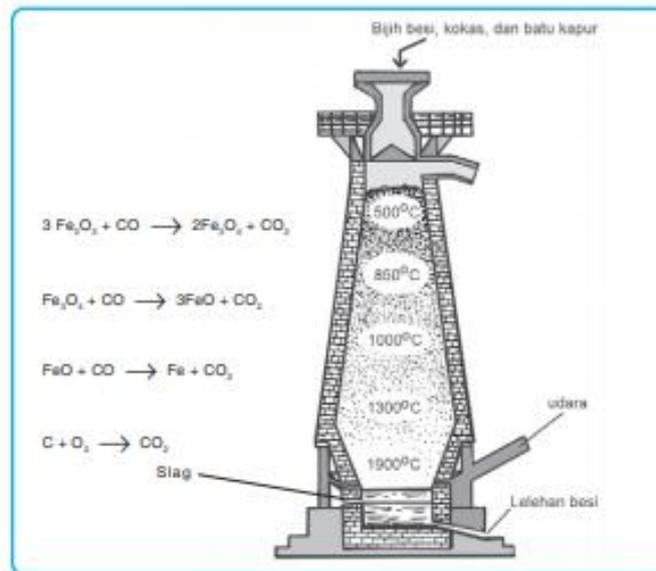
Pembuatan feromangan dilakukan dengan mereduksi MnO_2 dengan campuran besi oksida dan karbon. Reaksinya:



- **Besi (Fe)**

Besi diperoleh dari bijih besi dengan cara mereduksi bijih dalam tanur (tungku). Bahan-bahan yang diperlukan meliputi:

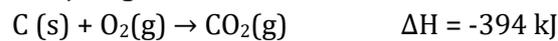
- bijih besi (hematit) Fe_2O_3 sebagai bahan baku,
- batu kapur CaCO_3 untuk mengikat zat pengotor,
- kokas (C) sebagai reduktor,
- udara untuk mengoksidasi C menjadi CO.



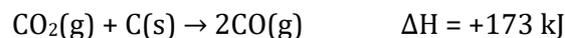
Gambar 2. 1 Tungku Pengolahan Besi

Proses yang terjadi pada pembuatan besi:

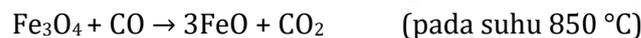
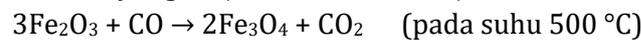
- Bahan-bahan (bijih besi, batu kapur, dan kokas) dimasukkan ke dalam tungku dari puncak tanur.
- Udara panas dialirkan melalui dasar tanur sehingga mengoksidasi karbon menjadi gas CO_2 .



- Kemudian gas CO_2 bergerak naik dan bereaksi lagi dengan kokas menjadi CO.

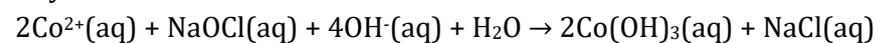


- Gas CO yang terjadi mereduksi bijih besi secara bertahap menjadi besi.



• Kobalt (Co)

Unsur Kobalt diproduksi Ketika hidroksida hujan, akan timbul (NaOCl). Berikut reaksinya :



$\text{Co}(\text{OH})_3$ yang dihasilkan kemudian dipanaskan untuk membentuk oksida dan kemudian ditambah dengan karbon sehingga terbentuklah unsur kobalt metal.

• Nikel (Ni)

Proses pembuatan nikel adalah melalui proses berikut :

- ✓ Pengeringan di tanur pengering
- ✓ Kalsinasi dan reduksi di tanur
- ✓ Peleburan di tanur listrik
- ✓ Pengkayaan di tanur pemurni
- ✓ Granulasi dan pengemasan

• Tembaga (Cu)

Tembaga diperoleh dari bijih kalkopirit CuFeS_2 melalui beberapa tahap, yaitu:

- Pengapungan (flotasi)
- Pemanggangan

- c) Reduksi
d) Elektrolisis

Bagan pengolahan tembaga seperti berikut.



- **Seng (Zn)**

Pembuatan logam seng dilakukan dengan pemanggangan seng sulfida (ZnS) kemudian oksida seng direduksi dengan karbon pijar.

4. Manfaat/Kegunaan Unsur – Unsur Transisi Periode 4

Kegunaan atau manfaat unsur transisi periode 4 dalam kehidupan sehari-hari diberikan pada tabel 2.4.

Tabel 2.4. Kegunaan Unsur Transisi Periode 4 dan Senyawanya

Unsur	Manfaat/ Kegunaan
Skandium (Sc)	Penggunaan utamanya dari segi isi padu adalah aloi aluminium-skandium untuk industri aeroangkasa dan juga untuk peralatan sukan (basikal, bet besbol, senjata api, dan sebagainya) yang memerlukan bahan berprestasi tinggi. Apabila dicampur dengan aluminium.
Titanium (Ti)	Titanium digunakan sebagai badan pesawat terbang dan pesawat supersonik, karena pada temperatur tinggi tidak mengalami perubahan kekuatan (<i>strenght</i>).
Vanadium (V)	Vanadium untuk membuat peralatan yang membutuhkan kekuatan dan kelenturan yang tinggi seperti per mobil dan alat mesin berkecepatan tinggi, Umumnya digunakan untuk paduan dengan logam lain seperti baja tahan karat dan baja untuk peralatan
Krom (Cr)	Khromium digunakan untuk mengeraskan baja, pembuatan baja tahan karat dan membentuk banyak alloy (logam campuran) yang berguna. Digunakan untuk katalis dan untuk pewarna gelas. Suatu senyawa kromium yang indah

	<p>sekali adalah jamrud (emerald). Batu permata ini terbentuk jika sebagian ion aluminium dalam mineral beril, $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{Si}_6\text{O}_{18})$ diganti oleh ion kromium (III).</p> <p>Krom juga digunakan untuk membuat aliase, misalnya nikrom (15% Cr, 60% Ni, dan 25% Fe). Aliase ini digunakan untuk tahanan kawat pada alat-alat pemanas, stainless steel (72% Fe, 19%Cr, 9% Ni).</p>
Mangan (Mn)	<p>Pada produksi baja, Mn berpartisipasi pada pemurnian besi melalui reaksi dengan belerang dan oksigen dengan memindahkannya melalui pembentukan terak. Fungsi yang lain adalah untuk meningkatkan kekerasan baja. Baja yang mengandung Mn dengan proporsi besar bersifat sangat keras dan tahan lama. Oleh karena itu digunakan dalam kereta api dan mesin-mesin bulldoser.</p>
Besi (Fe)	<p>Sebagai bahan utama pembuatan baja. Misalnya baja stainless steel (campuran 72% Fe, 19% Cr, dan 9% Ni). Adapun manfaat baja adalah $\text{Fe}(\text{OH})_3$ digunakan untuk bahan cat seperti cat minyak, cat air, atau cat tembok. Fe_2O_3 sebagai bahan cat dikenal nama meni besi, digunakan juga untuk mengkilapkan kaca. FeSO_4 digunakan sebagai bahan tinta.</p>
Kobalt (Co)	<p>Kobalt yang dicampur dengan besi, nikel, dan logam lainnya untuk membuat alnico, alloy dengan kekuatan magnet luar biasa untuk berbagai keperluan. Alloy stellit, mengandung kobalt, khromium, dan wolfram, yang bermanfaat untuk peralatan berat, peralatan yang digunakan pada suhu tinggi, maupun peralatan yang digunakan pada kecepatan yang tinggi.</p>
Nikel (Ni)	<p>Digunakan sebagai komponen pemanas listrik (nikrom) yang merupakan campuran dari Ni, Fe, dan Cr. Perunggu-nikel digunakan untuk uang logam. Perak jerman (paduan Cu, Ni, Zn) digunakan untuk barang perhiasan. Pembuatan aloi, <i>battery electrode</i>, dan keramik, dll</p> <p>Nikel digunakan untuk aliase, misalnya baja stainless, monel (65% Ni dan 35% Cu), alnico, dan nikrom.</p>
Tembaga (Cu)	<p>Banyak digunakan sebagai kabel jaringan listrik karena sifatnya yang menghantarkan listrik. Tembaga juga digunakan untuk membuat pipa ledeng. Alloy tembaga dan emas digunakan untuk membuat perhiasan</p>
Seng (Zn)	<p>Digunakan untuk melapisi besi dan baja untuk mencegah karat. Zink juga digunakan dalam alloy misalnya brazo (tembaga dan zink).</p>

C. Rangkuman

1. Unsur-unsur transisi periode keempat mempunyai sifat-sifat yang khas. Sifat-sifat khas unsur transisi periode keempat antara lain:
 - a. Bersifat logam, maka sering disebut logam transisi.
 - b. Bersifat logam, maka mempunyai bilangan oksidasi positif dan pada umumnya lebih dari satu.

- c. Banyak di antaranya dapat membentuk senyawa kompleks.
 - d. Pada umumnya senyawanya berwarna.
 - e. Beberapa di antaranya dapat digunakan sebagai katalisator
2. Pada sistem periodik unsur, yang termasuk dalam golongan transisi adalah unsur-unsur golongan B, dimulai dari IB – VIIB dan VIII. Sesuai dengan pengisian elektron pada subkulitnya, unsur ini termasuk unsur blok d, yaitu unsur-unsur dengan elektron valensi yang terletak pada subkulit d dalam konfigurasi elektronnya.
3. Beberapa kegunaan unsur-unsur transisi, antara lain:
- a. Skandium, digunakan pada lampu intensitas tinggi.
 - b. Titanium, digunakan pada industri pesawat terbang dan industri kimia (pemutih kertas, kaca, keramik, dan kosmetik).
 - c. Vanadium, digunakan sebagai katalis pada pembuatan asam sulfat.
 - d. Kromium, digunakan sebagai plating logam-logam lainnya.
 - e. Mangan, digunakan pada produksi baja dan umumnya alloy mangan-besi.
 - f. Kobalt, digunakan untuk membuat aliansi logam.
 - g. Nikel, digunakan untuk melapisi logam supaya tahan karat, membuat monel.
 - h. Tembaga, digunakan pada alat-alat elektronik dan perhiasan.

D. Penugasan Mandiri

Berikut adalah table sifat – sifat unsur – unsur transisi periode 4

Sifat	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
Nomor Atom	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Kerapatan (g/cm ³)	2,99	4,51	6,1	7,27	7,30	7,86	8,9	8,9	8,92	7,1
Jari-jari atom (Å)	1,61	1,45	1,32	1,25	1,24	1,24	1,25	1,25	1,28	1,33
Titik Leleh (°C)	1.541	1.668	1.910	1.907	1.246	1.538	1.495	1.455	1.085	420
Titik Didih (°C)	2.836	3.3287	3.407	2.671	2.061	2.861	2.927	2.913	2.562	907
Potensial Reduksi (volt)	-2,08	-1,63	-1,18	-0,91	-1,19	-0,44	-0,28	-0,23	+0,34	-0,763
Energi Ionisasi (kJ mol ⁻¹)	631	658	650	653	717	759	758	737	745	906
Elektronegativitas	1,3	1,5	1,6	1,6	1,5	1,8	1,8	1,8	1,9	1,6
Bilangan Oksidasi	3	2,3,4	2,3,4,5	2,3,6	2,3,4,7	2,3	2,3	2	1,2	2
Sifat kemagnetan	Paramagnetik				Feromagnetik			Diamagnetik		

1. Berdasarkan tabel diatas, bagaimanakah sifat logam unsur – unsur transisi periode 4 ?

Jawab

.....

.....

.....

2. Pada unsur – unsur transisi tersebut, terdapat perbedaan sifat kemagnetannya. Apakah yang menyebabkan perbedaan sifat dari sifat kemagnetan unsur – unsur transisi tersebut ?

Jawab

.....

.....

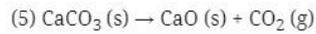
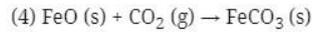
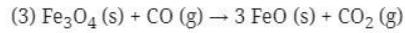
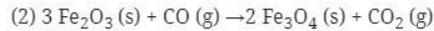
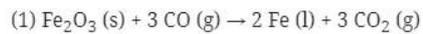
.....

E. Latihan Soal

Pilihlah Salah Satu Jawaban yang Tepat!

1. Unsur transisi yang paling banyak terdapat didalam kulit bumi adalah ...
 - A. Krom
 - B. Mangan
 - C. Besi
 - D. Nikel
 - E. Tembaga
2. Pada umumnya unsur transisi bersifat paramagnetik. Hal ini disebabkan oleh ...
 - A. Elektron terluarnya berada pada subkulit d
 - B. Adanya elektron-elektron tidak berpasangan pada subkulit d
 - C. Orbital-orbital pada subkulit d terisi penuh elektron
 - D. Semua unsur transisi bersifat logam
 - E. Adanya perpindahan elektron pada subkulit d yang tidak penuh
3. Pernyataan berikut yang bukan merupakan sifat unsur transisi adalah ...
 - A. Bersifat nonlogam
 - B. Mempunyai beberapa bilangan oksidasi
 - C. Bersifat paramagnetik
 - D. Dapat membentuk senyawa kompleks
 - E. Senyawanya berwarna
4. Berikut ini yang bukan merupakan mineral yang mengandung bijih besi adalah....
 - A. Hematit
 - B. Magnetit
 - C. Siderit
 - D. Rutil
 - E. Pirit
5. Senyawa unsur-unsur transisi periode keempat pada umumnya berwarna. Hal ini disebabkan karena....
 - A. Orbital d-nya terisi penuh
 - B. Orbital d-nya tidak terisi
 - C. Pengisian terakhir pada orbital d
 - D. Bersifat paramagnetic
 - E. Elektron dalam keadaan berpasangan
6. Nama mineral yang mengandung mangan adalah....
 - A. Bauksit
 - B. Kobaltit
 - C. Pirolusit
 - D. Kriolit
 - E. Pirit

7. Beberapa reaksi kimia berikut:



Reaksi yang terjadi pada peleburan besi pada tanur tinggi adalah....

- A. 1,2 & 3
 - B. 1, 2, & 4
 - C. 2,3 & 4
 - D. 2,3 & 5
 - E. 2,4 & 5
8. Kuningan Merupakan salah satu jenis aliasi logam....
- A. Sn dengan Cu
 - B. Zn dengan Cu
 - C. Ag dengan Cu
 - D. Zn dengan Ni
 - E. Ni dengan Cr
9. Nama senyawa kompleks $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$...
- A. Ion sianoargentat (I)
 - B. Ion disianoargentat (I)
 - C. Ion disianida argentat
 - D. Ion Trisianoargentat
 - E. Ion disianidaargentum (I)
10. Cat tembok sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari yang mana mengandung senyawa kimia, salah satu diantaranya cat berwarna putih. Senyawa kimia yang terkandung dalam cat putih tersebut adalah....
- A. V_2O_5
 - B. Cr
 - C. TiCl_3
 - D. Fe
 - E. TiO_2

Kunci Jawaban dan Pembahasan

No	Kunci Jawaban	Pembahasan
1	C	Besi (Fe) adalah unsur yang cukup melimpah di kerak bumi (sekitar 6,2% massa kerak bumi). Besi jarang ditemukan dalam keadaan bebas di alam. Besi umumnya ditemukan dalam bentuk mineral (bijih besi), seperti hematite (Fe_2O_3), siderite (FeCO_3), dan magnetite (Fe_3O_4).
2	B	Setiap atom dan molekul mempunyai sifat magnetik, yaitu paramagnetik, di mana atom, molekul, atau ion sedikit dapat ditarik oleh medan magnet karena ada elektron yang tidak berpasangan pada orbitalnya dan diamagnetik, di mana atom, molekul, atau ion dapat ditolak oleh medan magnet karena seluruh elektron pada orbitnya berpasangan. Sedangkan pada umumnya unsur-unsur transisi bersifat paramagnetik karena mempunyai elektron yang tidak berpasangan pada orbital-orbital d-nya. Sifat paramagnetik ini akan semakin kuat jika jumlah elektron yang tidak berpasangan pada orbitalnya semakin banyak. Logam Sc, Ti, V, Cr, dan Mn bersifat paramagnetik, sedangkan Cu dan Zn bersifat diamagnetik. Untuk Fe, Co, dan Ni bersifat feromagnetik, yaitu kondisi yang sama dengan paramagnetik hanya saja dalam keadaan padat.
3	A	Unsur transisi mempunyai sifat-sifat khas yang membedakan dari unsur golongan utama, antara lain : Sifat logam, semua unsure transisi tergolong logam dengan titik cair dan titik didih yang relatif tinggi. Bersifat paramagnetik (sedikit tertarik ke dalam medan magnet). Membentuk senyawa-senyawa yang berwarna. Mempunyai beberapa tingkat oksidasi. Membentuk berbagai macam ion kompleks. Berdaya katalitik, banyak unsur transisi atau senyawanya yang berfungsi sebagai katalis, baik dalam proses industri maupun dalam metabolisme..
4	D	Hematit : Fe_2O_3 Siderit : FeCO_3 Rutil : TiO_2 Magnetit : Fe_3O_4 Pirit : FeS_2 Dari rumus kimia mineral di atas dapat diketahui bahwa mineral yang tidak mengandung bijih besi adalah pirit, karena pirit merupakan mineral yang mengandung titanium
5	C	Hal yang mempengaruhi warna ion transisi dalam senyawa adalah subkulit d. Subkulit d memiliki 5 orbital yang masing-masing memiliki tingkat energi yang sama. Apabila ion-ion unsur transisi berikatan dengan unsur ion lain maka muatan listrik anion tersebut akan mempengaruhi 5 orbital d, sehingga terjadi perbedaan tingkat energi antara orbital-orbital d. Elektron-elektron pada orbital d dapat mengalami perpindahan

		<p>ke tingkat energi yang lebih tinggi, dengan cara menyerap energi tampak. Besarnya energi yang diserap tergantung jenis atom pusat dan anionnya. Apabila semua energi cahaya tampak diserap maka senyawa tersebut tidak berwarna. Karena orbital d terisi penuh electron atau kosong, maka senyawanya atau ionnya tidak berwarna.</p> <p>Apabila suatu zat menyerap energi cahaya tampak dengan panjang gelombang tertentu, zat tersebut akan meneruskan cahaya tampak yang tidak diserap mata, sehingga zat akan tampak berwarna sesuai dengan warna cahaya yang tidak diserap.</p>
6	C	<p>Bijih mangan yang utama adalah pirolusit (MnO_2) . Jika pirit adalah mineral yang mengandung besi (FeS_2), kobalt di alam diperoleh sebagai bijih smaltit ($CoAs_2$) dan kobaltit ($CoAsS$)</p>
7	A	<p>Pengolahan bijih besi dilakukan di dalam tanur tinggi yang dikenal dengan namablast furnance. Proses pengolahan bjih adalah sebagai berikut.</p> <p>Bijih besi, kokas dan kapur dimasukkan dari puncak tanur lalu udara panas diembuskan dari bawah. Reaksi yang terjadi pada tanur tinggi adalah sebagai berikut.</p> <p>“Udara panas yang diembuskan kedalam tanur akan mengalir ke atas dan mengoksidasi kokas dengan reaksi eksoterm menghasilkan gas CO_2. Kerika bergerak naik, gas CO_2 yang baru terbentuk itu bereaksi lagi dengan kokas yang bergerak turun membentuk CO. Reaksi eksoterm menyebabkan temperature pembakaran di dalam tanur tetap tinggi. Gas CO yang dihasilkan akan mereduksi bijih besi secara bertahap.</p>
8	D	<p>Seng juga digunakan sebagai logam paduan, misalnya kuningan yang berasal dari campuran Zn dan Cu yang digunakan untuk membuat alat-alat music dan hiasan.</p>
9	B	<p>Nama ion kompleks $[Ag(CN)_2]^-$ adalah ion diasianoargentat (I) Pemberian nama ion kompleks yang bermuatan negatif dimulai dengan nama ligannyakemudian di ikuti oleh nama atom pusat yang di tambah dengan akhiran at dan hanya satu kata. Bilangan oksidasi dari atom pusat di tulis dengan bilangan romawi dalam tanda kurung.</p>
10	E	<p>TiO_2 (titanium dioksida) adalah pigmen putih, selain itu dapat memberikan sifat cemerlang pada warna lain. Senyawa ini dapat digunakan untuk cat tembok.</p> <p>V_2O_5 sebagai katalisator menggunakan proses Kontak, Cr untuk bahan pelapis besi atau alloy dalam baja. Fe untuk bahan bangunan, bahan pembuatan mesin. Dan $TiCl_3$ sebagai katalisator untuk polimerisasi etena menjadi polietena.</p>

F. Penilaian Diri

Setelah mempelajari kegiatan pembelajaran 2 tentang Unsur – Unsur Transisi Periode 4, berikut diberikan tabel pertanyaan untuk mengukur keberhasilan kalian terhadap penguasaan materi ini.

Tabel Penilaian Diri

No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1	Dapatkah kalian menjelaskan kelimpahan Unsur – Unsur Transisi Periode 4 ?		
2	Dapatkah kalian membedakan sifat – sifat Unsur – Unsur Transisi Periode 4 berdasarkan kenaikan nomor atomnya?		
3	Dapatkah kalian menjelaskan proses pembuatan Unsur – Unsur Transisi Periode 4 ?		
4	Dapatkah kalian menjelaskan manfaat Unsur – Unsur Transisi Periode 4 dalam kehidupan sehari - hari ?		

EVALUASI

Pilihlah jawaban yang paling tepat !

1. Sifat-sifat unsur periode ketiga dari Na sampai Cl berikut adalah yang benar kecuali...
 - A. Sifat basa makin berkurang
 - B. Sifat asam makin bertambah
 - C. Afinitas elektron cenderung berkurang
 - D. Energi ionisasi cenderung bertambah
 - E. Keelektronegatifan unsur bertambah
2. Jika tingkat keasaman dan kebasaan senyawa hidroksida unsur-unsur periode ketiga dibandingkan, maka...
 - A. $\text{Cl}(\text{OH})_7$ bersifat asam yang lebih kuat dari $\text{S}(\text{OH})_6$
 - B. $\text{Si}(\text{OH})_4$ bersifat asam yang lebih lemah dari $\text{Al}(\text{OH})_3$
 - C. $\text{P}(\text{OH})_5$ bersifat asam yang lebih kuat dari $\text{S}(\text{OH})_6$
 - D. $\text{Si}(\text{OH})_4$ bersifat basa yang lebih kuat dari $\text{Al}(\text{OH})_3$
 - E. $\text{Mg}(\text{OH})_2$ bersifat basa yang lebih lemah dari $\text{Al}(\text{OH})_3$
3. Senyawa hidroksida unsur periode ketiga yang terionisasi menurut tipe : $\text{MOH} \rightarrow \text{M}^+ + \text{OH}^-$ adalah...
 - A. $\text{Si}(\text{OH})_4$
 - B. $\text{P}(\text{OH})_5$
 - C. $\text{Mg}(\text{OH})_2$
 - D. $\text{Cl}(\text{OH})_7$
 - E. $\text{S}(\text{OH})_6$
4. Urutan unsur-unsur periode ketiga, dimana sifat pereduksinya makin besar adalah..
 - A. Na, Al, Si, S
 - B. S, Si, Al, Na
 - C. Al, Na, S, Si
 - D. Si, Na, S, Al
 - E. Na, S, Si, Al
5. Jika dibandingkan sifat antara unsur-unsur natrium dengan magnesium maka natrium
 - A. lebih bersifat basa
 - B. lebih bersifat asam
 - C. energi ionisasinya lebih tinggi
 - D. jari-jari atomnya lebih kecil
 - E. keelektronegatifannya lebih tinggi

6. Perhatikan unsur-unsur dengan nomor atom berikut :



Jika unsur X,Y,Z adalah unsur-unsur periode ketiga. Pertanyaan yang benar tentang sifat unsur tersebut adalah

- Unsur x bersifat non logam
 - Kelektronegatifan unsur $X>Y>Z$
 - Ketiga unsur tersebut memiliki jumlah elektron valensi yang sama.
 - Y dan Z dapat membentuk senyawa dengan rumus Y_3Z
 - Jari-jari atom unsur $X>Y>Z$
7. Perhatikan sifat berikut
- Bereaksi dengan oksigenn membentuk lapisan tipis oksida yang melindungi dari oksida lebih lanjut
 - Bereaksi dengan asam membebaskan gas hidrogen
 - Apabila dipanaskan kuata diudara akan terbakar membentuk oksida dan sedikit nitrida
- Dari pernyataan diatas termasuk ciri-ciri sifat unsur
- Natrium
 - Magnesium
 - Aluminium
 - Silikon
 - Fosfor
8. Unsur periode ketiga yang dibuat dengan cara elektrolisis adalah ...
- Na, Cl, Al, Mg
 - Si, Na, Al, P
 - Al, Si, P, S
 - P, S, Cl, Ar
 - Mg,Al,Si,P
9. Bahan baku utama dalam pembuatan almunium adalah
- Dolomit
 - Magnesit
 - Pirit
 - Bauksit
 - Kalkopirit
10. Alumunium tergolong logam tahan korosi. Sifat inilah yang menyebabkan alumunium dipakai dalam industri kecil
- Untuk membuat logam campur
 - Untuk membuat reaksi termit
 - Sebagai pereduksi berbagai macam oksida
 - Untuk membuat berbagai peralatan dapur
 - Untuk membuat roda pesawat terbang

11. Beberapa sifat unsur sebagai berikut :
- 1) Titik didih tinggi
 - 2) Titik lebur rendah
 - 3) Dapat membentuk senyawa kompleks
 - 4) *Diamagnetik*
 - 5) *Paramagnetik*
- Sifat unsur transisi periode 4 ditunjukkan oleh
- A. 1, 2, 3
 - B. 1, 3, 5
 - C. 2, 3, 4
 - D. 2, 3, 5
 - E. 3, 4, 5
12. Logam golongan transisi terbagi menjadi beberapa sifat magnetik sesuai dengan jumlah elektron tidak berpasangan di orbital d yang dimilikinya. Pernyataan yang benar mengenai sifat tersebut adalah
- A. Logam transisi yang semua elektronnya berpasangan bersifat *paramagnetik*
 - B. Logam transisi bersifat *diamagnetik* karena mempunyai elektron tidak berpasangan
 - C. Sifat *diamagnetik* unsur logam transisi semakin besar seiring jumlah elektron tidak berpasangan
 - D. Semakin banyak elektron tidak berpasangan, sifat kemagnetan unsur logam transisi semakin meningkat
 - E. Logam-logam unsur transisi bersifat *feromagnetik* akibat tidak mempunyai elektron tidak berpasangan
13. Beberapa mineral berikut ini terdapat di alam.
- | | |
|------------|---------------|
| 1) Vanadit | 4) Kalkoporit |
| 2) Hematit | 5) Limonit |
| 3) Siderit | 6) Kalkosit |
- Di antara mineral-mineral di atas yang mengandung besi adalah ...
- A. Vanadit, hematit, dan kalkoporit
 - B. Hematit, kalkosit, dan kalkoporit
 - C. Hematit, siderit, dan timonit
 - D. Vanadit, siderit, dan kalkosit
 - E. Siderit, limonit, dan kalkosit
14. Tabel berikut berisi data nama unsur serta proses pembuatannya.

No	Unsur	Nama Proses
1	Titanium	Kontak
2	Kromium	Goldschmidt
3	Besi	Tanur tiup
4	Tembaga	Hall-heroult

Pasangan data yang keduanya berhubungan dengan tepat ditunjukkan oleh nomor

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

D. 2 dan 4

E. 3 dan 4

15. Berikut ini tabel tentang nama bijih mineral dan unsur yang terkandung dalam bijih tersebut :

No	Nama Bijih	Kandungan Unsur
1	Bauksit	Titanium
2	Kalkopirit	Tembaga
3	Hematit	Besi
4	Pyrit	Nikel
5	Pirolusit	Mangan

Hubungan yang sesuai antara bijih dan unsur yang dikandungnya adalah nomor ...

A. 1 dan 5

B. 2 dan 3

C. 2 dan 4

D. 2 dan 5

E. 3 dan 5

Kunci Jawaban Evaluasi

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

DAFTAR PUSTAKA

- Brady, James E. 1990. *General Chemistry (Principle and Structures)*. New York: John Wiley and Sons.
- Harnanto, Ari dan Ruminten. 2009. *KIMIA 3 Untuk SMA/MA Kelas XII*. Jakarta : Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Utami, Budi, dkk. 2009. *KIMIA Untuk SMA/MA Kelas XII Program Ilmu Alam*. Jakarta : Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- <https://id.scribd.com/doc/246730709/Cara-Pembuatan-Logam-Transisi-Periode-4> diunduh pada 15 Agustus 2020
- <https://kimiaini.wordpress.com/2014/12/14/unsur-unsur-periode-ketiga/> diunduh pada 16 Agustus 2020
- <https://soalkimia.com/soal-dan-pembahasan-kimia-unsur-periode-ketiga/> diunduh pada 14 Agustus 2020
- <https://vdokumen.com/kimia-unsur-periode-3.html> diunduh pada 14 Agustus 2020
- https://www.academia.edu/10184302/Kimia_unsur_transisi_periode_4 diunduh pada 15 Agustus 2020
- <https://www.slideshare.net/nufsey/unsur-transisi-periode-keempat> diunduh pada 16 Agustus 2020
- Pangajuanto, Teguh dan Tri Rahmidi. 2009. *KIMIA 3 Untuk SMA/MA Kelas XII*. Jakarta : Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- www.chem-is-try.org diunduh pada 14 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
XII



SENYAWA KARBON

KIMIA KELAS XII

PENYUSUN
Arni Wiyati, S.Pd
SMAN 6 Surabaya

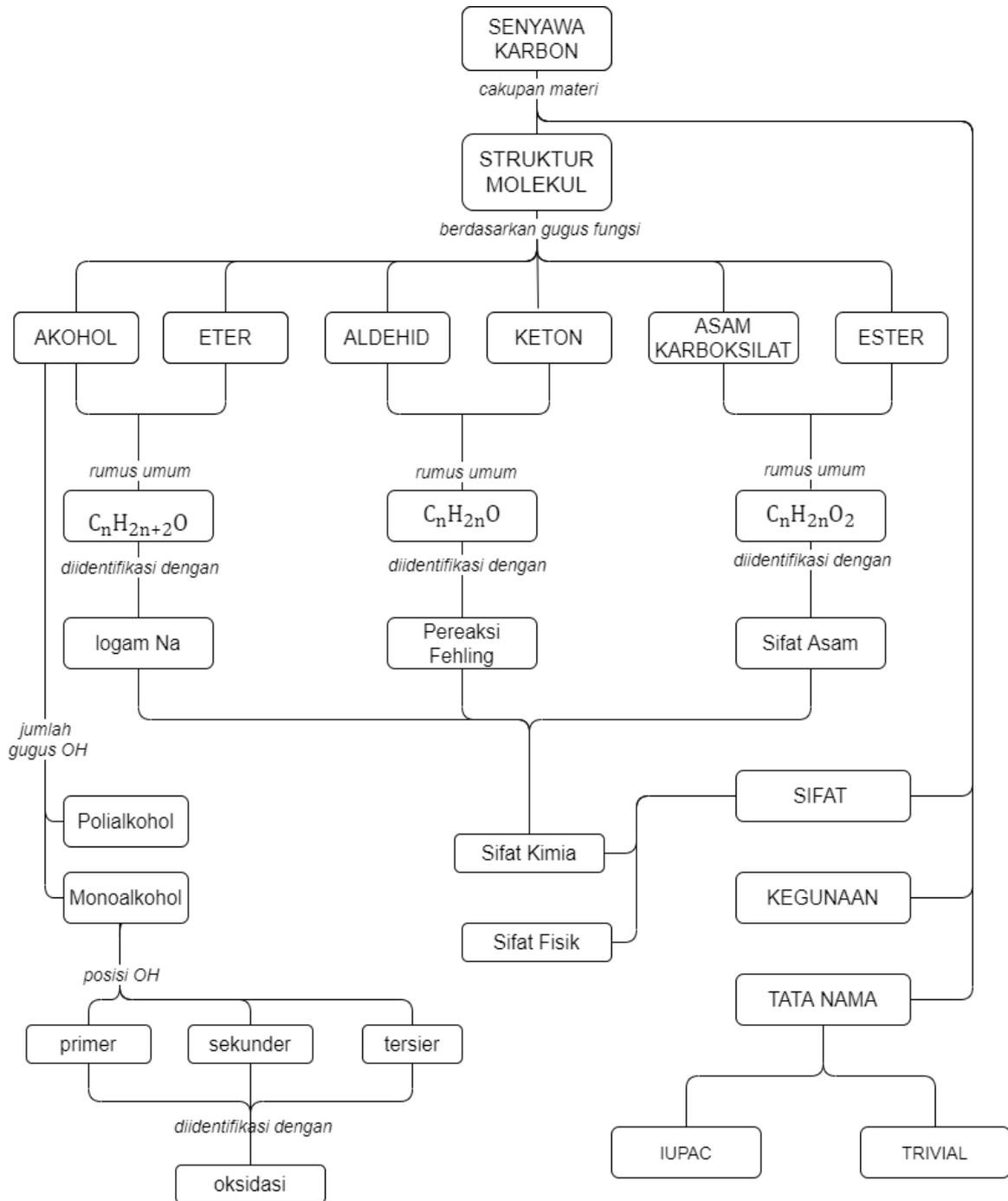
DAFTAR ISI

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	7
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	8
ALKOHOL DAN ETER.....	8
A. Tujuan Pembelajaran	8
B. Uraian Materi.....	8
C. Rangkuman	15
D. Latihan Soal	15
E. Penilaian Diri	18
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	19
ALDEHID DAN KETON.....	19
A. Tujuan Pembelajaran	19
B. Uraian Materi.....	19
C. Rangkuman	22
D. Latihan Soal	23
E. Penilaian Diri	25
KEGIATAN PEMBELAJARAN 3	26
ASAM KARBOKSILAT DAN ESTER.....	26
A. Tujuan Pembelajaran	26
B. Uraian Materi.....	26
C. Rangkuman	30
D. Latihan Soal	30
E. Penilaian Diri	33
EVALUASI	34
DAFTAR PUSTAKA	39

GLOSARIUM

Alkohol	: Kelompok senyawa yang mengandung satu atau lebih gugus fungsi hidroksil (-OH) pada suatu senyawa alkana.
Eter	: Suatu senyawa organik yang mengandung gugus R—O—R', dengan R merupakan gugus alkil.
Aldehid	: Salah satu kelompok senyawa karbonil yang memiliki gugus karbonil yang berikatan dengan atom hidrogen pada ujung rantai.
Keton	: Senyawa organik yang mengandung gugus R—COR', dengan R merupakan gugus alkil.
Asam karboksilat	: Suatu senyawa organik yang mengandung gugus -COOH, dengan R merupakan gugus alkil.
Ester	: Suatu senyawa organik yang mengandung gugus -COOR', dengan R merupakan gugus alkil.
Isomer	: Senyawa-senyawa yang mempunyai rumus molekul sama tetapi rumus struktur berbeda.
Polialkohol	: Alkohol yang memiliki gugus -OH lebih dari 1.
Monoalkohol	: Alkohol yang memiliki gugus -OH hanya 1.
Atom C asimetris	: Atom C yang mengikat 4 gugus yang berbeda.
Reagent Grignard	: Reagen yang memiliki rumus RMgX, di mana X adalah gugus halogen dan R adalah gugus alkil atau aril.
Reaksi substitusi	: Reaksi penggantian
Esterifikasi	: Reaksi pembentukan ester dari alkohol dan asam karboksilat.
Penyabunan	: Reaksi pembentukan sabun dari asam karboksilat dan basa kuat.
Larutan Fehling	: Larutan yang digunakan untuk uji identifikasi membedakan antara aldehid dan keton.
Reagen Tollens	: Pereaksi yang mengandung perak sebagai ion kompleks yaitu $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ digunakan untuk identifikasi aldehid dan keton.

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Kimia
Kelas	: XII
Alokasi Waktu	: 8 jam pelajaran
Judul Modul	: Senyawa Karbon

B. Kompetensi Dasar

- 3.9 Menganalisis struktur, tatanama, sifat, sintesis, dan kegunaan senyawa karbon
- 4.9 Menyajikan rancangan percobaan sintesis senyawa karbon, identifikasi gugus fungsi dan/atau penafsiran data spektrum inframerah (IR)

C. Deskripsi Singkat Materi

Cakupan bahasan modul yang berjudul senyawa karbon ini meliputi Struktur molekul, tatanama senyawa, sifat senyawa, sintesis senyawa dan kegunaannya. Berdasarkan struktur molekulnya terdapat pembahasan tentang alkohol-eter, aldehyd-keton dan Asam karboksilat-ester. Pada modul ini juga dibahas sifat fisika dan sifat kimia. Sintesis senyawa terkait juga dengan reaksi-reaksi dalam sifat kimia. Kegunaan senyawa meliputi senyawa-senyawa yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

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 Senyawa Karbon, kalian harus menguasai terlebih dahulu konsep hidrokarbon dan tata nama alkana.
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 kroscek jawaban dan pembahasannya. Isilah tabel penilaian diri dengan jujur agar benar-benar dapat mengukur ketercapaian kalian dalam belajar.

E. Materi Pembelajaran

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

- Pertama : Alkohol dan eter
- Kedua : Aldehid dan keton
- Ketiga : Asam karboksilat dan ester

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

ALKOHOL DAN ETHER

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini diharapkan kalian dapat:

1. Membedakan struktur molekul dari alkohol dan eter.
2. Tata nama dari alkohol dan eter.
3. Sifat dari alkohol dan eter.
4. Sintesis atau pembuatan dari alkohol dan eter.
5. Kegunaan dari alkohol dan eter.

B. Uraian Materi

Dalam kehidupan sehari-hari sebenarnya kalian pernah menggunakan senyawa senyawa alkohol dan eter, makanan tape sedikit mengandung senyawa alkohol. Eter banyak digunakan dalam dunia kedokteran sebagai obat bius dan pelarut organik. Sempatkah kalian berpikir tentang struktur senyawa-senyawa tersebut? Bagaimana sifat-sifat senyawa tersebut? Bagaimana senyawa tersebut dibuat? Jawaban terhadap pertanyaan tersebut akan ditemukan dalam beberapa aktivitas pembelajaran yang akan dilakukan. Untuk menjawab pertanyaan yang telah diungkapkan tersebut terlebih dahulu kalian akan menggali struktur dan tata nama dari senyawa alkohol eter. Kegunaan senyawa alkohol eter dalam kehidupan kalian serta cara mensintesis senyawa tersebut.

1. Struktur Molekul Alkohol dan Eter

Alkohol dan eter merupakan isomer fungsional. Keduanya memiliki rumus molekul yang sama tetapi rumus struktur fungsional yang berbeda. Berikut perbedaan rumus struktur alkohol dan Eter.

Tabel 1.1 perbandingan rumus struktur alkohol dan Eter..

Golongan Variabel	ALKOHOL (ALKANOL)	ETER (ALKOKSI ALKANA)
Rumus molekul	$C_nH_{2n+2}O$	$C_nH_{2n+2}O$
Rumus Struktur	R - OH	R - OR
Gugus Fungsional	- OH	- OR
Contoh dan nama senyawa	CH ₃ - OH Methanol	CH ₃ - O - CH ₃ Dimetil eter (metoksi metana)

Keterangan : R adalah gugus alkil

2. Tata nama

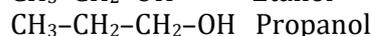
a. Tata nama Alkohol (Alkanol)

Ada dua macam cara untuk memberi nama senyawa monoalkohol, yaitu tata nama berdasarkan IUPAC (*International Union for Pure and Applied Chemistry*) dan nama trivial atau nama lazim (nama perdagangan)

1) Tata Nama IUPAC

Penamaan secara sistem IUPAC, yaitu dengan mengganti akhiran -a pada alkana dengan akhiran -ol (alkana menjadi alkanol).

Contoh :

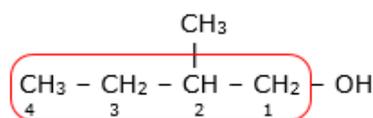


Bagaimana cara memberi nama senyawa alkanol jika mempunyai cabang gugus alkil? Perhatikan aturan penamaan alkanol berikut ini!

- Menentukan rantai induk, yaitu rantai karbon terpanjang yang mengandung gugus -OH, selain itu atom karbon lain sebagai cabang.
- Memberi nomor pada rantai induk yang dimulai dari salah satu ujung rantai, sehingga posisi gugus -OH mendapat nomor terkecil.
- Urutan penamaan: nomor atom C yang mengikat cabang-nama cabang-nomor atom C yang mengikat gugus -OH (kecuali untuk C nomor 1)- Nama rantai induk (alkanol)

Contoh:

Rumus Struktur

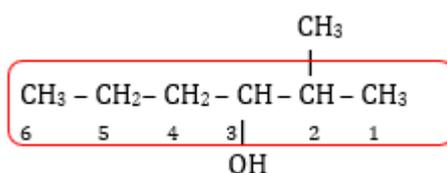


2-metilbutanol

Keterangan :

Gugus -OH berada di C nomor 1 maka tidak perlu disebutkan.

Rumus Struktur



Keterangan :

Gugus fungsi -OH berada di atom C nomor 3, perlu disebutkan dalam penamaan.

Nama : 2-metil-3-heksanol

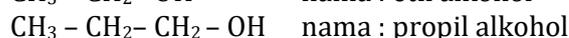
2) Tata Nama Trivial

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



Alkil alkohol

Contoh:

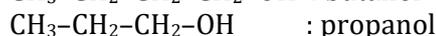


3) Alkohol Primer, Sekunder dan Tersier

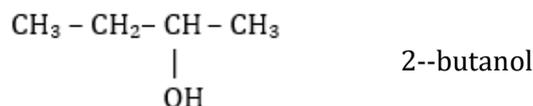
Monoalkohol terdiri dari 3 alkohol Primer, Sekunder dan Tersier. Pembagian ini berdasarkan posisi gugus -OH pada atom C.

- a) **Alkohol primer** adalah alkohol dengan gugus -OH terikat pada atom C primer.

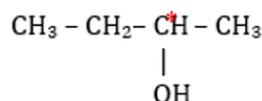
Contoh :



- b) **Alkohol sekunder** adalah alkohol dengan gugus -OH terikat pada atom C sekunder.



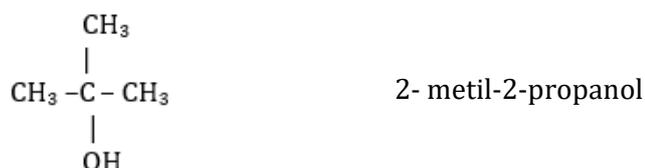
Contoh yang diberikan mempunyai keisomeran optis aktif, karena mengandung atom C asimetris, yaitu atom C yang keempat ikatannya mengikat gugus yang berbeda



Keterangan :

C* : atom C asimetris

- c) **Alkohol tersier** adalah alkohol dengan gugus -OH terikat pada atom C tersier.

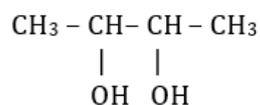


4) Polialkohol

Polialkohol adalah golongan alkohol yang mempunyai gugus -OH lebih dari satu.

Contoh :

Nama : 2,3-butanadiol



Terdapat gugus -OH pada atom C nomor 2 dan 3, dan nama alkohol di berikan keterangan “**di**” ol, yang berarti 2 gugus -OH

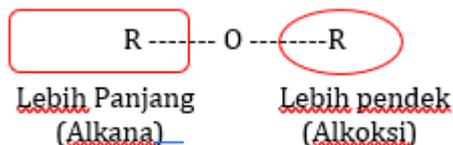
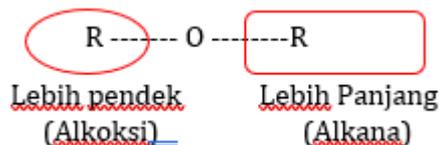
b. Tata nama Eter (Alkoksi Alkana)

Alkoksi alkana adalah nama IUPAC untuk senyawa dengan rumus struktur R- O - R. Alkoksi singkatan dari alkil oksigen.

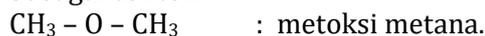
1) Tata nama IUPAC.

Mengikuti aturan sebagai berikut

- a) Jika R yang berbeda, maka yang menjadi nama Alkoksi adalah R dengan rantai R yang lebih pendek sedangkan alkana adalah rantai R yang lebih panjang.



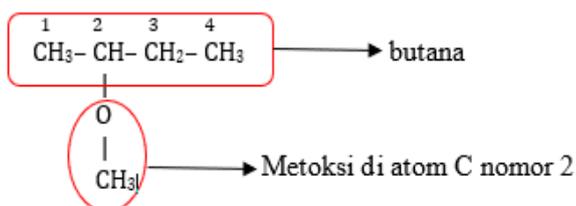
Sebagai contoh



- b) Penomoran digunakan untuk menunjukkan letak gugus alkoksi dan letak cabang alkil pada rantai alkane. Penomoran dimulai dari atom C yang dekat dengan gugus alkoksi -OR.

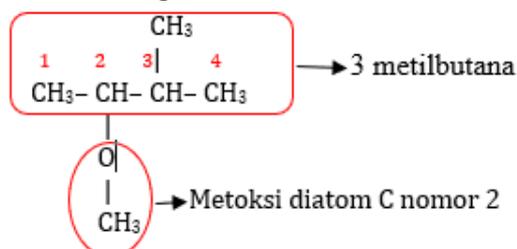
Sebagai contoh

- Struktur dengan rantai utama alkana tanpa cabang



Nama : 2-metoksibutana (bukan 3-metoksibutana)

- Struktur dengan rantai utama alkana bercabang



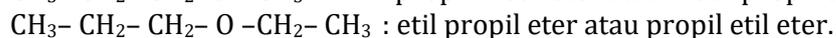
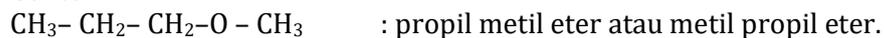
Nama : 2-metoksi-3-metilbutana

2) Nama trivial

Nama senyawanya adalah alkil alkil eter.

Nama alkil tidak diatur sesuai urutan alfabet.

Contoh



3. Sifat Alkohol

a. Sifat fisik

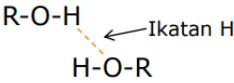
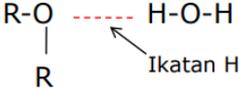
Sifat fisik alkohol dan eter diberikan dalam tabel berikut:

Tabel 1. 1. Sifat fisik alkohol dan eter

Variabel sifat fisik	Alkohol	Eter
Wujud	<ul style="list-style-type: none"> - Pada suhu kamar, alkohol bersuku rendah akan berwujud cair, - sedangkan yang bersuku tinggi berwujud padat. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dimetil eter berbentuk gas pada temperatur kamar dan eter sederhana lainnya berbentuk cairan yang mudah menguap
Titik didih dan titik leleh	<ul style="list-style-type: none"> - Alkohol dengan suku makin tinggi akan mempunyai titik didih dan titik leleh yang makin tinggi. 	<ul style="list-style-type: none"> - Eter mempunyai titik didih dan titik leleh lebih rendah daripada alkohol yang bersesuaian. Hal ini karena tidak adanya ikatan hidrogen pada eter
Kelarutan	<ul style="list-style-type: none"> - Alkohol larut dalam air, tetapi kelarutannya berkurang jika suku makin tinggi. - Khusus untuk metanol, etanol, dan propanol larut dalam air pada semua perbandingan. 	<ul style="list-style-type: none"> - Eter sukar larut dalam air karena molekulnya tidak begitu polar. - Dalam laboratorium, eter sering dipakai sebagai pelarut senyawa nonpolar seperti lemak dan damar
Daya hantar listrik	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak mengantar listrik (Non Elektrolit) 	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak mengantar listrik (Non Elektrolit)

b. Sifat Kimia.

Tabel 1.2. Perbandingan sifat kimia alkohol dan eter.

Variabel sifat kimia	Alkohol	Eter
Ikatan hidrogen	<ul style="list-style-type: none"> - Antar molekul alkohol terdapat ikatan hidrogen. 	<ul style="list-style-type: none"> - Eter dapat membentuk ikatan H dengan senyawa lain yang mengandung gugus OH seperti air, alkohol, fenol, atau gugus amina (-NH₂).  <ul style="list-style-type: none"> - Antar molekul eter hanya ada ikatan van der Waals.
Kepolaran	<ul style="list-style-type: none"> - Alkohol bersifat polar karena memiliki gugus OH. - Kepolaran alkohol akan makin kecil jika sukunya makin tinggi. 	<ul style="list-style-type: none"> - Molekul eter tidak begitu polar sehingga kelarutannya dalam air sedikit.

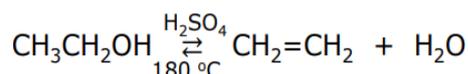
Variabel sifat kimia	Alkohol	Eter
Kereaktifan	<ul style="list-style-type: none"> Alkohol dapat bereaksi dengan logam K dan Na. Alkohol primer dan sekunder dapat dioksidasi dengan menggunakan oksidator, tetapi alkohol tersier tidak. 	<ul style="list-style-type: none"> Eter sangat tidak reaktif, tahan terhadap pengoksidasi atau pereduksi, asam-asam encer, dan basa. Eter mudah terbakar dengan adanya oksigen menghasilkan CO₂ dan H₂O.

Sifat kimia alkohol eter juga diberikan dalam bentuk reaksi-reaksi. Berikut reaksi-reaksi identifikasi alkohol dan eter.

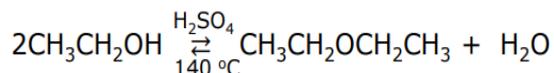
1) Reaksi-reaksi Alkohol

a) Reaksi Dehidrasi

Dari molekul alkohol dapat dilepaskan molekul air (dehidrasi). Reaksi ini dapat membentuk alkena atau eter bergantung pada kondisi reaksi dengan asam sulfat atau Al₂O₃ sebagai zat pendehidrasi.

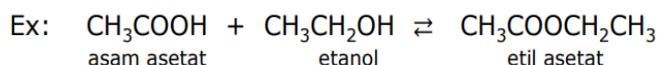
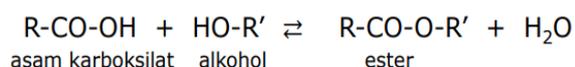


Jika reaksi dipanaskan pada temperatur 140 °C, akan terbentuk eter.



b) Pembentukan Ester (Esterifikasi)

Alkohol dengan asam karboksilat dapat membentuk ester, reaksi ini dinamakan esterifikasi. Reaksi umumnya:

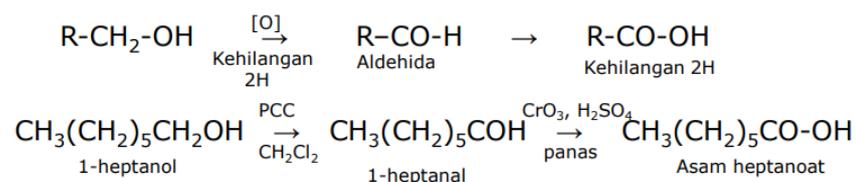


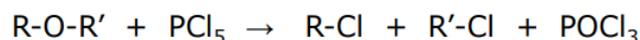
c) Reaksi Membedakan Alkohol Primer, Sekunder, dan Tersier

Alkohol primer dapat dioksidasi mula-mula akan menjadi aldehid. Aldehida yang dihasilkan siap menjadi asam karboksilat. Jadi, oksidasi alkohol primer dengan zat oksidator kuat akan menghasilkan asam karboksilat.

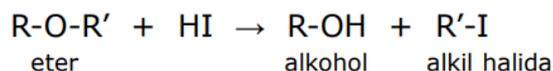
Alkohol sekunder dapat dioksidasi menjadi keton saja.

Alkohol tersier tidak dapat mengalami oksidasi.

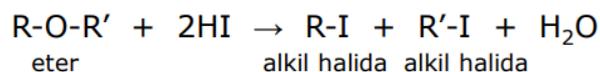


2) **Reaksi-reaksi Eter**a) **Reaksi dengan PCl_5** b) **Reaksi dengan HI**

Ester bereaksi (terurai) dengan asam halida terutama HI membentuk alkohol dan alkil halida. Jika asam halida terbatas:



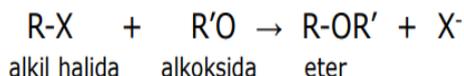
Jika asam halida berlebihan:

4. **Sintesis**a. **Pembuatan Alkohol**

- 1) Reduksi aldehyd dan keton
- 2) Hidrolisis alkil hidrogen sulfat
- 3) Hidrasi alkena.
- 4) Hidrolisis ester.
- 5) Pembuatan alkohol menggunakan reagent Grignard.

b. **Pembuatan Eter**

Eter dibuat dengan sintesis eter Williamson, yaitu reaksi antara alkil halida dengan suatu alkoksida.

5. **Kegunaan**

Tabel 1.3 Perbandingan sifat alkohol dan Eter

Alkohol (Alkanol)	Eter (Alkoksi Alkana)
Metanol sebagai pelarut	Eter dipakai sebagai pelarut senyawa nonpolar
Etanol Etanol juga sering digunakan untuk pelarut organik, dan juga bahan baku dasar dalam industri pewarna, kosmetik, bahan bakar, dan obat sintesis. Etanol juga digunakan dalam campuran minuman beralkohol, api bersifat adiktif.	Dietil eter Dietil eter digunakan sebagai pelarut dan obat bius (anestesi)

C. Rangkuman

1. Alkohol dan eter adalah senyawa yang secara struktur molekul merupakan isomer fungsional dengan rumus molekul $C_nH_{2n+2}O$. Perbedaan keduanya terletak pada gugus fungsionalnya yaitu gugus -OH untuk alkohol dan -OR untuk eter.
2. Sifat fisika meliputi wujud yang secara umum berubah dari gas sampai padat, seiring bertambahnya jumlah atom C. Titik Didih Alkohol relatif lebih tinggi dari pada eter karena alkohol memiliki ikatan hidrogen antar molekulnya. Kelarutan alkohol lebih baik daripada eter karena alkohol merupakan senyawa polar.
3. Alkohol dan eter merupakan senyawa nonelektrolit.
4. Sifat kimia alkohol meliputi, ikatan hidrogen, bersifat polar, secara umum dapat dioksidasi kecuali alkohol tersier. Sifat kimia yang lain meliputi beberapa reaksi diantaranya: dehidrasi dan esterifikasi.
5. Sifat kimia eter meliputi senyawa sedikit polar dengan gaya antar molekul yaitu gaya Van Der Waals. Senyawa ini mudah terbakar, dapat dioksidasi menjadi keton dan dapat direduksi menjadi alkohol primer.
6. Reaksi identifikasi alkohol dan eter dapat dengan menggunakan logam Na, dimana alkohol akan bereaksi sedang eter tidak bereaksi.
7. Pembuatan alkohol dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu:
 - Reduksi aldehyd dan keton
 - Hidrolisis alkil hidrogen sulfat
 - Hidrasi alkena.
 - Hidrolisis ester.
8. Pembuatan alkohol menggunakan reagent Grignard.
9. Eter dibuat dengan sintesis eter Williamson.
10. Kegunaan alkohol dalam kehidupan lebih banyak digunakan sebagai pelarut, sedangkan eter digunakan sebagai zat anestetik.

D. Latihan Soal

1. Berikan nama sistematik menurut IUPAC untuk senyawa dengan rumus struktur (rumus rapat) $CH_3CHOHCH(CH_3)_2$!
2. Apakah nama sistematik senyawa 2-metil-4-pentanol benar? Jika salah tunjukkan kesalahannya dan tulis struktur serta nama yang benar?
3. Berikan nama sistematik untuk senyawa berikut $CH_3CH_2OCH(CH_3)CH(CH_3)_2$
4. Antara etanol atau dimetil eter senyawa apa yang lebih mudah larut dalam air jelaskan alasannya!
5. Suatu senyawa X dengan rumus $C_4H_{10}O$ ternyata tidak bereaksi dengan logam natrium senyawa X dapat dibuat melalui dehidrasi etanol asam sulfat pekat pada suhu $140^\circ C$. Apa nama senyawa tersebut?

Pembahasan:

No.	Jawaban	Penyelesaian	skor
1	Rumus struktur yang mungkin $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	Dengan menguraikan rumus struktur yang rapat, mengingat tangan atom C ada 4.	1
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	Penomoran dari C paling dekat dengan gugus OH yaitu C paling kiri. Sehingga cabang metil terletak di C nomor 3 dan gugus OH terletak pada C nomor 2	1
	nama : 3-metil-2-butanol		1
2	Penamaan 2-metil-4-pentanol salah		1
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	Penomoran dimulai dari atom C terdekat gugus -OH, sehingga metil terdapat pada C nomor 4	1
	Rumus struktur $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$		1
3	Rumus struktur $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$		1
	2-etoksi-3-metilbutana		1
4	Etanol lebih mudah larut dibanding dimetil eter		1
	Alasan : etanol mempunyai bersifat polar sedangkan dimetil eter bersifat non polar		1
5	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ tidak bereaksi dengan Na berarti senyawa ini bukan alkanol, tapi alkoksi alkana.	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ memiliki rumus umum $\text{C}_n\text{H}_{(2n+2)}\text{O}$ sehingga	1

No.	Jawaban	Penyelesaian	skor
		awal yang mungkin alkanol dan alkoksi alkana.	
	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ $\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ $\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH} - \text{CH}_3$ CH_3	Alkoksi alkana yang mungkin dengan membuat isomer senyawa C_4H_{10}	1
	Dehidrasi etanol $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4, 140^\circ\text{C}} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$		1
	Kesimpulan adalah dietil eter		1

Untuk menghitung pencapaian hasil belajar kalian hitung nilai Latihan soal yang sudah kalian kerjakan dengan rumus berikut:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{jumlah perolehan skor}}{14} \times 100$$

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-1.

E. Penilaian Diri

Selanjutnya kalian harus mengisi tabel penilaian diri untuk mengukur tingkat keberhasilan diri kalian dalam penguasaan materi tentang alkohol dan eter.

Tabel Penilaian Diri

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1.	Dapatkah kalian membedakan gugus fungsi alkohol dan eter?		
2.	Dapatkah kalian menyebutkan nama alkohol dan eter berdasarkan rumus trukturnya?		
3.	Dapatkah kalian membedakan sifat fisik alkohol dan eter?		
4.	Dapatkah kalian membedakan sifat kimia alkohol dan eter?		
5.	Dapatkah kalian membedakan alkohol dan eter berdasarkan reaksi identifikasinya?		
6.	Dapatkah kalian membedakan sintesis alkohol dan eter?		
7.	Dapatkah kalian menyebutkan kegunaan alkohol dan eter dalam kehidupan sehari-hari?		

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

ALDEHID DAN KETON

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini diharapkan kalian dapat:

1. Membedakan struktur molekul dari aldehid dan keton.
2. Menjelaskan tatanama dari aldehid dan keton.
3. Menjelaskan sifat dari aldehid dan keton.
4. Menjelaskan sintesis atau prmbuatan dari aldehid dan keton.
5. Menjelaskan kegunaan dari aldehid dan keton.

B. Uraian Materi

Pernahkan kalian dengar isue tentang formalin di masyarakat. Formalin banyak disalahgunakan dalam pengawetan makanan. Produk yang banyak dicurigai misalnya mie basah dan pengawetan ikan segar. Penggunaan sebenarnya dalam industri kain dan untuk mengawetkan jenazah serta preparat biologi. Formalin adalah salah satu senyawa aldehid.

Berbeda dengan formalin, kalian juga pasti kenal dengan aseton. Senyawa ini digunakan oleh para pesolek untuk membersihkan cat kuku. Aseton adalah salah satu senyawa golongan keton.

Aldehid mempunyai nama lain dalam IUPAC sebagai Alkanal sedangkan keton mempunyai istilah Alkanon. Keduanya merupakan isomer fungsional, mempunyai rumus molekul sama tetapi gugus fungsi yang berbeda.

1. Struktur molekul Alkanal (Aldehid) dan Alkanon (Keton)

Tabel 2. 1. Perbandingan sifat fisik Aldehid dan keton

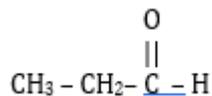
Golongan Variabel	Aldehid (Alkanal)	Keton (Alkanon)
Struktur Molekul	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R} - \text{C} - \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R} - \text{C} - \text{R} \end{array}$
Gugus fungsi	Gugus aldehid $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ - \text{C} - \text{H} \end{array}$	Gugus karbonil $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ - \text{C} - \end{array}$
Rumus Molekul	$\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$	$\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$
Contoh dan Nama	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} - \text{H} \end{array}$ Nama : Butanal	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} - \text{CH}_3 \end{array}$ Nama : 2-butanon

2. Tata nama

a. Tata nama Aldehid (Alkanal)

Tata nama senyawa Alkanal dengan menggunakan nama alkana yang bersesuaian jumlah atom C-nya dan akhiran "a" diganti akhiran "al" atau menyebutkan gugus alkil (R) diikuti aldehid.

Contoh:

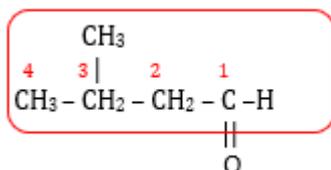


Tatanama IUPAC : Propanal

Tatanama trivial : propana aldehid atau propanaldehid

Penomoran dimulai dari atom C yang mengandung gugus O.

Contoh:



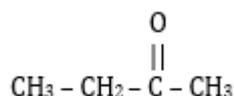
Tatanama IUPAC : 3-metilbutanal

Tatanama trivial : 3-metilbutana aldehid atau 3-metilbutanaldehid

b. Tata nama Keton (Alkanon)

Tata nama senyawa Alkanon adalah dengan menggunakan nama alkana yang bersesuaian jumlah atom C-nya dan akhiran "a" diganti akhiran "on" atau menyebutkan gugus alkil (R) dimulai sesuai abjad diikuti "keton".

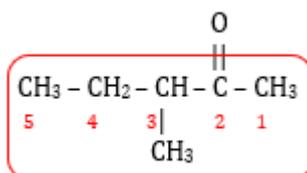
Contoh



Tatanama IUPAC : 2-butanon

Gugus keton berada diatom C nomor 2

Tatanamam trivial : etil metil keton atau metil etil keton



3-metil-2-pentanon.

Rantai utama adalah alkana dengan cabang metil di atom C nomor 3 dan gugus keton berada di atom C nomor 2.

3. Sifat Fisika dan Sifat Kimia

a. Sifat fisik

Tabel 2. 2 Perbandingan sifat fisik Aldehid dan keton

Variabel sifat fisik	Aldehid (Alkanal)	Keton (Alkanon)
Wujud	- Alkanal berwujud gas pada suhu kamar (metanal), suku yang lebih banyak berwujud cair	- Senyawa alkanon mempunyai sifat fisika hampir sama untuk molekul yang bersesuaian.

Variabel sifat fisik	Aldehid (Alkanal)	Keton (Alkanon)
Titik didih dan titik leleh	- Titik didih dan titik leleh lebih rendah dari senyawa alkanol dengan jumlah C sama.	- Titik didih alkanon lebih tinggi dibandingkan senyawa hidrokarbon dengan massa molekul relatif sama
Kelarutan	- Merupakan senyawa polar. - Kelarutan semakin berkurang dengan bertambahnya jumlah suku atom C.	- Termasuk senyawa polar dan larut dalam air.
Daya hantar listrik	- Termasuk senyawa nonelektrolit	- Termasuk senyawa nonelektrolit.

b. Sifat kimia

Tabel 2. 3 Perbandingan sifat kimia Aldehid dan keton

Variabel sifat kimia	Aldehid (Alkanal)	Keton (Alkanon)
Ikatan hidrogen	- Tidak membentuk ikatan hidrogen antar senyawa alkanal	- Antar senyawa alkanon tidak terjadi ikatan hidrogen
Kepolaran	- Senyawa polar	- Senyawa polar
Kereaktifan	- Kereaktifan alkanal lebih reaktif daripada keton.	- Alkanon kurang reaktif daripada aldehid - Merupakan reduktor yang sangat lemah
Reaksi adisi	- Adisi dengan H ₂ menghasilkan alkanol primer. - Adisi dengan HCN menghasilkan hidroksikarbonitrial sianohidrol. - Adisi dengan NaHSO ₃ - Adisi dengan amonia menghasilkan aldehid amonia	- Adisi alkanon dengan H ₂ - Adisi alkanon dengan NaHSO ₃ - Adisi alkanon dengan HCN
Reaksi Oksidasi	- Oksidasi dengan oksidator kuat (KMnO ₄ /K ₂ Cr ₂ O ₇) menghasilkan asam alkanoat - Oksidasi dengan pereaksi Tollens (campuran AgNO ₃ + NH ₄ OH) menghasilkan cermin perak - Oksidasi dengan pereaksi Fehling menghasilkan merah bata	- Senyawa alkanon tidak dapat dioksidasi oleh oksidator lemah, seperti fehling dan tollens, karena gugus karbonilnya tidak mengandung atom H.
Reaksi identifikasi	- Alkanal + Fehling menghasilkan endapan merah bata. - Alkanal + Tollens menghasilkan cermin perak	- Alkanon + Fehling tidak bereaksi - Alkanon + Tollens tidak bereaksi

Keterangan

Pereaksi Tollens

- Larutan tollens dibuat dengan mencampur NaOH, AgNO₃, dan NH₃ sehingga terbentuk ion kompleks [Ag(NH₃)₂]⁺
- Ion kompleks [Ag(NH₃)₂]⁺ direduksi oleh aldehyd/alkanal menjadi Ag, membentuk endapan Ag menyerupai cermin perak pada dinding tabung.

4. Sintesis**a. Pembuatan Aldehyd**

Dalam bahasan tentang alkohol aldehyd dapat terbentuk dari:

- 1) Oksidasi alkohol primer.
- 2) Reduksi asam karboksilat

b. Pembuatan Keton

Pembuatan keton yaitu dengan oksidasi alkohol sekunder menggunakan katalis natrium bikromat dan asam sulfat.

5. Kegunaan

Tabel 2. 4 Perbandingan kegunaan Aldehyd dan keton

Alkanal (Aldehyd)	Keton (Alkanon)
<ul style="list-style-type: none"> - Formalin digunakan untuk mengawetkan preparat anatomi dan mengawetkan mayat. - Digunakan untuk pembuatan zat warna, damar sintetis, dan plastik termostat. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pelarut senyawa organik seperti pernis, lak, pembersih cat kayu, cat kuku - Bahan baku dalam industri - pembuatan kloroform dan iodoform - Bahan anti ledakan pada penyimpanan gas asetilena

C. Rangkuman

1. Aldehyd dan keton adalah senyawa yang secara struktur molekul merupakan isomer fungsional dengan rumus molekul C_nH_{2n}O. Perbedaan keduanya terletak pada gugus fungsionalnya yaitu gugus -CHO untuk aldehyd dan -OR untuk keton.
2. Sifat fisika meliputi wujud yang secara umum berubah dari gas sampai cair, seiring bertambahnya jumlah atom C. Keduanya merupakan senyawa polar.
3. Sifat kimia aldehyd meliputi, bersifat polar, secara umum dapat dioksidasi menjadi asam karboksilat. Sifat kimia yang lain adalah positif terhadap uji Fehling dan Tollens yang membedakan dengan keton.
4. Keton dapat dioksidasi menjadi ester dan dapat direduksi menjadi eter. Berbeda dengan aldehyd senyawa golongan ini negatif terhadap uji Fehling dan Tollens.

5. Pembuatan aldehid dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu:
 - a. Oksidasi alkohol primer.
 - b. Reduksi asam karboksilat
 - c. Keton dibuat dengan oksidasi alkohol sekunder .

6. Kegunaan aldehid dalam kehidupan lebih banyak digunakan dalam dunia kedokteran sebagai pengawet preparat ataupun jenazah, sedangkan keton banyak digunakan sebagai pelarut dan bahan baku dalam industri.

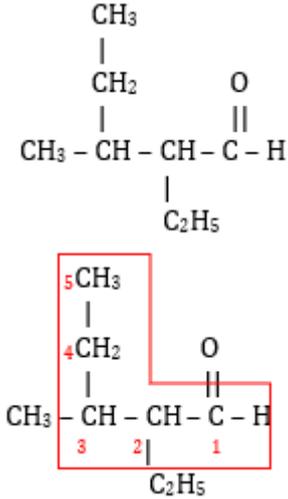
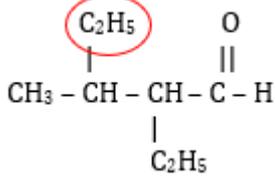
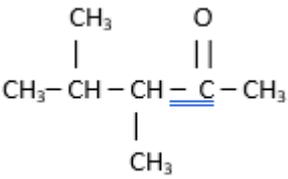
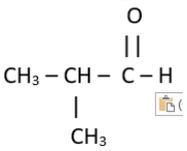
D. Latihan Soal

1. Tuliskan nama sistematis (IUPAC) untuk struktur senyawa berikut
 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CHO}$

2. Tuliskan rumus struktur senyawa 3,4-dimetil-2-pentanon.

3. Hasil uji positif dengan pereaksi Fehling dan Tollens ditunjukkan oleh suatu senyawa organik dengan rumus $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ menghasilkan suatu asam alkanonat bercabang. Apa nama senyawa $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ ini?

Penyelesaian

No.	Jawaban	Penyelesaian	skor
1.		$\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CHO}$ Merupakan struktur rapat	
	$\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CHO}$ 	 Gugus etil bisa dipanjangkan menjadi rantai utama. Penomoran dimulai dari gugus aldehyd.	1
	2-etil-3-metilpentanal.	Penyebutan nama cabang sesuai urutan alfabet.	1
2.		rumus struktur senyawa 3,4-dimetil-2-pentanon.	1
3	Satu $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ adalah senyawa dengan rumus umum $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$, berarti senyawa yang mungkin adalah aldehid dan keton		1
	$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ menunjukkan hasil uji positif terhadap pereaksi fehling tollens berarti bukan keton tetapi aldehid .		1
	Produk reaksi asam alkanoat bercabang berarti aldehid bercabang dengan atom $\text{C}=4$		1
			1
	2-metilpropanal		1

Untuk menghitung pencapaian hasil belajar kalian hitung nilai Latihan Soal yang sudah kalian kerjakan dengan rumus berikut:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{jumlah perolehan skor}}{7} \times 100$$

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.

E. Penilaian Diri

Selanjutnya kalian harus mengisi tabel penilaian diri untuk mengukur tingkat keberhasilan diri kalian dalam penguasaan materi tentang aldehid dan keton.

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1.	Dapatkah kalian membedakan gugus fungsi aldehid dan keton.?		
2.	Dapatkah kalian menyebutkan aldehid dan keton. berdasarkan rumus trukturanya?		
3.	Dapatkah kalian membedakan sifat fisik aldehid dan keton.?		
4.	Dapatkah kalian membedakan sifat kimia aldehid dan keton.?		
5.	Dapatkah kalian membedakan aldehid dan keton. berdasarkan reaksi identifikasinya?		
6.	Dapatkah kalian membedakan aldehid dan keton?		
7.	Dapatkah kalian menyebutkan kegunaan aldehid dan keton dalam kehidupan sehari-hari?		

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

ASAM KARBOKSILAT DAN ESTER

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 3 ini diharapkan kalian dapat:

1. membedakan struktur molekul
2. menjelaskan tatanam
3. menjelaskan sifat
4. menjelaskan cara pembuatan atau sintesis
5. Menjelaskan dan kegunaan dari asam karboksilat dan ester.

B. Uraian Materi

Dalam kehidupan sehari-hari cuka makan adalah salah satu contoh dari asam karboksilat, sedangkan contoh ester adalah aneka perisa makanan dengan aroma buah-buahan.

Asam karboksilat dan ester mempunyai istilah dalam aturan IUPAC adalah Asam Alkanoat dan Alkil Alkanoat. Keduanya merupakan isomer fungsional.

1. Struktur molekul Asam Karboksilat dan Ester

Tabel 3.1 Perbandingan struktur molekul asam karboksilat dan ester

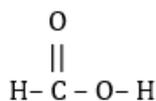
Golongan Variabel	Asam Alkanoat (Asam Karboksilat)	Alkil Alkanoat (Ester)
Rumus Molekul	$C_nH_{2n}O_2$	$C_nH_{2n}O_2$
Struktur Molekul	$\begin{array}{c} O \\ \\ R - C - O - H \end{array}$	$\begin{array}{c} O \\ \\ R - C - O - R \end{array}$
Gugus fungsi	$\begin{array}{c} O \\ \\ - C - O - H \end{array}$	$\begin{array}{c} O \\ \\ - C - O - R \end{array}$
Contoh dan Nama	$\begin{array}{c} O \\ \\ CH_3 - CH_2 - C - O - H \\ \text{Asam propanoat} \end{array}$	$\begin{array}{c} O \\ \\ CH_3 - CH_2 - C - O - CH_3 \\ \text{Metil Propanoat} \end{array}$

2. Tata nama

c. Tata nama Asam Karboksilat (Asam Alkanoat)

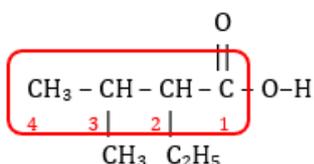
Penamaan sistem IUPAC menggunakan nama alkana di mana akhiran $-a$ diganti "**oat**" dan dengan menambahkan kata "**asam**" di depannya.

Penomoran dimulai dari atom C yang mengandung gugus fungsi.



Tata nama IUPAC : Asam metanoat
(hanya terdiri dari 1 atom C)

Tata nama Trivial : Asam Formiat



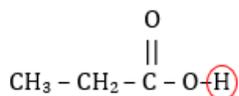
Asam-2-etil-3-metilbutanoat

(Rantai utama 4 atom C, dan terdapat cabang etil di nomor 2 serta cabang metil di nomor 3)

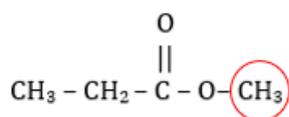
d. **Tata nama Ester (Alkil Alkanoat)**

Senyawa ini merupakan turunan dari asam karboksilat, yang mana gugus H digantikan dengan gugus alkil "R". Jadi cara memberikan nama dengan mengganti istilah asam dengan alkil yang bersesuaian.

Contoh:



Nama : Asam propanoat



Tata Nama IUPAC : Metil propanoat

Turunan dari Asam propanoat dengan menggantikan gugus H dengan gugus metil - CH₃

Tata Nama Trivial : Etil metil ester

3. **Sifat Asam Karboksilat (Asam Alkanoat) dan Ester (Alkil Alkanoat)**

a. **Sifat fisik**

Tabel 3.2 Perbandingan sifat fisik asam karboksilat dan ester

Variabel sifat fisik	Asam Karboksilat (Asam Alkanoat)	Ester (Alkil Alkanoat)
Wujud	- Pada temperatur kamar, asam karboksilat yang bersuku rendah adalah zat cair yang encer, suku tengah berupa zat cair yang kental, dan suku tinggi berupa zat padat yang tidak larut dalam air	- Ester bersuku rendah berwujud cair encer, ester bersuku tengah berwujud cair kental, ester bersuku tinggi berwujud padat
Titik didih (Td) dan titik leleh (Tl)	- Titik didih dan Titik leleh asam karboksilat relatif tinggi karena kuatnya tarik menarik antarmolekul. Bahkan, lebih tinggi dari alkohol yang bersesuaian	- Titik didih dan Titik leleh rendah karena tidak memiliki ikatan Hidrogen.
Kelarutan	- Asam karboksilat suku rendah dapat larut dalam air, tetapi asam karboksilat suku yang lebih tinggi sukar larut air	- Ester bersuku rendah sedikit larut, sedangkan ester bersuku tinggi makin mudah larut.

Variabel sifat fisik	Asam Karboksilat (Asam Alkanoat)	Ester (Alkil Alkanoat)
Daya hantar listrik	- Asam karboksilat dapat terionisasi sebagian dalam air, sehingga termasuk senyawa elektrolit lemah. $R-COOH \rightleftharpoons R-COO^- + H^+$	- Merupakan senyawa nonelektrolit

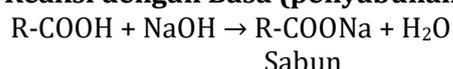
b. Sifat kimia

Tabel 3.3 Perbandingan sifat kimia asam karboksilat dan ester

Variabel sifat kimia	Asam Karboksilat (Asam Alkanoat)	Ester (Alkil Alkanoat)
Ikatan hidrogen	- Asam karboksilat mempunyai ikatan hidrogen sesamanya dan dapat berikatan secara ikatan hidrogen dengan molekul air.	- Tidak terdapat ikatan Hidrogen, tetapi ada ikatan van der Waals.
Kepolaran	- Asam karboksilat mempunyai gugus hidroksil yang bersifat polar sehingga asam karboksilat bersifat polar	- Senyawa bersuku rendah sedikit polar, sedangkan senyawa bersuku tinggi hampir nonpolar
Kereaktifan	- Kereaktifan asam karboksilat merupakan asam lemah dan makin lemah untuk suku yang lebih tinggi.	- Ester kurang reaktif.
Uji Identifikasi	- Menggunakan indikator asam basa akan menunjukkan sifat asam	- Menggunakan indikator asam basa akan menunjukkan sifat netral.

c. Reaksi-Reaksi Asam Karboksilat

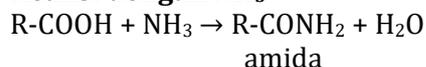
1) Reaksi dengan Basa (penyabunan)



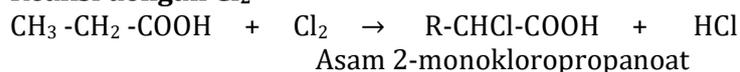
2) Reaksi dengan PCl_5



3) Reaksi dengan NH_3

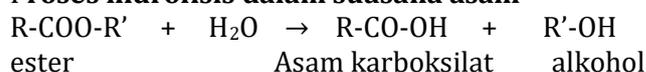


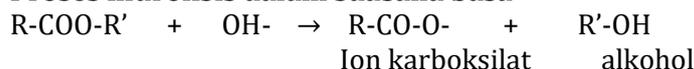
4) Reaksi dengan Cl_2



d. Reaksi-Reaksi Ester

1) Proses hidrolisis dalam suasana asam

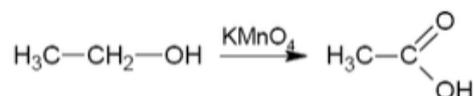


2) **Proses hidrolisis dalam suasana basa**4. **Sintesis**a. **Pembuatan asam karboksilat,**

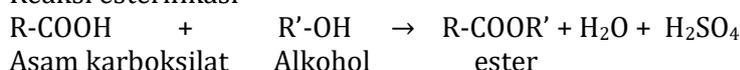
Oksidasi alkohol primer

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

Contoh :

b. **Pembuatan ester**

Reaksi esterifikasi

5. **Kegunaan**

Tabel 3.4 Perbandingan Kegunaan Asam Karboksilat dan Ester

Asam Karboksilat (Asam Alkanoat)	Ester (Alkil Alkanoat)														
<p>1. Asam asetat</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dalam industri, sebagai bahan baku sintesis serat dan plastik. - Dalam laboratorium, sebagai pelarut dan sebagai pereaksi. - Larutan asam asetat dengan kadar 3-6 % disebut cuka makan. <p>2. Asam oksalat</p> <ul style="list-style-type: none"> - Terdapat dalam daun bayam dan buah-buahan, bentuk senyawanya sebagai garam natrium atau kalsium. - Menghilangkan karat dan bahan baku pembuatan zat warna - Mengasamkan minuman, permen, dan makanan lain. - Digunakan dalam fotografi, keramik, penyamakan, dan proses produksi lainnya 	<p>1. Sari buah-buahan</p> <p>Ester dari alkohol suku rendah atau tengah.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="padding: 5px;">SENYAWA</th> <th style="padding: 5px;">AROMA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">Etil Format</td> <td style="padding: 5px;">Rum</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">n-pentil asetat</td> <td style="padding: 5px;">Pisang</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Isopropil asetat</td> <td style="padding: 5px;">Buah pir</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">n-oktil asetat</td> <td style="padding: 5px;">Jeruk manis</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Metal butirat</td> <td style="padding: 5px;">Apel</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Etil butirat</td> <td style="padding: 5px;">Nanas</td> </tr> </tbody> </table> <p>2. Lemak dan minyak, yaitu ester dari gliserol dan asam karboksilat suku rendah atau tinggi. Lemak adalah ester yang terbentuk dari gliserol yang asam karboksilatnya jenuh (memiliki ikatan tunggal), sedangkan minyak asam karboksilatnya tak jenuh (memiliki ikatan rangkap)</p> <p>3. Lilin (waxes), yaitu ester dari alkohol suku tinggi dan asam karboksilat suku tinggi.</p>	SENYAWA	AROMA	Etil Format	Rum	n-pentil asetat	Pisang	Isopropil asetat	Buah pir	n-oktil asetat	Jeruk manis	Metal butirat	Apel	Etil butirat	Nanas
SENYAWA	AROMA														
Etil Format	Rum														
n-pentil asetat	Pisang														
Isopropil asetat	Buah pir														
n-oktil asetat	Jeruk manis														
Metal butirat	Apel														
Etil butirat	Nanas														

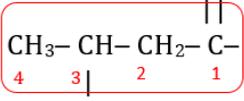
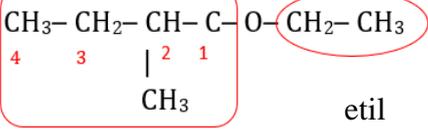
C. Rangkuman

1. Asam karboksilat dan ester adalah senyawa yang secara struktur molekul merupakan isomer fungsional dengan rumus molekul $C_nH_{2n}O_2$. Perbedaan keduanya terletak pada gugus fungsionalnya yaitu gugus $-COOH$ untuk asam karboksilat dan $-COOR$ untuk ester.
2. Sifat fisika meliputi wujud yang secara umum berubah dari cair, kental sampai padat, seiring bertambahnya jumlah atom C. Titik didih asam karboksilat relatif tinggi, karena mempunyai ikatan hydrogen yang lebih kuat bahkan dari alkohol sesukunya. Titik didih ester relatif rendah karena tidak memiliki ikatan hydrogen. Asam karboksilat dan ester keduanya dapat larut merupakan senyawa polar, kecuali ester pada suhu yang tinggi. Asam karboksilat adalah elektrolit lemah, sedangkan ester merupakan nonelektrolit.
3. Sifat kimia asam karboksilat meliputi, ikatan hydrogen, bersifat polar, dan dapat direduksi menjadi aldehid. Sifat kimia yang populer adalah esterifikasi dan penyabunan.
4. Sifat kimia ester meliputi senyawa sedikit polar dengan gaya antar molekul yaitu gaya Van Der Waals. Senyawa ini bersifat kurang reaktif.
5. Reaksi identifikasi alkohol dan eter dapat dengan menggunakan uji sifat asam dengan menggunakan indikator asam basa.
6. Pembuatan asam karboksilat dapat dilakukan dengan oksidasi berlanjut alkohol primer menggunakan oksidator kuat $KMnO_4$, sedang pembuatan ester dengan reaksi esterifikasi.
7. Kegunaan asam karboksilat sangat luas mulai dari zat tambahan masakan atau makanan sampai pelarut dalam dunia industri. Kegunaan ester lebih dikenal dalam perisa makanan aroma buah-buahan dan lilin atau wax.

D. Latihan Soal

1. Berikan nama sistematis atau menurut IUPAC senyawa dengan rumus $CH_3CH(CH_3)CH_2COOH$
2. Berikan nama sistematis senyawa dengan rumus struktur $CH_3CH_2CH(CH_3)COOCH_2CH_3$.
3. Perhatikan asam alkanoat berikut:
Asam metanoat, asam etanoat, asam propanoat, asam pentanoat, dan asam heksanoat. Bagaimanakah kelarutan senyawa tersebut dalam air dan urutkan titik didihnya mulai dari terendah!
4. Sebutkan senyawa Ester dari hasil esterifikasi asam propanoat menggunakan metil alkohol katalis asam sulfat.

Penyelesaian

No.	Jawaban	Penyelesaian	skor
1.	Rumus struktur $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{COOH}$ Dari rumus struktur terdapat gugus $-\text{COOH}$ yang merupakan gugus asam alkanoat.	1
	Penomoran $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ 	Atom C nomor 1 adalah atom C pada gugus alkanoat, sehingga cabang metil berada pada C nomor 3.	1
	Nama : Asam-3-butanoat		1
2.	Rumus struktur $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ merupakan rumus rapat. Dari rumus struktur didapat gugus ester atau alkil alkanoat.	1
	Penomoran $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ 	Alkilnya berupa gugus etil, dan alkanoatnya adalah 2-metilbutanoat.	1
	Nama : etil-2-metilbutanoat		1
3	Urutan Kelarutan dalam air dari paling mudah larut Asam metanoat Asam etanoat Asam propanoat Asam butanoat Asam pentanoat asam heksanoat: sedikit larut	Makin panjang rantai alkil, kelarutan asam alkanot semakin rendah karena rantai non polarnya semakin panjang.	
	Urutan kenaikan titik didih dari titik didih terendah Asam metanoat Asam etanoat Asam propanoat Asam butanoat Asam pentanoat Asam heksanoat	Makin panjang rantai alkil, titik didih asam alkanot semakin tinggi karena gaya tarik antar molekulnya semakin kuat.	1

No.	Jawaban	Penyelesaian	skor
4	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}-\text{O}-\text{H} \end{array}$	Asam propanoat sebagai reaktan	1
	H – O – CH ₃	Metanol sebagai reaktan	1
	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}-\text{O}-\text{H} + \text{H}-\text{O}-\text{CH}_3 \rightarrow \end{array}$ <p>Asam propanoat metanol</p> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O} \end{array}$ <p>metil propanoat</p>	Dalam reaksi esterifikasi, gugus -OR dari alkohol akan menggantikan gugus -OH dari asam alkanoat. Rantai alkanoat berasal dari asam alkanoat.	1
	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O} \end{array}$ <p>metil propanoat</p>	produk	1

Untuk menghitung pencapaian hasil belajar kalian hitung nilai Latihan Soal yang sudah kalian kerjakan dengan rumus berikut:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{jumlah perolehan skor}}{11} \times 100$$

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 asam karboksilat dan ester.

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1.	Dapatkah kalian membedakan gugus fungsi asam karboksilat dan ester.?		
2.	Dapatkah kalian menyebutkan aldehid dan keton. berdasarkan rumus trukturnya?		
3.	Dapatkah kalian membedakan sifat fisik asam karboksilat dan ester?		
4.	Dapatkah kalian membedakan sifat kimia asam karboksilat dan ester?		
5.	Dapatkah kalian membedakan asam karboksilat dan ester berdasarkan reaksi identifikasinya?		
6.	Dapatkah kalian membedakan asam karboksilat dan ester?		
7.	Dapatkah kalian menyebutkan kegunaan asam karboksilat dan ester dalam kehidupan sehari-hari?		

Jika menjawab “Tidak” pada salah satu pertanyaan di atas, maka pelajailah 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 jawaban yang tepat!

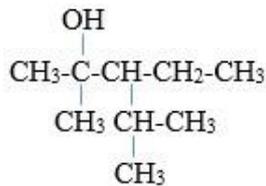
1. Nama senyawa $\text{CH}_3\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CHO}$ adalah...

- A. 2-etil propanal
- B. 2-etil 1-propanal
- C. 2-metil butanal
- D. 3-metil butanal
- E. 2-etil butanal

2. Keton dapat dibuat dengan cara mengoksidasi...

- A. alkohol primer
- B. alkohol sekunder
- C. asam karboksilat
- D. ester
- E. aldehyd

3. Nama IUPAC senyawa berikut adalah.....



- A. 3-isopropil-2-metil-2-pentanol
- B. 2-metil-3-isopropil-2-pentanol
- C. 2,4-dimetil-3-etil-2-pentanol
- D. 3-etil-2,4-dimetil-2-pentanol
- E. 2-etil-1,1,3-trimetil-1-butanol

4. Rumus umum suatu senyawa adalah $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$ Senyawa tersebut dengan larutan perak nitrat amoniakal menghasilkan endapan perak. Gugus fungsi senyawa tersebut adalah.....

- A. -OH-
- B. -CO-
- C. -CHO-
- D. -COOH-
- E. -O-

5. Senyawa dengan rumus molekul $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ menghasilkan endapan merah bata dengan pereaksi fehling. Ada berapa kemungkinan senyawa seperti ini?

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

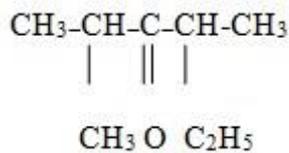
6. Senyawa karbon yang memperlihatkan gejala optis mempunyai....

- A. ikatan rangkap
- B. ikatan rangkap tiga
- C. semua ikatan adalah ikatan tunggal

- D. atom karbon asimetris
E. satu gugus -OH
7. Esterifikasi tergolong reaksi...
A. substitusi
B. adisi
C. eliminasi
D. netralisasi
E. oksidasi
8. Sebuah zat yang optis aktif mempunyai rumus molekul $C_5H_{12}O$ jika dioksidasi akan menghasilkan aldehida. Zat itu adalah...
A. etoksi propana
B. 3-pentanol
C. 2-metil-2-butanol
D. isopentanol
E. 2-metil-1-butanol
9. Reaksi antara asam karboksilat dengan alkohol dinamakan reaksi...
A. esterifikasi
B. alkoholisis
C. hidrolisis
D. oksidasi
E. dehidrasi
10. Reaksi pembentukan CH_3CHO dari C_2H_5OH tergolong sebagai reaksi...
A. adisi
B. substitusi
C. redoks
D. kondensasi
E. oksidasi
11. Reaksi 2-propanol dengan asam bromida menghasilkan 2-bromopropana merupakan reaksi...
A. adisi
B. eliminasi
C. polimerisasi
D. substitusi
E. hidrolisis
12. Nama yang tepat untuk senyawa $(CH_3)_2C(OH)CH_2CH_3$
A. 3-metil-2-butanol
B. 3-metil-3-butanol
C. 4-metil-3-butanol
D. 2-metil-2-butanol
E. 2-etil-2-butanol
13. Senyawa turunan alkana yang digunakan sebagai bahan anti beku adalah....
A. aseton
B. tetra etil lead
C. etilen glikol
D. formalin
E. gliserol

14. Senyawa dengan gugus fungsi $-C=O$ yang sering digunakan untuk pelarut cat kuku adalah...
- etanol
 - propanol
 - metil asetat
 - asam asetat
 - aseton
15. Senyawa asam butanoat dengan asam 2-metilpropanoat berisomer...
- struktur
 - fungsional
 - posisi
 - Cis-trans
 - Optic
16. Campuran yang dapat menghasilkan ester adalah...
- propanol dengan natrium
 - gliseril trioleat dengan natrium hidroksida
 - asam oleat dengan natrium hidroksida
 - propanol dengan fosforus triklorida
 - etanol dengan asam asetat
17. Reaksi antara asam karboksilat dengan alkohol dinamakan dengan.....
- Esterifikasi
 - Alkoholis
 - Hidrolisis
 - Oksidasi
 - Dehidrasi
18. Senyawa yang merupakan isomer eter adalah senyawa yang mengandung gugus
- $-CO$
 - $-O-$
 - $-C=C-$
 - $-CHO$
 - $-COOH$

19. Nama struktur senyawa berikut



Adalah.....

- 2,4-dimetil-3-heksanon
- 2-etil-5-metil-3-pentanon
- 2,4-dimetil-3-pentanon
- 3,6-dimetil-3-heksanon
- 2,5-dimetil-2-heksanon

20. Zat berikut ini tergolong ester , kecuali
- A. Essen
 - B. Lilin
 - C. Lemak
 - D. Minyak
 - E. Steroid
21. Untuk mengidentifikasi senyawa aldehida dapat dioksidasi dengan pereaksi Tollens. Pereaksi yang digunakan adalah.....
- A. AgNO_3 dalam NaOH
 - B. CuO dalam NaOH
 - C. AgNO_3 dalam HCl
 - D. CuO dalam HCl
 - E. Cu_2O
22. Adisi pereaksi Grignard akan menghasilkan.....
- A. Ester
 - B. Asam
 - C. Eter
 - D. Ketan
 - E. karboksilat Alkohol
23. Senyawa berikut yang berisomer optis adalah.....
- A. Sek-butyl alkohol
 - B. Butyl alkohol
 - C. Isobutyl alkohol
 - D. Isopropil alkohol
 - E. Ters-butyl alkohol
24. Reduksi propanon (aseton) menghasilkan.....
- A. Asam etanoat
 - B. Propil alkohol
 - C. 2-propanol
 - D. Asetaldehida
 - E. Etil alcohol
25. Kegunaan dari senyawa formalin adalah...
- A. Pengawet mie basah
 - B. Pengawet tahu
 - C. Pengawet tekstil
 - D. Pengawet jenazah.
 - E. Bahan peledak

KUNCI JAWABAN SOAL EVALUASI

1. C
2. B
3. D
4. C
5. D
6. D
7. A
8. E
9. A
10. E
11. D
12. D
13. C
14. E
15. A
16. E
17. A
18. B
19. A
20. E
21. A
22. E
23. A
24. C
25. D

DAFTAR PUSTAKA

<http://baiqtania.blogspot.com/2015/02/sifat-fisik-dan-sifat-kimia-dari.html> Diakses tanggal 25 Oktober 2020.

<http://feriosaharwanto.blogspot.com/2015/01/senyawa-alkanal-dan-alkanol>. Diakses tanggal 25 Oktober 2020.

<http://staffnew.uny.ac.id/upload/198001032009122001/pendidikan/4a-senyawa-alkohol-eter.pdf> Diakses tanggal 25 Oktober 2020.

<http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pendidikan/putri-anjarsari-ssi-mpd/5asam-karboksilat-ester.pdf> Diakses tanggal 25 Oktober 2020.

<https://amaldoft.wordpress.com/2015/11/01/eter-turunan-alkana/> Diakses tanggal 25 Oktober 2020.

<https://sumberbelajar.belajar.kemdikbud.go.id/> Diakses tanggal 25 Oktober 2020.

Sutrisna, Nana. Aktif dan Kreatif Belajar Kimia. Grafindo : 2018 Diakses tanggal 25 Oktober 2020.

Watoni, A. Haris. Buku Siswa Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. YramaWidya: 2015



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
XII



BENZENA DAN TURUNANNYA
KIMIA KELAS XII

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

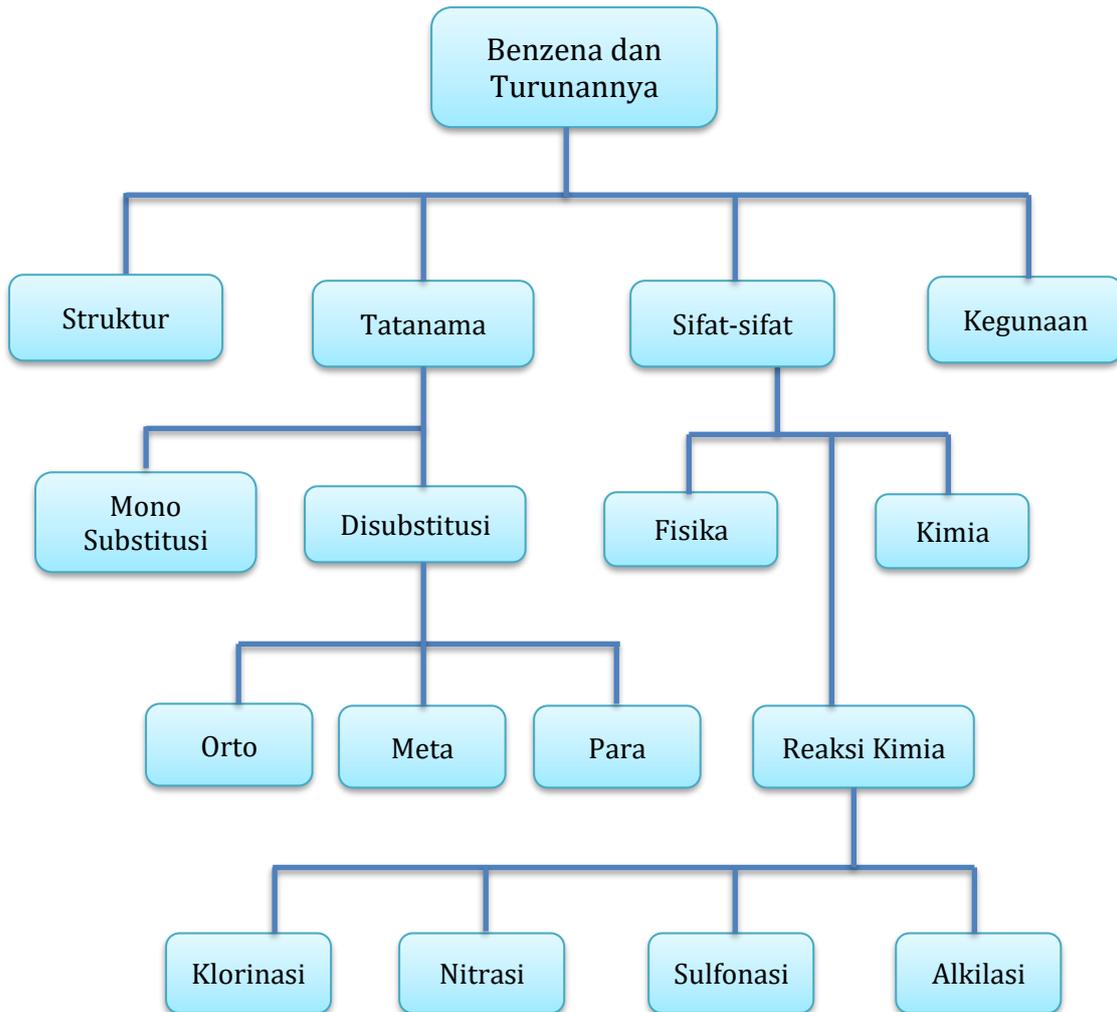
DAFTAR ISI

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	7
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	8
SENYAWA BENZENA DAN TURUNANNYA	8
A. Tujuan Pembelajaran	8
B. Uraian Materi	8
C. Rangkuman	12
D. Penugasan Mandiri	12
E. Latihan Soal	13
F. Penilaian Diri	16
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	17
SIFAT DAN KEGUNAAN SENYAWA BENZENA DAN TURUNANNYA	17
A. Tujuan Pembelajaran	17
B. Uraian Materi	17
g. Asam Benzena Sulfonat (ABS)	20
3. Dampak Negatif Benzena	21
C. Rangkuman	21
D. Penugasan Mandiri	21
E. Latihan Soal	22
F. Penilaian Diri	25
EVALUASI	26
KUNCI JAWABAN EVALUASI	30
DAFTAR PUSTAKA	31

GLOSARIUM

- Aromatik : Senyawa karbon yang mempunyai bau yang sangat harum dan sangat spesifik.
- Benzena : Senyawa karbon yang dengan rumus molekul C_6H_6 dengan rumus bangun siklik segi enam
- Orto : Kedudukan 1 dan 2 dalam cincin benzena.
- Meta : Kedudukan 1 dan 3 dalam cincin benzena.
- Para : Kedudukan 1 dan 4 dalam cincin benzena.
- Reaksi Substitusi : Reaksi yang terjadi pada senyawa karbon, di mana terjadi penggantian atom (gugus atom) oleh atom (gugus atom) yang lainnya..
- Struktur Kekule : Struktur lingkaran enam benzena dengan tiga ikatan rangkap yang berkonjugasi dan beresonansi.
- Substituen : Atom atau gugus atom pengganti pada reaksi substitusi.
- Resonansi : Peristiwa perpindahan elektron dalam cincin benzena.
- Klorisasi : Reaksi penggantian atom H pada benzena oleh substituen $-Cl$ menghasilkan kloro benzen dengan menggunakan katalis $FeCl_3$
- Nitrasi : Reaksi penggantian atom H pada benzena oleh substituen $-NO_2$ menghasilkan nitro benzen dengan menggunakan katalis H_2SO_4
- Sulfonasi : Reaksi penggantian atom H pada benzena oleh substituen $-SO_3H$ menghasilkan asam benzen sulfonat dengan menggunakan katalis H_2SO_4
- Alkilasi : Reaksi penggantian atom H pada benzena oleh substituen $-R$ menghasilkan alkil benzena dengan menggunakan katalis $AlCl_3$

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Kimia
Kelas	: XII
Alokasi Waktu	: 4 x 45 menit (2 x pertemuan)
Judul Modul	: Benzena dan Turunannya

B. Kompetensi Dasar

- 3.10 Menganalisis struktur, tata nama, sifat, dan kegunaan benzena dan turunannya.
- 4.10 Menyajikan hasil penelusuran informasi beberapa turunan benzena yang berbahaya dan tidak berbahaya.

C. Deskripsi Singkat Materi

Modul senyawa benzena dan turunannya ini memuat tentang struktur benzena, tatanama benzena, sifat-sifat benzena, kegunaan benzena, dan dampaknya dalam kehidupan sehari-hari. Modul senyawa benzena dan turunannya berkaitan dengan materi selanjutnya yaitu polimer atau suatu bahan plastik yang salah satu pembentuknya adalah senyawa turunan benzena yang sering disebut stirena. Setelah mempelajari modul ini akan lebih memahami bahwa senyawa turunan benzena banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari diantaranya : fenol yang digunakan untuk membuat desinfektan, asam benzoat digunakan untuk pengawet makanan, anilina digunakan untuk membuat pewarna sintetis, Trinitrotoluena (TNT) digunakan sebagai bahan peledak, dan masih banyak lagi. Senyawa turunan benzena ada yang bersifat racun/berbahaya dan ada juga yang tidak beracun/berbahaya sehingga dapat digunakan secara aman. Dengan membaca buku-buku atau artikel-artikel lainnya tentang senyawa benzena akan memperluas pengetahuan kita mengenai senyawa benzena dan turunannya.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Modul ini terbagi menjadi dua topik yaitu:

- Pertama : Struktur Dan Tatanama Benzena dan Turunannya Benzena
- Kedua : Sifat Dan Kegunaan Benzena dan Turunannya

Untuk mempelajari modul benzena dan senyawa turunan benzena memerlukan prasyarat pengetahuan yaitu reaksi substitusi.

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. 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 : Struktur dan Tatanama Senyawa Benzena dan Turunannya

Kedua : Sifat dan Kegunaan Senyawa Benzena dan Turunannya

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

SENYAWA BENZENA DAN TURUNANNYA

A. Tujuan Pembelajaran

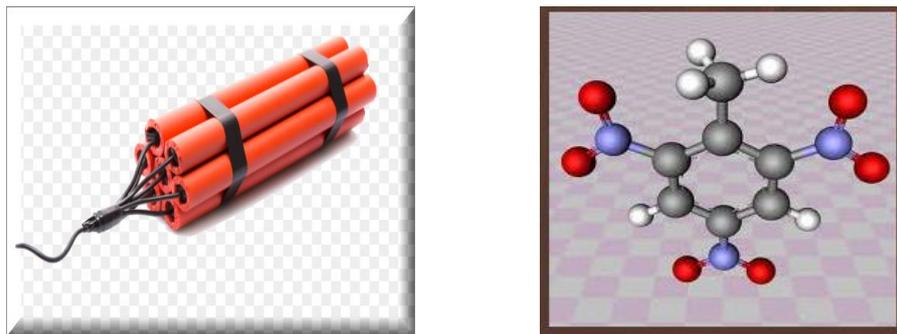
Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini diharapkan siswa dapat :

1. Menganalisis struktur benzena dan turunan benzena
2. Menggambar struktur orto, meta dan para pada senyawa turunan benzena yang memiliki dua substituen
3. Menuliskan penamaan senyawa turunan benzena baik mono substitusi maupun disubstitusi.

B. Uraian Materi

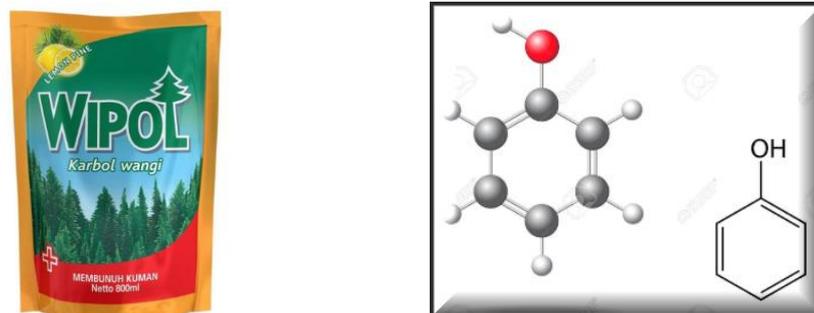
1. Struktur Benzena dan Turunannya

Pernahkah kalian mendengar nama bahan peledak TNT? Senyawa apakah penyusun bahan peledak TNT? Gambar berikut adalah rumus struktur dari senyawa turunan benzena trinitrotoluena (TNT).



Gambar 1. TNT dan Rumus Bangun senyawa TNT
(sumber : <https://id.kisspng.com/png-35xv61/>)

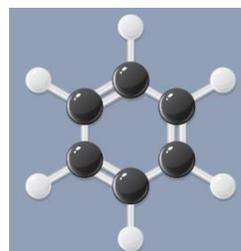
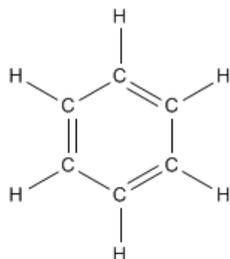
Senyawa turunan benzena yang tidak asing dalam kehidupan sehari-hari adalah senyawa yang terkandung dalam wipol yaitu bahan kimia pembersih lantai dan juga menghilangkan bau di kamar mandi. Tahukah Anda, senyawa turunan benzena apa yang terkandung dalam wipol?



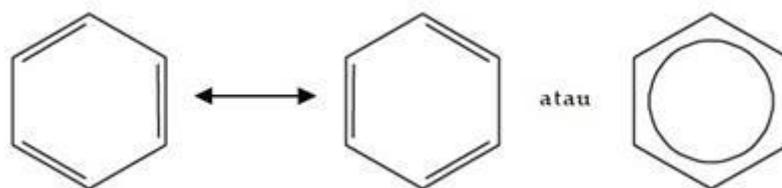
Gambar 2 : Pembersih lantai yang mengandung senyawa turunan benzena
(sumber: <https://id.kisspng.com/png-35xv61/>)

Tahukah kalian, benzena termasuk senyawa siklik, yaitu senyawa yang mengandung rantai karbon tertutup atau melingkar. Kita memulai pembicaraan dengan meninjau senyawa-senyawa aromatik, yaitu benzena dan turunan-turunannya. Senyawa benzena disebut juga senyawa aromatik karena golongan senyawa ini kebanyakan mempunyai aroma yang khas (sedap), meskipun ada senyawa golongan ini tidak mempunyai aroma. Istilah aromatik lebih dikaitkan dengan struktur dan sifat-sifat khas tertentu dari golongan senyawa benzena.

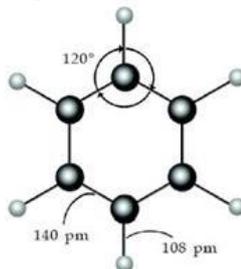
Benzena pertama kali disintesa pada tahun 1825 oleh Michael Faraday (1791-1867) dari suatu gas yang saat itu dipakai untuk lampu penerangan. Ketika para ahli kimia pada tahun 1834 menemukan bahwa rumus molekul benzena adalah C_6H_6 , mereka berkesimpulan bahwa senyawa ini memiliki ikatan tak jenuh yang lebih banyak dari alkena atau alkuna. Tetapi alangkah kagetnya ilmuwan-ilmuwan saat itu tatkala mengamati bahwa ternyata benzena tidak dapat mengalami adisi atau oksidasi. Reaksi-reaksi benzena justru umumnya adalah reaksi substitusi. Maka pada tahun 1865, Friedrich August Kekule (1829-1896) berhasil menerangkan struktur benzena. Keenam atom karbon pada benzena tersusun melingkar berupa segi segi enam beraturan dengan sudut ikatan $120^\circ C$. Struktur benzena digambarkan sebagai berikut.



Berdasarkan hasil analisis, ikatan rangkap dua karbon-karbon pada benzena tidak terlokalisasi pada karbon tertentu melainkan dapat berpindah-pindah. Gejala ini disebut resonansi. Adanya resonansi pada benzena ini menyebabkan ikatan pada benzena menjadi stabil, sehingga ikatan rangkapnya tidak dapat diadisi oleh air brom.



Tanda \leftrightarrow menyatakan bahwa senyawa benzena mengalami resonansi.



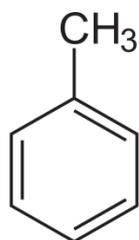
2. Tatanama Senyawa Turunan Benzena

Masih ingatkan kalian dengan penamaan dalam senyawa alkana, penamaan senyawa turunan benzena hampir sama dengan penamaan alkana, dimana cincin benzena dianggap sebagai rantai pokok, sedangkan substituen (gugus alkil, halogen, nitro) dianggap sebagai cabang. Penamaan diawali dengan menuliskan nama gugus substituen diikuti kata benzen (cara IUPAC), atau menuliskan kata fenil diikuti dengan nama gugus substituen (cara trivial).

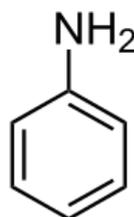
Namun demikian, banyak turunan benzena yang mempunyai nama khusus yang lebih lazim digunakan.

Substituen	Nama
CH ₃	Toluena
NH ₂	Anilina
OH	Fenol
CHO	Benzaldehida
COOH	Asam benzoat
CH=CH ₂	Stirena

Contoh senyawa turunan benzen:



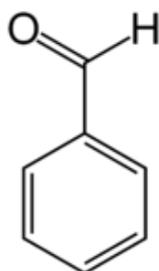
Metil benzen/Toluena



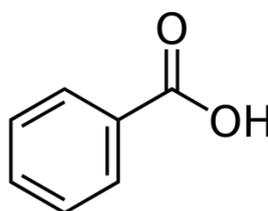
Amina benzen/anilina



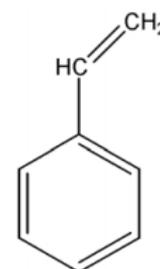
Hidroksi benzen/fenol



Benzaldehida

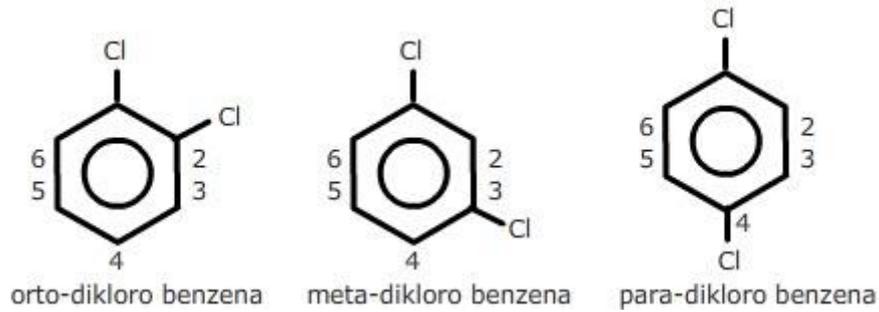


Asam benzoat

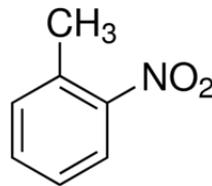


Vinil benzen/stirena

Jika terdapat dua substituen, maka posisi substituen dinyatakan dengan awalan o (orto), m (meta), atau p (para). Awalan orto untuk menyatakan posisi substituen pada atom C nomor 1,2 ; meta untuk posisi 1,3 ; dan para untuk posisi 1,4.

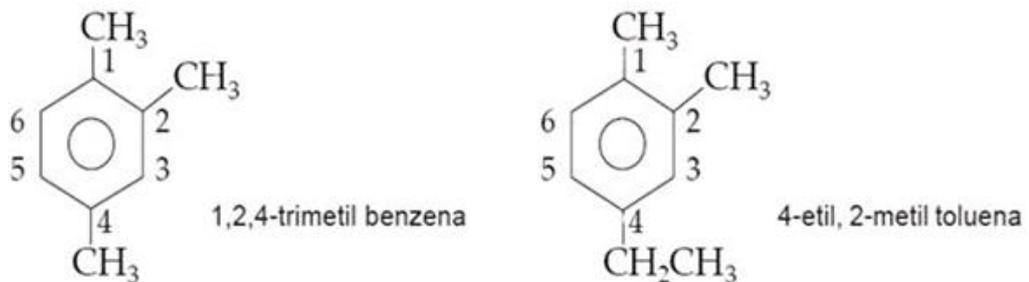


Jika jenis substituenya berbeda, maka urutan prioritas penomoran untuk beberapa substituen yang umum adalah sebagai berikut -COOH, -SO₃H, -CHO, -CN, -OH, -NH₂, -R, -NO₂, -X

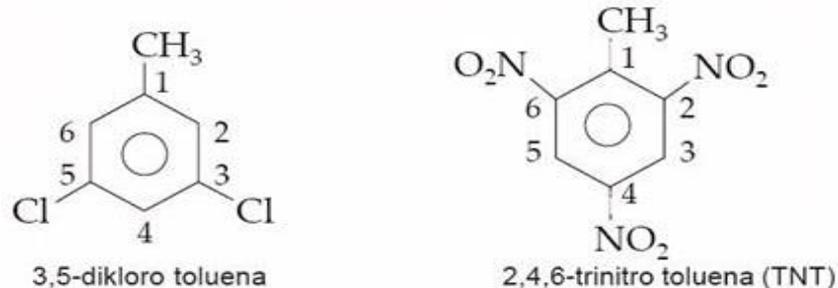


Oleh karena gugus CH₃ lebih relatif dari NO₂ maka CH₃ sebagai gugus terikat dan NO₂ sebagai gugus lain. Jadi, senyawa tersebut dinamakan orto-nitro toluene atau bila diberi nama berdasarkan urutan nomor yaitu : 1 metil-2-nitro benzena.

Jika terdapat tiga substituen atau lebih pada sebuah cincin benzena, maka sistem o, m, dan p tidak dapat diterapkan lagi. Dalam hal seperti itu, posisi substituen dinyatakan dengan angka. Seperti contoh berikut.



Contoh yang lain seperti berikut ini.



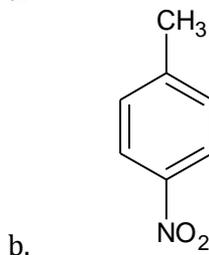
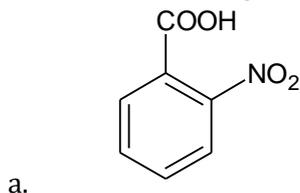
Jika sebuah cincin benzena terikat pada suatu rantai alkana bergugus fungsi atau pada rantai alkana yang terdiri dari 7 atom karbon atau lebih, maka cincin benzena itu dianggap sebagai substituen, bukan lagi sebagai induk.

C. Rangkuman

1. Benzena adalah senyawa aromatik dengan rumus kimia C_6H_6 memiliki struktur berbentuk segienam dan berikatan rangkap yang selang-seling (terkonjugasi), letak ikatan rangkap terdelokalisasi artinya tidak menempati suatu posisi yang pasti melainkan selalu berpindah karena benzena mengalami resonansi.
2. Senyawa turunan benzena adalah benzena yang mengandung paling tidak satu substituen. Penamaan senyawa turunan benzena diawali dengan menuliskan nama substituen lalu diikuti kata benzena. Bila terdapat dua buah substituen maka ada tiga isomer berdasarkan posisi substituen yaitu : orto (berdampingan), meta (dipisahkan satu atom C) dan para (dipisahkan dua atom C). Beberapa senyawa turunan benzena memiliki nama khusus atau nama perdagangan.

D. Penugasan Mandiri

1. Tuliskan rumus molekul dan rumus struktur benzena!
2. Rumus molekul benzena terdiri dari unsur C dan H tetapi tidak digolongkan ke dalam senyawa hidrokarbon tetapi digolongkan ke dalam senyawa aromatik, berikan alasannya!
3. Berdasarkan posisi substituen pada cincin benzena, berapakah jumlah isomer struktur senyawa klorofenol? Gambarkan semua struktur yang mungkin!
4. Tuliskan nama senyawa turunan benzena berikut ini!

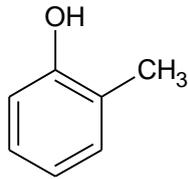


5. Carilah dari berbagai sumber tentang beberapa material dalam kehidupan sehari-hari yang mengandung senyawa benzena, tuliskan struktur senyawa benzenanya dan tuliskan namanya dengan cara melengkapi tabel berikut!

No	Material	Turunan Benzena	Struktur/ Rumus Bangun	Nama
a				
b				
c				
d				

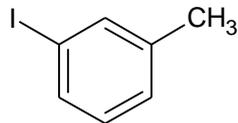
E. Latihan Soal

1. Nama molekul turunan benzena



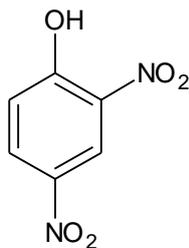
adalah....

- A. orto hidroksi fenol
 - B. orto toluena fenol
 - C. orto hidro toluena
 - D. orto hidro metil benzena
 - E. orto metil hidroksi benzena
2. Perhatikan rumus struktur senyawa turunan benzena berikut!



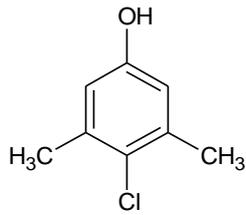
Nama senyawa tersebut adalah....

- A. orto iodo toluena
 - B. meta iodo toluena
 - C. para iodo benzena
 - D. 2-metil iodo toluena
 - E. meta metil iodo benzena
3. Di bawah ini tertera rumus bangun suatu senyawa turunan benzena.



Nama senyawa senyawa turunan benzena tersebut adalah....

- A. 1-hidroksi-2,4-dinitro benzen
 - B. 1,3-dinitrofenol
 - C. 2,4-dinitrobenzena
 - D. 2,4-nitrofenol
 - E. 2,4-dinitrotoluena
4. Nama senyawa turunan benzena dengan rumus struktur



adalah

- A. 4-hidroksi-2,6-dimetil toluena
 - B. 4-kloro-3,5-dimetil fenol
 - C. 3,5-dimetil-4-kloro fenol
 - D. 3,5-dimetil-4-hidroksi toluena
 - E. 2,4-dimetil-3-kloro fenol
5. Turunan benzen dengan dua substituen memiliki tiga bentuk yaitu..
- A. Meta, di dan tri
 - B. Mono, di dan tri
 - C. Eka, bi dan tri
 - D. Orto, meta dan para
 - E. Meta, tri dan para

Kunci dan Pembahasan Soal Latihan

No	Kunci Jawaban	Pembahasan
1.	E	Posisi substituen berdampingan, sehingga diberi awalan orto, bila benzena mengikat substituen $-CH_3$ diberi nama metil benzen/toluen, bila benzena mengikat substituen $-OH$ diberi nama hidroksi benzen/fenol, bila mengikat substituen $-CH_3$ dan $-OH$, maka namanya : Hidroksi metil benzen/hidroksi toluena/metil fenol
2.	B	Posisi substituen dipisahkan oleh satu atom C, sehingga diberi awalan meta, bila benzena mengikat substituen $-I$ diberi nama iodo benzen, bila benzena mengikat substituen $-CH_3$ diberi nama toluena, bila mengikat substituen $-CH_3$ dan $-I$, maka namanya : meta iodo toluena
3.	A	Perhatikan deret perioritas, penomoran diberikan bagi yang memiliki perioritas paling tinggi, yaitu : $COOH > SO_3H > CHO > OH > NH_2 > R > NO_2 > X$. OH lebih prioritas daripada NO_2 . Oleh karena itu, penomoran 1 diletakkan pada OH dan NO_2 berada pada nomor 2,4 dan ditambahkan awalan "di". Jadi, nama senyawa tersebut adalah 1-hidroksi- 2,4-dinitro benzen
4.	C	Perhatikan deret perioritas, penomoran diberikan bagi yang memiliki perioritas paling tinggi, yaitu : $COOH > SO_3H > CHO > OH > NH_2 > R > NO_2 > X$. OH lebih prioritas daripada $R = -CH_3$ dan $X = Cl$ karena itu, penomoran 1 diletakkan pada OH, selanjutnya CH_3 nomor 3 dan 5 dan Cl nomor 4, sehingga namanya adalah : 3,5-dimetil-4-kloro fenol
5.	C	Jika substituenya lebih dari satu, maka memiliki bentuk posisi orto(1,2), meta(1,3), dan para(1,4).

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 memahami struktur benzena sebagai senyawa aromatik		
2	Apakah Anda dapat menggambarkan struktur benzena yang mengalami resonansi		
3	Apakah Anda telah memahami penamaan secara IUPAC maupun nama perdagangan senyawa turunan benzena yang mengandung satu substituen		
4	Apakah Anda telah bisa membedakan posisi orto, meta dan para senyawa turunan benzena yang mengandung dua substituen		
5	Apakah Anda telah paham memberi nama senyawa turunan benzena yang mengandung dua substituen baik dengan penomoran maupun dengan awalan orto, meta atau para		

Catatan:

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

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

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

SIFAT DAN KEGUNAAN SENYAWA BENZENA DAN TURUNANNYA

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini diharapkan kalian dapat :

1. Mendiskripsikan sifat-sifat senyawa benzena dan turunannya
2. Menuliskan reaksi-reaksi senyawa benzena
3. Mendeskripsikan kegunaan senyawa benzena
4. Mengelompokkan senyawa turunan benzena yang berbahaya dan tidak berbahaya

B. Uraian Materi

1. Sifat-sifat Benzena

a. Sifat Fisika

Benzena adalah suatu zat cair tidak berwarna, mudah menguap, dan sangat beracun. Benzena bisa dipakai sebagai pelarut, pensintesis berbagai senyawa karbon, dan bahan dasar pembuatan senyawa karbon. Benzena tidak begitu reaktif, tapi sangat mudah terbakar, karena kadar karbon yang terkandung sangat tinggi. Titik didih pada benzena dan turunannya dimulai dari 80-250 derajat celsius. Untuk titik lelehnya bervariasi, dengan angka tertinggi yaitu 122 derajat celsius pada senyawa asam benzoat (-COOH). Senyawa turunan benzena yang sifatnya non-polar tidak akan larut dalam air, sebaliknya, yang bersifat polar akan larut didalam air.

Sifat-sifat fisik benzena, diantaranya :

- 1) Benzena merupakan senyawa yang tidak berwarna
- 2) Benzena berwujud cair pada suhu ruang 27 derajat Celsius
- 3) Titik didih benzena : 80,1 derajat Celsius, titik leleh benzena : 5.5 derajat Celsius.
- 4) Densitas 0,88
- 5) Memiliki bau yang khas
- 6) Mudah menguap
- 7) Tidak larut dalam pelarut polar seperti air, tetapi larut dalam pelarut yang kurang polar atau nonpolar, seperti eter dan tetraklorometana

b. Sifat Kimia

Derajat keasaman adalah salah satu sifat kimia benzena dan turunannya. Fenol dan asam benzoat termasuk asam lemah. Asam benzoat lebih kuat dibandingkan fenol. Fenol yang mempunyai gugus fungsi -OH ternyata bersifat asam lemah, yang berarti memberikan ion H^+ , sedangkan anilin yang memiliki gugus $-NH_2$ bersifat basa lemah, yang berarti menerima ion H^+ . Benzena lebih mudah mengalami reaksi substitusi daripada reaksi adisi.

Sifat-sifat kimia benzena dan turunannya, diantaranya :

- 1) Bersifat karsinogenik (racun)
- 2) Merupakan senyawa nonpolar
- 3) Tidak begitu reaktif, tapi mudah terbakar
- 4) Lebih mudah mengalami reaksi substitusi dari pada adisi.

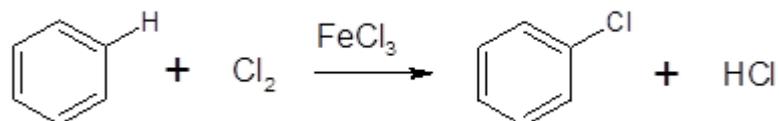
c. Reaksi-reaksi Benzena

Benzena merupakan senyawa yang kaya akan elektron sehingga jenis pereaksi yang akan menyerang cincin benzena adalah pereaksi yang suka elektron. Pereaksi seperti ini disebut elektrofil. Contohnya adalah golongan halogen dan H_2SO_4 . Reaksi yang umum terjadi yaitu suatu reaksi substitusi elektrofilik, ada 4 macam, yakni sebagai berikut :

1) Halogenasi

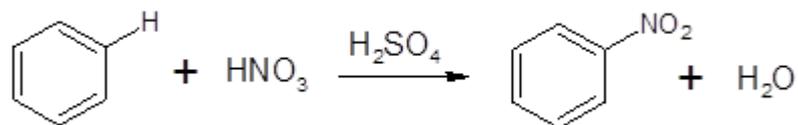
Halogenasi merupakan reaksi substitusi atom H pada benzena oleh golongan halogen seperti F, Cl, Br, I. Pada reaksi ini atom H digantikan oleh atom dari golongan halogen dengan bantuan katalis besi (III) halida. Jika halogennya Cl_2 , maka katalis yang digunakan adalah $FeCl_3$.

Contoh :

**2) Nitration**

Nitration merupakan reaksi substitusi atom H pada benzena oleh gugus nitro. Reaksi ini terjadi dengan mereaksikan benzena dengan asam nitrat (HNO_3) pekat dengan bantuan H_2SO_4 sebagai katalis. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

Contoh :

**3) Sulfonation**

Sulfonation merupakan reaksi substitusi atom H pada benzena oleh gugus sulfonat. Reaksi ini terjadi apabila benzena dipanaskan dengan asam sulfat pekat sebagai pereaksi.

Contoh :

**4) Alkylation**

Alkylbenzene dapat terbentuk jika benzena direaksikan dengan alkyl halide dengan katalis aluminium klorida ($AlCl_3$).

Contoh :



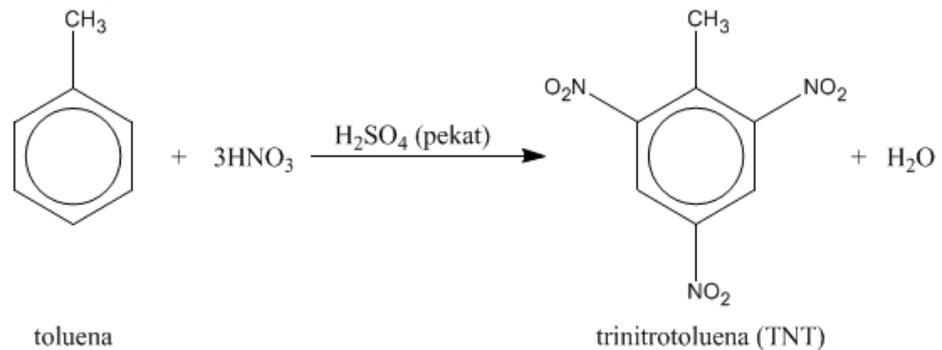
2. Kegunaan Senyawa Benzena dan Turunannya

Kemudahan benzena mengalami reaksi substitusi elektrofilik menyebabkan benzena memiliki banyak senyawa turunan. Semua senyawa karbon yang mengandung cincin benzena digolongkan sebagai turunan benzena.

Berikut ini beberapa kegunaan senyawa turunan benzena:

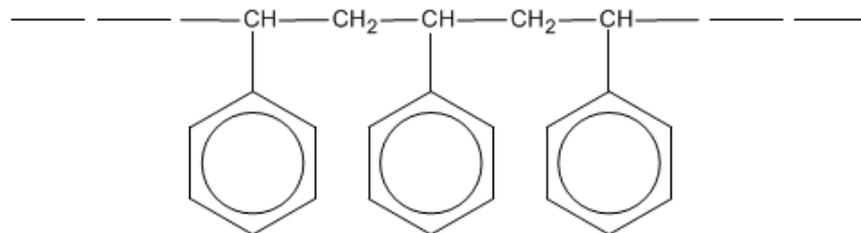
a. Toluena

Toluena digunakan sebagai pelarut dan sebagai bahan dasar untuk membuat TNT (trinitotoluena), senyawa yang digunakan sebagai bahan peledak (dinamit).



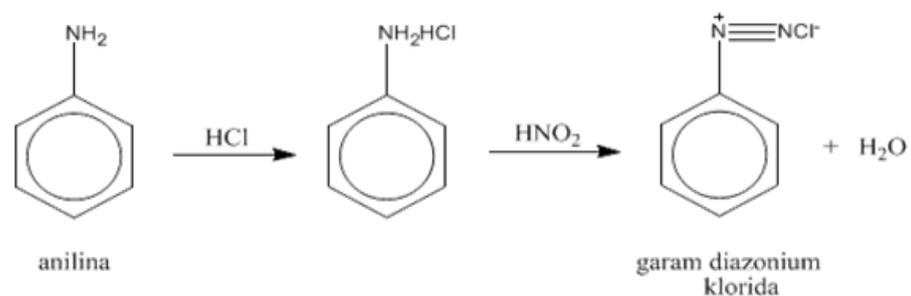
b. Stirena

Stirena digunakan sebagai bahan dasar pembuatan polimer sintetik polistirena melalui proses polimerisasi. Polistirena banyak digunakan untuk membuat insulator listrik, boneka, sol sepatu serta piring dan cangkir.



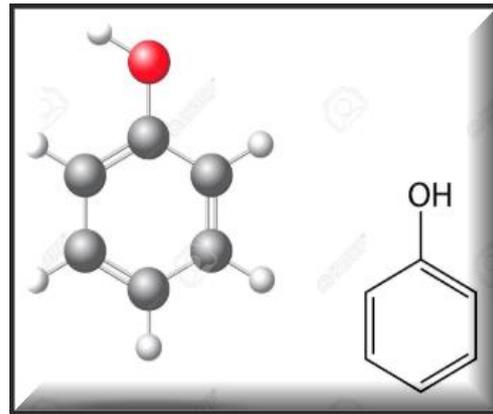
c. Anilina

Anilina merupakan bahan dasar untuk pembuatan zat-zat warna diazo. Anilina dapat diubah menjadi garam diazonium dengan bantuan asam nitrit dan asam klorida.



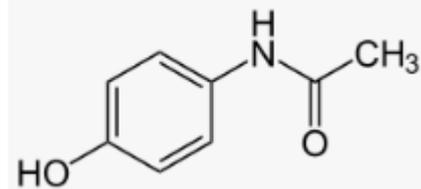
d. Fenol

Dalam kehidupan sehari-hari fenol dikenal sebagai karbol atau lisol yang berfungsi sebagai zat disinfektan.



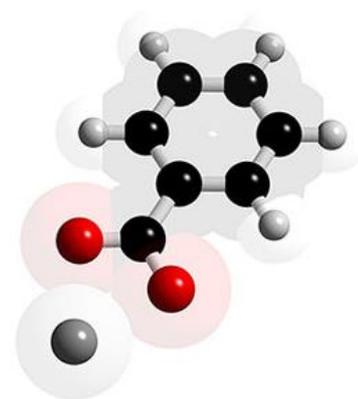
e. Parasetamol

Parasetamol (asetaminofen) memiliki fungsi yang sama dengan aspirin tetapi lebih aman bagi lambung. Hampir semua obat yang beredar dipasaran menggunakan zat aktif parasetamol. Penggunaan parasetamol yang berlebihan dapat menimbulkan gangguan ginjal dan hati.



f. Natrium benzoat

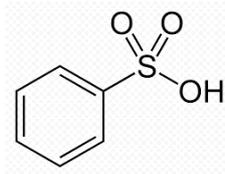
Natrium benzoat yang biasa digunakan sebagai pengawet makanan dalam kaleng.



g. Asam Benzena Sulfonat (ABS)

Mengapa orang mencuci pakaian lebih memilih menggunakan detergen daripada sabun batangan? Salah satu alasannya detergen bila digunakan mencuci menghasilkan busa yang lebih banyak daripada sabun batangan dan hasil cucuannya lebih bersih. Kok bisa? Ya bisa karena detergen mengandung asam benzena sulfonat umumnya digunakan sebagai bahan aktif dalam

deterjen yang digunakan dalam mesin cuci pakaian. Senyawa ini memiliki sifat pembersihan yang sangat baik dan menghasilkan busa banyak. Senyawa ini bersifat sebagai surfaktan yang dapat membuat noda pakaian larut di air dan dapat hilang ketika dibilas.



3. Dampak Negatif Benzena

Berhati-hatilah bila kalian menggunakan material yang mengandung senyawa turunan benzena! Mengapa? Karena senyawa turunan benzena ada yang memiliki sifat racun atau karsinogenik, yaitu zat yang dapat membentuk kanker dalam tubuh manusia jika kadarnya dalam tubuh manusia berlebih. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa benzena merupakan salah satu penyebab leukemia, penyakit kanker darah yang telah banyak menyebabkan kematian.

C. Rangkuman

1. Benzena adalah senyawa aromatik dengan rumus kimia C_6H_6 memiliki ikatan rangkap tetapi lebih mudah disubstitusi daripada diadisi. Senyawa benzena berupa zat cair non polar, mudah terbakar menghasilkan jelaga yang sangat banyak jumlahnya. Reaksi yang dapat dialami benzena diantaranya : halogenasi, nitration, sulfonasi dan alkilasi.
2. Senyawa turunan benzena banyak sekali digunakan dalam kehidupan sehari-hari diantaranya : fenol untuk desinfektan, natrium benzoat digunakan sebagai pengawet makanan, toluena digunakan sebagai bahan peledak TNT, anilina digunakan sebagai pewarna sintetis, vinil benzen digunakan sebagai plastik polistirena.

D. Penugasan Mandiri

1. Tuliskan sifat-sifat benzena dan turunannya!
2. Reaksi yang terjadi pada benzena adalah reaksi substitusi, yaitu penggantian satu atom H atau lebih pada benzena oleh substituen seperti klorinasi, nitration, sulfonasi dan alkilasi. Bandingkan perbedaan keempat reaksi substitusi tersebut!
3. Berdasarkan pengamatan dalam kehidupan sehari-hari berbagai material mengandung senyawa turunan benzena, lengkapilah tabel berikut yang menyatakan hubungan antara nama senyawa turunan benzena, kegunaannya dan berikan contoh materialnya!

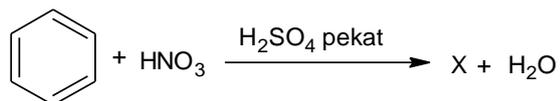
No	Nama senyawa turunan benzena	Kegunaannya	Contoh
a.			
b.			
c.			
d.			
e.			

4. Senyawa turunan benzena ada yang berbahaya bagi kesehatan manusia ada juga yang tidak berbahaya sehingga dapat digunakan secara aman. Carilah dari berbagai informasi senyawa turunan benzena lalu kelompokkan menjadi senyawa yang berbahaya dan yang tidak berbahaya

No	Senyawa Turunan Benzena	Keterangan	
		Berbahaya	Tidak berbahaya
a.			
b.			
c.			
d.			
e.			

E. Latihan Soal

1. Perhatikan persamaan reaksi benzena berikut!



Nama senyawa X yang dihasilkan dan jenis reaksi yang terjadi adalah

- anilina, nitrasi
 - nitrobenzena, alkilasi
 - nitrobenzena, nitrasi
 - asam benzena sulfonat, sulfonasi
 - fenol, nitrasi
2. Disediakan dua tabung reaksi masing-masing berisi alkena dan benzena. Apabila pada setiap tabung reaksi ditetesi cairan bromin maka yang terjadi pada masing-masing zat adalah....
- Alkena dan benzena mengalami reaksi adisi
 - Alkena dan benzena tidak mengalami reaksi
 - Alkena dan benzena mengalami reaksi substitusi
 - Alkena mengalami reaksi substitusi, sedangkan benzena mengalami reaksi adisi
 - Alkena mengalami reaksi adisi, sedangkan benzena mengalami reaksi substitusi
2. Berikut ini kegunaan senyawa benzena :
- bahan pembuat anilina
 - pengawet kayu
 - bahan pembuat semir sepatu
 - bahan baku pembuatan peledak
- Kegunaan dari nitrobenzena adalah
- (1) dan (2)
 - (1) dan (3)

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

3. Beberapa turunan benzena berikut :

- (1) fenol
- (2) trinitrotoluena
- (3) stirena
- (4) asam benzoat

Senyawa yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan peledak dan sebagai pengawet makanan atau minuman berturut-turut adalah nomor

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

4. Oksidasi suatu turunan benzena menghasilkan suatu senyawa yang dapat memerahkan kertas lakmus biru dan dengan alkohol menghasilkan ester. Turunan benzen itu adalah....

- A. anilina
- B. nitrobenzen
- C. fenol
- D. benzil alkohol
- E. toluene

5. Karbol adalah senyawa turunan benzena yang banyak dipakai sebagai bahan antiseptik. Rumus molekul karbol adalah...

- A. C_6H_5OH
- B. $C_6H_5CH_3$
- C. $C_6H_5NH_2$
- D. C_6H_5COOH
- E. C_6H_5CHO

Kunci dan Pembahasan Soal Latihan

No	Kunci Jawaban	Pembahasan
1.	C	Bila benzena direaksikan dengan HNO_3 dengan katalis H_2SO_4 akan terjadi substitusi atom H pada benzena oleh substituen $-\text{NO}_2$ melalui reaksi nitrasi sehingga yang terbentuk adalah benzena yang mengandung substituen $-\text{NO}_2$ yang disebut nitro benzen
2.	B	Kegunaan nitrobenzen : <ul style="list-style-type: none"> • pewangi pada sabun • pembuatan anilin • pengkilap lantai, • pelarut cat • penyemir jaket kulit.
3.	D	Kegunaan dari : <ol style="list-style-type: none"> a. fenol = desinfektan b. trinitrotoluena = bahan peledak c. stirena = pembuatan plastik polistirena d. asam benzoat = pengawet makanan
4.	E	Turunan benzen dioksidasi menghasilkan senyawa yang bersifat asam dan dengan alkohol menghasilkan ester berarti senyawa tersebut asam karboksilat. Turunan benzen bila dioksidasi menghasilkan benzen adalah toluena
5.	A	Karbol merupakan senyawa fenol, yaitu suatu turunan benzena yang memiliki gugus $-\text{OH}$. Jadi, jawaban yang benar adalah $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$.

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 menganalisis sifat-sifat benzena?		
2	Apakah Anda telah mampu menuliskan reaksi-reaksi benzena?		
3	Apakah Anda telah mampu membedakan reaksi halogenasi, sulfonasi, nitration dan alkilasi?		
4	Apakah Anda telah mampu menuliskan kegunaan senyawa turunan benzena?		
5	Apakah Anda telah menganalisis dampak penggunaan senyawa turunan benzena?		

Catatan:

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

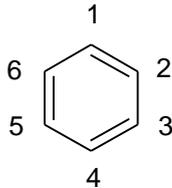
Bila semua jawaban "Ya", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.

EVALUASI

Pilihlah jawaban yang paling tepat!

- Manakah di antara pernyataan berikut yang "bukan" merupakan sifat benzena ?
 - berupa zat cair yang mudah menguap
 - merupakan senyawa tak jenuh
 - bersifat racun
 - melunturkan air bromin
 - mudah terbakar

- Struktur molekul benzena sebagai berikut



Atom-atom hidrogen yang terikat oleh atom C, kedudukannya pada....

- $C_1 = C_4$
 - $C_2 = C_6$
 - $C_3 = C_5$
 - C_1 sampai dengan C_6 sama
 - C_1 sampai dengan C_6 tidak sama
- Kresol (metilfenol) mempunyai isomer sebanyak
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
 - 6
 - Turunan benzena berikut yang disebut parametilnilina adalah

A.

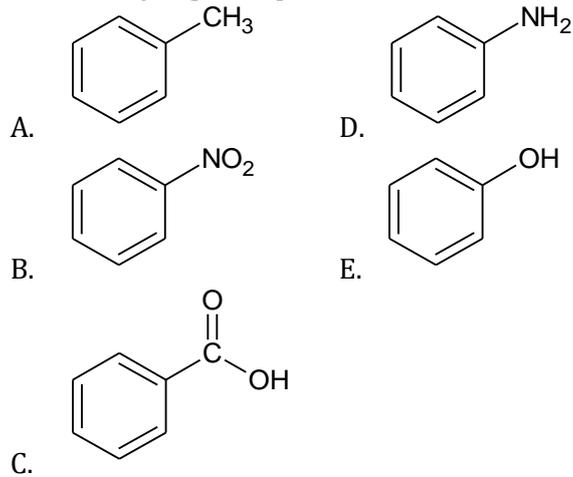
D.

B.

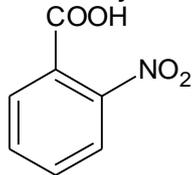
E.

C.

5. Berikut ini yang merupakan rumus struktur toluena adalah...

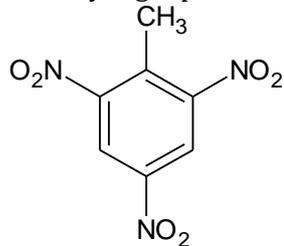


6. Nama senyawa di bawah ini adalah



- A. asam meta nitro benzoat
- B. asam orto nitro benzoat
- C. asam 4-nitro benzoat
- D. asam 3-nitro benzoat
- E. orto nitro benzoat

7. Nama yang tepat untuk senyawa turunan benzena di bawah ini adalah ...

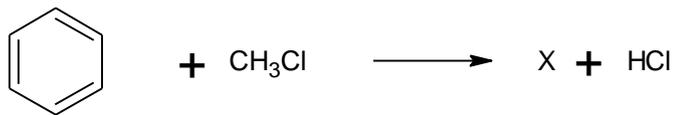


- A. 1,3,5-trinitro benzena
- B. 1,3,5-trikloro toluena
- C. 2,4,6-nitro benzena
- D. 2,4,6-trinitro benzena
- E. 2,4,6-trinitro toluena

8. Rumus molekul dari anilina adalah ...

- A. $C_6H_5CH_3$
- B. C_6H_5OH
- C. $C_6H_5NO_2$
- D. $C_6H_5NH_2$
- E. C_6H_5CHO

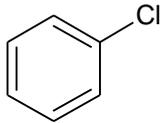
9. Perhatikan persamaan reaksi benzena berikut!



Nama senyawa X yang dihasilkan dan jenis reaksi yang terjadi adalah ...

- A. anilina, alkilasi
- B. toluena, alkilasi
- C. anilina, halogenasi
- D. klorobenzena, halogenasi
- E. klorobenzena, alkilasi

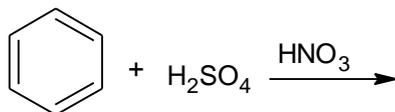
10. Berikut adalah hasil reaksi pembuatan turunan benzena



Jenis reaksi tersebut adalah

- A. sulfonasi
- B. halogenasi
- C. adisi
- D. oksidasi
- E. alkilasi

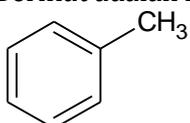
11. Perhatikan reaksi benzena berikut



Produk reaksi tersebut adalah

- | | | | |
|----|--|----|--|
| A. | | D. | |
| B. | | E. | |
| C. | | | |

12. Berikut adalah hasil reaksi pembuatan turunan benzena



Jenis reaksi tersebut adalah

- A. sulfonasi
- B. adisi
- C. alkilasi
- D. halogenasi
- E. oksidasi

13. Berikut ini beberapa senyawa turunan benzena yang dimanfaatkan dalam kehidupan:

- (1) asam benzoat,
- (2) fenol,
- (3) trinitrotoluena, dan
- (4) anilina.

Senyawa yang digunakan untuk antiseptik dan pewarna diazo secara berturut-turut adalah nomor....

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

14. Tri nitro toluena adalah salah satu turunan benzena yang digunakan untuk

- A. bahan pembuat deterjen
- B. bahan antioksidan
- C. bahan penyedap
- D. bahan pengawet
- E. bahan peledak

15. Perhatikan beberapa senyawa benzena dan turunannya berikut ini:

- (1) fenol
- (2) asam salisilat
- (3) asam benzoat
- (4) anilina
- (5) nitrobenzena

Senyawa yang digunakan untuk bahan pengawet makanan adalah

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

KUNCI JAWABAN EVALUASI

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

DAFTAR PUSTAKA

I Gede Mendera, Bahan Ajar Kimia Kelas XII. SMA Plus Negeri 17 Palembang, 2019

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

Unggul Sudarmo. Kimia untuk SMA /MA kelas XII, Erlangga, 2016

<http://abdulkholiskimia.blogspot.com/2013/01/benzena-dan-turunannya.html>

<http://shifisyarifafahmina.blogspot.com/2014/11/benzena-dan-turunannya-a.html>.

<https://fdokumen.com/document/bab-iii-benzena-dan-turunannya.html> diunduh tanggal
26 Agustus 2020

<https://www.gurupendidikan.co.id/benzena/> diunduh tanggal 26 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
XII



**MAKROMOLEKUL
KIMIA KELAS XII**

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

DAFTAR ISI

PENYUSUN	2
DAFTAR ISI	3
GLOSARIUM	5
PETA KONSEP	7
PENDAHULUAN	8
A. Identitas Modul	8
B. Kompetensi Dasar	8
C. Deskripsi Singkat Materi	8
D. Petunjuk Penggunaan Modul	8
E. Materi Pembelajaran	9
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	10
STRUKTUR, TATA NAMA, SIFAT, DAN PENGGOLONGAN POLIMER.....	10
A. Tujuan Pembelajaran	10
B. Uraian Materi.....	10
C. Rangkuman	13
D. Penugasan Mandiri	14
E. Latihan Soal	14
F. Penilaian Diri	17
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	18
PENGGOLONGAN, STRUKTUR, SIFAT, DAN UJI KARBOHIDRAT	18
A. Tujuan Pembelajaran	18
B. Uraian Materi.....	18
C. Rangkuman	21
D. Penugasan Mandiri (optional).....	21
E. Latihan Soal	22
F. Penilaian Diri	24
KEGIATAN PEMBELAJARAN 3	26
STRUKTUR, TATA NAMA, SIFAT, DAN PENGGOLONGAN PROTEIN	26
A. Tujuan Pembelajaran	26
B. Uraian Materi.....	26
C. Rangkuman	30
D. Penugasan Mandiri	30
E. Latihan Soal	30
F. Penilaian Diri	33

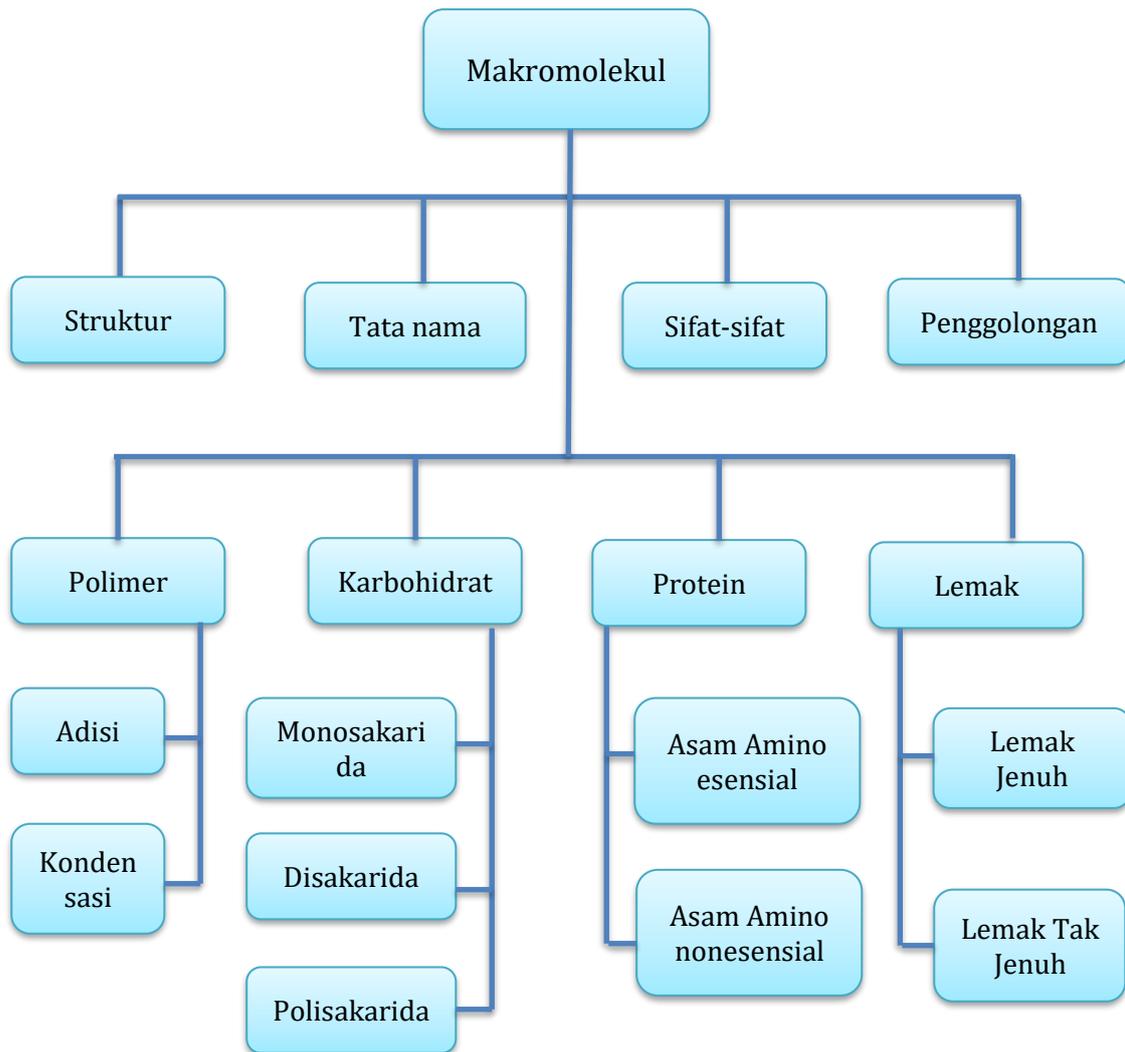
KEGIATAN PEMBELAJARAN 4	34
STRUKTUR, TATA NAMA, SIFAT, DAN PENGGOLONGAN LEMAK.....	34
A. Tujuan Pembelajaran	34
B. Uraian Materi.....	34
C. Rangkuman	36
D. Penugasan Mandiri	37
E. Latihan Soal	37
F. Penilaian Diri	39
EVALUASI	40
KUNCI JAWABAN EVALUASI.....	44
DAFTAR PUSTAKA.....	46

GLOSARIUM

Makromolekul	: Senyawa karbon yang mempunyai bau yang sangat harum dan sangat spesifik.
Polimer	: Senyawa molekul besar berbentuk rantai atau jaringan yang tersusun dari gabungan ribuan hingga jutaan unit pembangun yang berulang
Adisi	: Reaksi penggabungan dua atau lebih molekul membentuk suatu produk tunggal yang ditandai dengan hilangnya ikatan rangkap
Kondensasi	: Reaksi organik di mana dua molekul bergabung untuk menghasilkan produk tunggal disertai dengan pembentukan molekul lain
Termoplast	: Plastik yang menjadi lunak jika dipanaskan dan akan mengeras jika didinginkan dan proses ini bisa dilakukan berulang kali.
Termoseting	: Plastik yang mempunyai sifat tahan terhadap panas, jika polimer ini dipanaskan, maka tidak dapat meleleh sehingga tidak dapat dibentuk ulang kembali
Homopolimer	: Polimer yang tersusun dari monomer yang sama (tunggal)
Kopolimer	: Polimer yang tersusun dari monomer yang berbeda
Monosakarida	: Unit terkecil dari sakarida yang tidak dapat diuraikan lagi menjadi molekul yang lebih sederhana
Diskarida	: Sakarida yang terdiri dari dua buah monosakarida
Polisakarida	: Sakarida yang terdiri dari gabungan banyak monosakarida
Glikosida	: Ikatan kovalen antara dua monosakarida dapat berupa jenis alpha atau jenis beta.
Mutarotasi	: Perubahan arah putaran cahaya terpolarisasi karena perubahan dalam keseimbangan antara dua anomer, ketika stereocenters yang sesuai bertukar
Inversi	: Perubahan besar sudut putaran cahaya terpolarisasi
Fermentasi	: Teknik pengolahan makanan dari bahan pokok menjadi makanan siap saji dengan menggunakan mikroorganisme tertentu.
Amfoter	: Senyawa amfoter adalah senyawa yang dapat bereaksi dengan asam dan basa
Ion Zwitter	: Molekul asam amino yang mengandung muatan positif dan negatif
Optis aktif	: Zat-zat yang dapat memutar bidang polarisasi cahaya, yaitu zat-zat yang molekul-molekulnya mempunyai pusat asimetris
Titik iso elektrik	: Suatu nilai pH dimana asam amino memiliki jumlah muatan negatif yang sama dengan jumlah muatan positifnya
Ikatan peptida	: Ikatan antara gugus amina dari satu asam amino dengan gugus karboksil dari asam amino lain dengan melepaskan molekul H ₂ O
Trigliserida	: Salah satu jenis lemak yang dibawa dalam aliran darah dan juga merupakan zat yang disimpan di dalam jaringan sebagai makanan cadangan

- Asam lemak tak jenuh : Merupakan asam lemak yang memiliki ikatan rangkap pada struktur kimianya
- Asam lemak jenuh : Merupakan asam lemak yang tidak memiliki ikatan rangkap pada struktur kimianya

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: Kimia
Kelas	: XII
Alokasi Waktu	: 8 x 45 menit (2 x pertemuan)
Judul Modul	: Makromolekul

B. Kompetensi Dasar

- 3.11 Menganalisis struktur, tata nama, sifat dan penggolongan makromolekul
- 4.11 Menganalisis hasil penelusuran informasi mengenai pembuatan dan dampak produk makromolekul

C. Deskripsi Singkat Materi

Dalam kehidupan sehari-hari, Kalian tentu tidak asing lagi dengan bahan makanan, seperti beras, jagung, daging, tempe, dan tahu. Kalian juga pasti mengenal berbagai jenis plastik. Berbagai perabotan rumah tangga, seperti ember, gayung, dan gelas yang terbuat dari plastik. Bahan-bahan tersebut terbuat dari senyawa makromolekul atau polimer. Sesuai dengan nama senyawa tersebut, makromolekul berarti molekul besar dengan berat molekul yang besar. Tubuh manusia juga terdiri atas makromolekul-makromolekul yang Kalian kenal dengan karbohidrat, protein, dan lemak. Sekarang, Kalian pikirkan, apakah persamaan dan perbedaan antara bahan makanan dan plastik? Apakah makromolekul dan polimer itu? Bagaimana sifat-sifat makromolekul? Senyawa apa sajakah yang termasuk makromolekul? Dengan mempelajari modul ini Kalian akan mengetahui jawabannya.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Modul ini terbagi menjadi empat topik yaitu:

- Pertama : Struktur, tata nama, sifat, dan penggolongan polimer
- Kedua : Struktur, tata nama, sifat, dan penggolongan karbohidrat
- Ketiga : Struktur, tata nama, sifat, dan penggolongan protein
- Keempat : Struktur, tata nama, sifat, dan penggolongan lemak

Untuk mempelajari modul makromolekul memerlukan materi prasarat yang harus kalian miliki yaitu reaksi adisi dan reaksi kondensasi.

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. 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 4 kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

- Pertama : Struktur, tata nama, sifat, dan penggolongan polimer
- Kedua : Struktur, tata nama, sifat, dan penggolongan karbohidrat
- Ketiga : Struktur, tata nama, sifat, dan penggolongan protein
- Keempat : Struktur, tata nama, sifat, dan penggolongan lemak

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

STRUKTUR, TATA NAMA, SIFAT, DAN PENGGOLONGAN POLIMER

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini, diharapkan kalian dapat :

1. Menganalisis struktur polimer
2. Mendeskripsikan sifat-sifat polimer
3. Mendeskripsikan penamaan polimer
4. Menggolongkan polimer

B. Uraian Materi

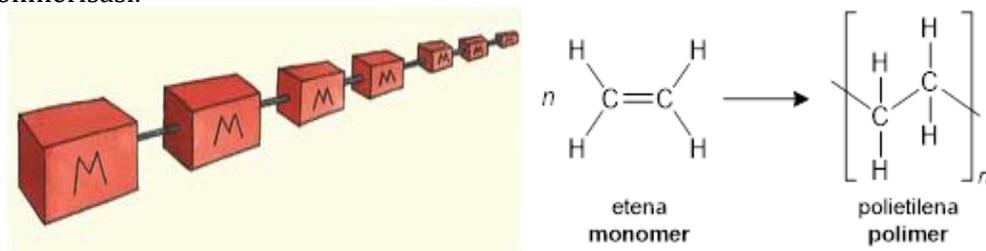
1. Struktur Polimer

Dalam kehidupan sehari-hari sering kita menggunakan berbagai perabotan yang terbuat dari bahan polimer yang dapat berupa plastik, karet, serat dan nilon. Dalam tubuh makhluk hidup juga ditemukan berbagai senyawa polimer diantaranya karbohidrat, protein dan asam nukleat.



Gambar 1. Berbagai perabotan rumah tangga terbuat dari plastik

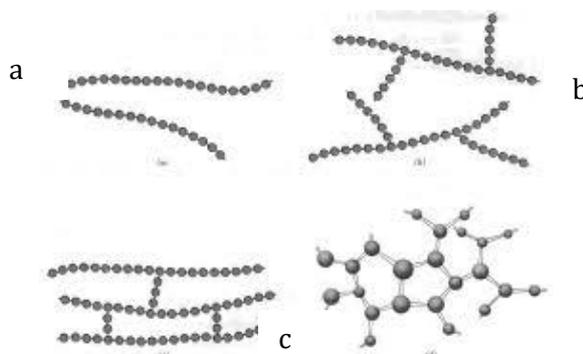
Polimer adalah suatu makromolekul yang terbentuk dari bergabungnya molekul-molekul sederhana yang disebut dengan monomer melalui proses yang disebut polimerisasi.



Berdasarkan bentuk Susunan rantainya, polimer dapat dibedakan :

- a. Polimer linear, adalah polimer yang tersusun dengan unit ulang berikatan satu sama lainnya :membentuk rantai polimer yang panjang.
- b. Polimer bercabang, adalah polimer yang terbentuk jika beberapa unit ulang membentuk cabang pada rantai utama.

- c. Polimer berikatan silang (Cross-linking), adalah polimer yang terbentuk karena beberapa rantai polimer saling berikatan satu sama lain pada rantai utamanya. Sambungan silang dapat terjadi ke berbagai arah sehingga terbentuk sambung silang tiga dimensi yang disebut polimer jaringan.



Gambar 2. Struktur Polimer

2. Pembentukan dan Tata Nama Polimer

Berdasarkan reaksi pembuatannya, polimer dibedakan menjadi polimer adisi dan polimer kondensasi. Polimer adisi terbentuk melalui reaksi adisi (bergabungnya monomer-monomer yang memiliki ikatan rangkap), sedangkan polimer kondensasi terbentuk melalui reaksi kondensasi (reaksi penggabungan monomer-monomer yang memiliki gugus fungsi pada kedua ujung molekulnya disertai pembebasan molekul lain).

Penamaan polimer adisi diawali dengan menuliskan kata poli diikuti dengan nama monomernya. Misalnya, monomer yang bergabung adalah etena membentuk polimer, maka diberi nama polietena.

Penamaan polimer kondensasi memiliki nama khusus, contoh monomer yang bergabung asam adipat dengan heksametilendiamin membentuk polimer kondensasi dengan nama nylon-66.

Reaksi Pembentukan Polimer

a. Polimerisasi Adisi

Polimer adisi terbentuk melalui bergabungnya monomer-monomer secara langsung melalui reaksi adisi. Monomer yang dapat membentuk polimer adisi harus memiliki ikatan rangkap dua.

Beberapa contoh polimer adisi adalah :

- 1) Polietena
- 2) Polivinilklorida (PVC)
- 3) Polipropilena
- 4) Poliisoprena (karet alam)
- 5) Politetrafluoroetana (teflon)
- 6) Polistirena

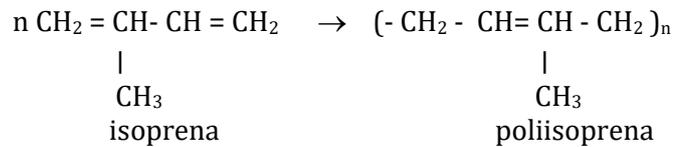
Beberapa contoh pembentukan polimer adisi :

- 1) Contoh pembentukan polietena (polietena) dapat digambarkan sebagai berikut :



- 2) Pembentukan poliisoprena (karet alam)

Monomer dari karet alam adalah isoprena (2-metil-1,2-butadiena) yang bergabung dengan terjadi pemindahan posisi ikatan rangkap, reaksinya dapat dituliskan sebagai berikut :



b. Polimersasi Kondensasi

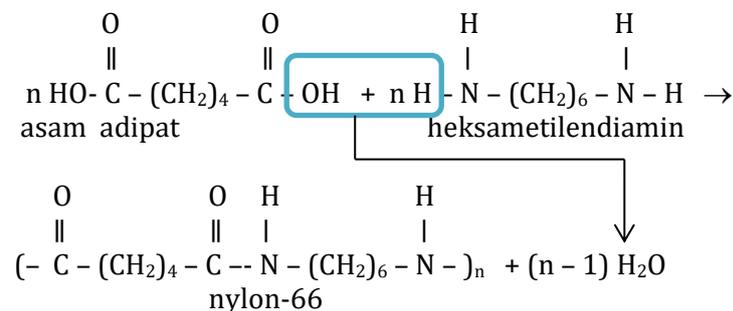
Polimerisasi kondensasi adalah pembentukan polimer melalui bergabungnya monomer-monomer sederhana menjadi molekul besar disertai pembebasan molekul lain (biasanya H₂O atau metanol).

Pembentukan polimer kondensasi hanya dapat terjadi antara monomer yang mempunyai dua gugus fungsi pada kedua ujung rantai molekulnya. Beberapa polimer yang terbentuk melalui kondensasi adalah :

- 1) Nylon-66
- 2) Dakron
- 3) Amilum
- 4) Protein

Contoh : pembentukan polimer kondensasi, pembentukan nylon-66

Nylon-66 terbentuk dari dua jenis monomer , yaitu : asam adipat (asam 1,6-heksanadioat) dan heksametilendiamina (1,6-diaminaheksana). Setiap penggabungan dua monomer akan dibebaskan satu molekul air (atom H berasal dari gugus amina dan gugus OH berasal dari gugus karboksilat, sebagai berikut.



3. Sifat Polimer

Beberapa faktor yang mempengaruhi sifat fisik polimer sebagai berikut.

- a. Panjang rata-rata rantai polimer, kekuatan dan titik leleh naik dengan bertambah panjangnya rantai polimer.
- b. Gaya antarmolekul, jika gaya antar molekul pada rantai polimer besar maka polimer akan menjadi kuat dan sukar meleleh.
- c. Percabangan, rantai polimer yang bercabang banyak memiliki daya tegang rendah dan mudah meleleh.
- d. Ikatan silang antar rantai polimer, ikatan silang antar rantai polimer menyebabkan terjadinya jaringan yang kaku dan membentuk bahan yang keras. Jika ikatan silang semakin banyak maka polimer semakin kaku dan mudah patah.
- e. Sifat kristalinitas rantai polimer, polimer berstruktur tidak teratur memiliki kristalinitas rendah dan bersifat amorf (tidak keras). Sedangkan polimer dengan struktur teratur mempunyai kristalinitas tinggi sehingga lebih kuat dan lebih tahan terhadap bahan-bahan kimia dan enzim.

4. Penggolongan Polimer

Polimer dapat digolongkan berdasarkan asalnya, jenis monomer pembentuknya, atau berdasarkan sifatnya terhadap pemanasan.

- a. Berdasarkan asalnya, polimer digolongkan atas:
 - 1) Polimer alam, yaitu polimer yang terbentuk secara alami (terdapat di alam).
Contoh : amilum, protein, selulosa dan karet alam
 - 2) Polimer sintetis adalah polimer yang dibuat di industri (tidak terdapat di alam).
Contoh : polietena, polivinilklorida (PVC), polipropilena, politetrafluoroetana (teflon), dan polistirena

- b. Berdasarkan jenis monomer pembentuknya, polimer digolongkan atas:
 - 1) Homopolimer yaitu polimer yang dibentuk oleh monomer yang sejenis.
Contoh : polietena, polivinilklorida (PVC), polipropilena, polistirena.
 - 2) Kopolimer adalah polimer yang dibentuk oleh monomer yang berbeda (lebih dari satu jenis monomer pembentuknya).
Contoh : nylon-66 dan dakron

- c. Berdasarkan sifatnya terhadap panas, polimer digolongkan atas:
 - 1) Polimer termoplast, polimer akan melunak bila dipanaskan (dapat didaur ulang).
Contoh : polietena, PVC, polipropilena
 - 2) Polimer termoseting yaitu polimer akan melunak bila dipanaskan (dapat didaur ulang).
Contoh : bakelit (plastik banyak digunakan sebagai peralatan listrik) dan melamin

5. Dampak Produk Polimer

Hampir semua aktivitas sehari-hari, maupun benda yang digunakan, mengandung bahan plastik. Mulai dari elektronik, otomotif, pertanian, fashion, alat rumah tangga. Baju berbahan poliester pun sejatinya juga dari plastik. Kemudian kendaraan, banyak komponen yang menggunakan plastik. Bahkan ban dengan label karet sintesis, juga menggunakan campuran plastik.

Disamping manfaatnya plastik dalam kehidupan sehari-hari, tahukah kalian bahwa plastik juga memberikan dampak negatif. Oleh karena itu diperlukan langkah bijak dalam pemanfaatan plastik sehingga tidak merugikan bagi manusia dan lingkungannya.

Penggunaan plastik dalam industri makanan dapat menyebabkan kontaminasi zat warna plastik dalam makanan. Sebagai contoh adalah penggunaan kantong plastik hitam (kresek) untuk membungkus makanan seperti gorengan dan lain-lain. Menurut Made Arcana, ahli kimia dari Institut Teknologi Bandung, zat pewarna hitam ini kalau terkena panas (misalnya berasal dari gorengan), bisa terurai, terdegradasi menjadi bentuk radikal yang bisa bereaksi dengan cepat, seperti oksigen dan makanan.

Styrofoam yang sering digunakan orang untuk membungkus makanan atau untuk kebutuhan lain juga dapat menimbulkan masalah yaitu bisa memunculkan gejala gangguan saraf.

C. Rangkuman

1. Makromolekul adalah molekul yang sangat besar terbentuk dari bergabungnya monomer-monomer yang jumlahnya sangat banyak, salah satu contoh makromolekul adalah polimer

2. Berdasarkan asalnya polimer dibedakan menjadi polimer sintetis dan polimer alamiah. Contoh polimer alam yaitu amilum, selulosa, karet, wol, protein, dan karbohidrat.
3. Polimer sintetis dibedakan menjadi:
 - a. Berdasarkan jenis monomernya
 - 1) Homopolimer, yaitu polimer yang terdiri dari monomer-monomer sejenis.
 - 2) Kopolimer, yaitu polimer yang terdiri dari dua macam atau lebih monomer.
 - b. Berdasarkan sifat termalnya yaitu termoplast dan termoset.
 - c. Berdasarkan reaksi pembentukannya.
 - 1) Polimer adisi terbentuk dari penggabungan monomer-monomer melalui reaksi adisi yang disertai pemutusan ikatan rangkap.
 - 2) Polimer kondensasi terbentuk dari penggabungan monomer-monomer melalui reaksi polimerisasi kondensasi yang terkadang disertai terbentuknya molekul kecil seperti H_2 , H_2O , HCl , dan NH_3

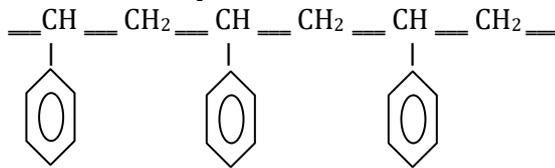
D. Penugasan Mandiri

1. Tugas proyek
 - a. Carilah dari informasi produk polimer di lingkungan tempat tinggalmu!
 - b. Identifikasi produk polimer yang telah dikumpulkan menjadi golongan:
 - 1) Polimer alam/sintetis
 - 2) Polimer adisi/kondensasi
 - 3) Homopolimer/kopolimer
 - 4) Termoseting/ termoplast
2. Disamping dampak positif dari produk polimer plastik ternyata juga memiliki dampak negatif. Uraikan dampak positif dan dampak negatifnya pemakaian plastik!
3. Mengapa dilarang menggunakan plastik untuk bungkus makanan/gorengan terutama dalam keadaan panas?
4. Pemerintah berupaya menekan pencemaran lingkungan akibat pemakaian plastik dalam kemasan/bungkus belanja di berbagai pusat perbelanjaan dengan tidak menyediakan kantong plastik tetapi meminta konsumen membawa wadah bila hendak berbelanja. Efektif kah cara yang dilakukan pemerintah? Beri alasan!
5. Bila pemulung memungut sampah plastik, kriteria sampah seperti apa yang akan dipilihnya agar laku dijual di tempat penampungan sampah plastik?

E. Latihan Soal

1. Berikut ini yang dapat menjadi monomer dari suatu polimer adisi adalah ...
 - A. $CH_2CH_2CH_2NH_2$
 - B. $HOCH_2CH_2COOH$
 - C. CH_3COOH
 - D. $CH_2 = CH_2$
 - E. CH_3CH_2COCl
2. Pasangan polimer yang terbentuk melalui reaksi kondensasi adalah
 - A. Poliester dan poliamida
 - B. Polistirena dan polietena
 - C. Polisakarida dan polistirena
 - D. Polipeptida dan polipropilena
 - E. Polivinilklorida dan polistirena

3. Monomer dari polimer berikut adalah



- A. $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH} = \text{CHCH}_3$
 B. $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH} = \text{CH}_2$
 C. $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH} = \text{CHC}_6\text{H}_5$
 D. $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH} = \text{CHCH}_2\text{C}_6\text{H}_5$
 E. $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}_3$
4. Bahan-bahan buangan polimer seperti plastik dan karet tidak dapat diatasi dengan jalan pembakaran, sebab
- A. tidak dapat terbakar
 B. polimer tersebut beracun
 C. bila terbakar dapat menghasilkan bahan beracun
 D. polimer tersebut sukar didegradasi
 E. mudah meledak bila terbakar
5. Beberapa polimer sebagai berikut :
- (1) Amilum
 (2) Teflon
 (3) Asam Nukleat
 (4) Selulosa
 (5) Dakron
- yang merupakan polimer sintesis adalah....
- A. (1) dan (2)
 B. (2) dan (3)
 C. (3) dan (4)
 D. (4) dan (5)
 E. (2) dan (5)

Kunci dan Pembahasan Soal Latihan

No	Kunci Jawaban	Pembahasan
1.	D	<ul style="list-style-type: none"> Polimer adisi adalah polimer yang monomernya mempunyai ikatan rangkap. Polimer kondensasi adalah polimer yang monomernya mempunyai gugus fungsi. (COOH : Asam Karboksilat ; OH : Alkohol ; NH₂ : Amida ; CO : Keton)
2.	A	Polimer kondensasi terbentuk dari monomer-monomer yang mempunyai dua buah gugus fungsi pada kedua ujung ikatannya
3.	B	monomer merupakan unit terkecil penyusun suatu polimer, dari polimer tersebut bila dipotong menjadi unit-unit terkecil dan identik semuanya maka diperoleh senyawa dengan rumus molekul C ₆ H ₅ CH = CH ₂
4.	C	satu polimer (plastik) bila dibakar dapat menghasilkan bahan beracun
5.	E	<ul style="list-style-type: none"> Polimer Alam adalah polimer yang terdapat di alam, berasal dari makhluk hidup. Contoh : Amilum, Asam Nukleat, Selulosa, Protein, Karet Alam Polimer sintetis atau polimer tiruan adalah polimer yang tidak terdapat di alam tetapi dibuat oleh manusia. Contoh : PVC , Teflon, Dakron, Nilon

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 tkalian pada kolom pilihan.

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah Kalian telah memahami struktur polimer?		
2	Apakah Kalian dapat mnuliskan sifat-sifat polimer?		
3	Apakah Kalian telah memahami penamaan polimer adisi?		
4	Apakah Kalian telah dapat menggolongkan polimer sintetis berdasarkan reaksi pembentukannya?		
5	Apakah Kalian telah dapat menggolongkan polimer sintetis berdasarkan jenis monomernya?		
6	Apakah Kalian telah dapat menggolongkan polimer sintetis berdasarkan: berdasarkan sifatnya terhadap pemanasan?		
7	Apakah Kalian telah mampu menganalisis dampak penggunaan produk polimer?		

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, STRUKTUR, SIFAT, DAN UJI KARBOHIDRAT

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini, diharapkan kalian dapat :

1. Menganalisis penggolongn dan struktur karbohidrat
2. Mendeskripsikan sifat-sifat karbohidrat
3. Mendeskripsikan uji karbohidrat

B. Uraian Materi

Tahukah Kalian, satu diantara tiga zat makanan pokok kita adalah karbohidrat Fungsi utama karbohidrat dalam tubuh ialah sebagai sumber energi. Kita memperoleh karbohidrat dari nasi, roti, tapioka dan sebagainya. Karbohidrat adalah senyawa dari karbon, hidrogen dan oksigen. Contohnya adalah glukosa ($C_6H_{12}O_6$) sukrosa atau gula tebu ($C_{12}H_{22}O_{11}$), dan selulosa [$(C_6H_{10}O_5)_n$] sebagaimana tampak dalam tiga contoh tersebut, karbohidrat mempunyai rumus $C_n(H_2O)_m$. Rumus molekul glukosa misalnya, dapat dinyatakan sebagai $C_6(H_2O)_6$. Nama lain dari karbohidrat adalah **sakarida**. Kata sakarida berasal dari kata dalam bahasa Arab "Sakkar" yang artinya gula. Karbohidrat sederhana mempunyai rasa manis sehingga dikaitkan dengan gula.

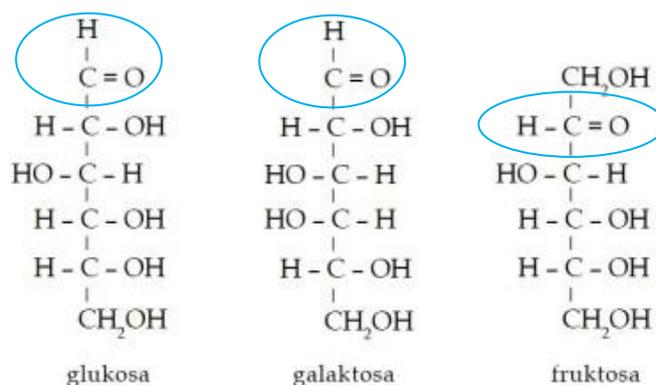
1. Penggolongan dan Struktur Karbohidrat

Berdasarkan reaksi hidrolisisnya, karbohidrat digolongkan menjadi monoksida, disakarida, dan polisakarida.

a. Monosakarida

Monosakarida adalah karbohidrat paling sederhana, tidak dapat dihidrolisis menjadi karbohidrat yang lebih sederhana.

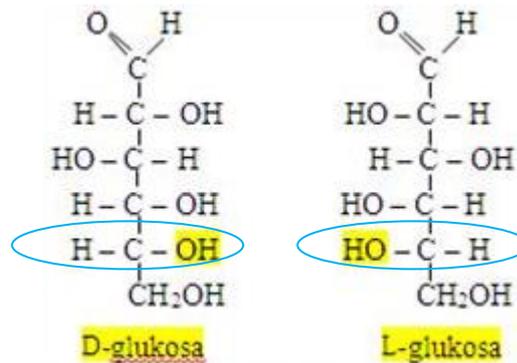
Contoh monosakarida : glukosa, galaktosa dan fruktosa. Struktur ketiganya seperti pada gambar berikut.



Glukosa dan galaktosa termasuk kelompok aldosa, yaitu memiliki gugus fungsi aldehyd. Sedangkan fruktosa termasuk kelompok ketosa memiliki gugus fungsi keton.

Setiap monosakarida mempunyai dua bentuk konfigurasi yang ditandai dengan D (dibaca: de) dan L (dibaca: el). Penetapan bentuk D dan L didasarkan pada arah gugus OH pada atom C asimetris nomor terbesar. Bila gugus mengarah ke kanan ditandai dengan D, bila mengarah ke kiri ditandai dengan L. Pada glukosa, atom C asimetris nomor tertinggi adalah atom C nomor 5. semua monosakarida yang terdapat dialam mempunyai konfigurasi D.

Contoh :



b. Disakarida

Disakarida terbentuk dari dua molekul monosakarida. Ikatan yang menghubungkan unit-unit monosakarida dalam disakarida juga dalam polisakarida disebut ikatan **glikosida**.

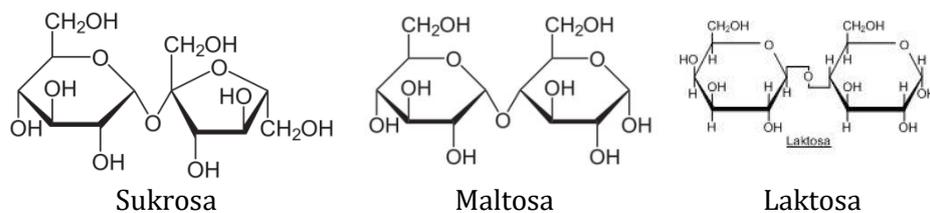
Contoh disakarida : sukrosa, maltosa dan laktosa

Ketiganya mempunyai rumus molekul $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$.

Sukrosa terdiri dari 1 molekul glukosa dan 1 molekul fruktosa.

Maltosa terdiri dari 2 molekul glukosa.

Laktosa terdiri dari 1 molekul glukosa dan 1 molekul galaktosa.



1) Sukrosa

Sukrosa adalah gula pasir biasa. Gula pasir diperoleh dari batang tebu atau akar tanaman bit. Juga terdapat dalam buah-buahan dan madu. Sukrosa sekitar enam kali lebih manis daripada laktosa, tiga kali lebih manis daripada maltosa, sedikit lebih manis daripada glukosa, tetapi hanya sekitar setengah dari kemanisan fruktosa.

2) Maltosa

Maltosa terdiri dari dua molekul glukosa dengan ikatan ikatan α -. Struktur diberikan pada gambar berikut., maltosa tidak terdapat dalam keadaan bebas, tetapi dapat diperoleh dari hidrolisis amilum dengan pengaruh enzim atau asam. Maltosa digunakan dalam makanan bayi.

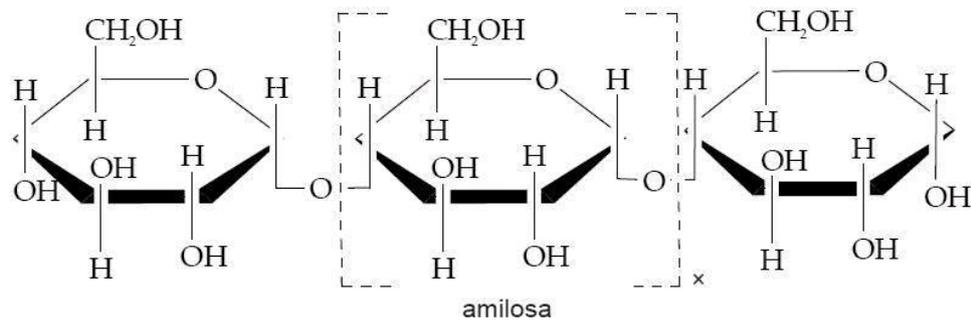
3) Laktosa

Laktosa atau gula susu terdiri dari satu molekul glukosa dengan satu molekul galaktosa, strukturnya diberikan pada gambar berikut, laktosa terdapat dalam air susu binatang menyusui (mamalia).

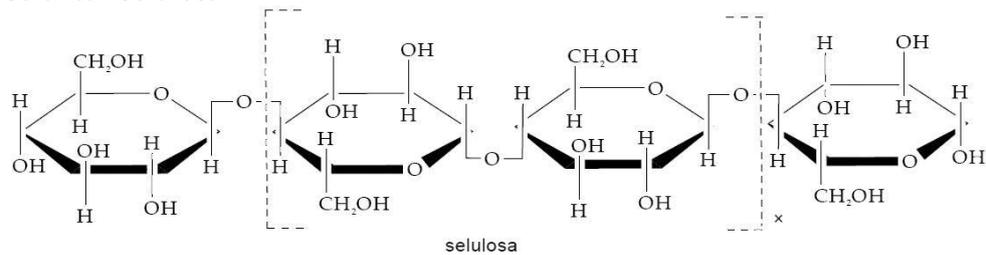
c. Polisakarida

Polisakarida terdiri dari banyak molekul manosakarida. Polisakarida merupakan hasil polimerisasi kondensasi D-glukosa. Polimer terpenting, yaitu amilum, glikogen, dan selulosa. Berikut struktur polisakarida secara berturut-turut amilosa, selulosa dan glikogen :

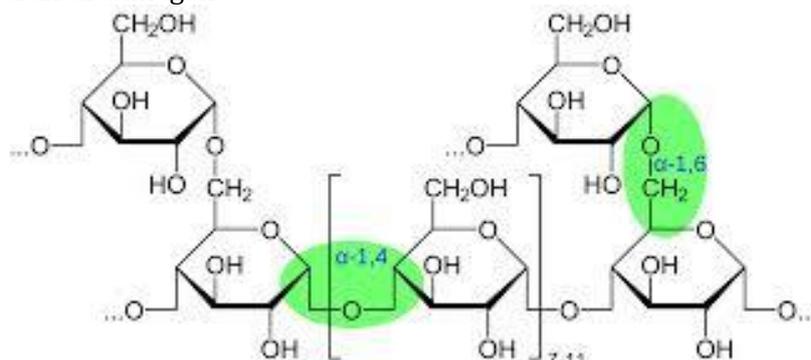
Struktur amilosa



Struktur Selulosa



Struktur Glikogen



2. Sifat-sifat Karbohidrat

a. Sifat-sifat monosakarida :

- 1) Berupa zat padat berwarna putih
- 2) Rasanya manis (fruktosa>glukosa>galaktosa)
- 3) Mudah larut dalam air
- 4) Bersifat optis aktif, jumlah isomer = 2^n
- 5) Mengalami **mutarotasi**, contoh larutan α glukosa sudut putaran = +113 kemudian berubah dan akhirnya tetap pada +52,7.
- 6) Dapat mereduksi fehling
- 7) Dapat diragikan/mengalami fermentasi menghasilkan alkohol

b. Sifat-sifat disakarida

- 1) Rasanya manis (sukrosa>maltosa>laktosa)
- 2) Mudah larut dalam air
- 3) Dapat mereduksi fehling, kecuali sukrosa
- 4) Bila dihidrolisis dihasilkan 2 monosakarida, yaitu
 - a) Sukrosa + air \rightarrow glukosa + fruktosa
 - b) Maltosa + air \rightarrow glukosa + glukosa
 - c) Laktosa + air \rightarrow glukosa + galaktosa
- 5) Sukrosa disebut juga gula invert karena mengubah arah putaran cahaya terpolarisasi, yaitu :

Sukrosa + air \rightarrow glukosa + fruktosa

- (+66,53) (+52,7) (-92,4)
- c. Sifat-sifat polisakarida
- 1) Rasanya tawar
 - 2) Sukar larut dalam air
 - 3) Bila dihidrolisis akan dihasilkan monosakarida berupa glukosa

3. Reaksi Pengenalan karbohidrat

- a. Uji umum untuk karbohidrat adalah uji Molisch. Apabila larutan atau suspensi karbohidrat diberi beberapa tetes larutan alfa-naftol, kemudian asam sulfat pekat secukupnya sehingga terbentuk dua lapisan cairan, maka pada bidang batas kedua lapisan itu akan terbentuk warna merah-ungu.
- b. Gula pereduksi, yaitu monosakarida dan disakarida (kecuali sukrosa) dapat ditunjukkan dengan pereaksi Fehling atau pereaksi Benedict. Gula pereduksi dengan pereaksi Fehling atau pereaksi Benedict menghasilkan endapan merah bata Cu_2O . Pereaksi Benedict dapat digunakan untuk memeriksa adanya gula dalam urine. Selain pereaksi Benedict dan pereaksi Fehling, gula pereduksi juga dapat ditunjukkan dengan pereaksi Tollens. Untuk lebih memahami sifat-sifat karbohidrat.
- c. Polisakarida yang penting, yaitu amilum, glikogen dan selulosa dapat ditunjukkan dengan larutan iodin. Suspensi amilum dengan larutan iodin memberi warna biru ungu, suspensi glikogen memberi warna coklat merah, sedangkan selulosa memberi warna coklat.

C. Rangkuman

1. Karbohidrat disebut juga sakarida yang artinya manis. Karbohidrat dikelompokkan menjadi monosakarida, disakarida dan polisakarida.
2. Monosakarida adalah satuan unit terkecil dari karbohidrat yang tidak dapat dihidrolisis lagi menjadi molekul karbohidrat yang terkecil. Contoh monosakarida yang penting : glukosa, galaktosa dan fruktosa dengan rumus molekul $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. Monosakarida memiliki sifat-sifat antara lain mengalami reaksi reduksi, oksidasi, membentuk glikosida, dan berisomeri.
3. Disakarida dibentuk dari dua monosakarida melalui ikatan kondensasi. Disakarida mempunyai rumus molekul $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$. Contoh dari disakarida adalah sukrosa, maltosa, dan laktosa. Bila dihidrolisis akan dihasilkan dua monosakarida, yaitu : sukrosa menghasilkan glukosa dan fruktosa, maltosa menghasilkan glukosa dan glukosa, laktosa menghasilkan glukosa dan galaktosa.
4. Polisakarida tersusun atas banyak molekul monosakarida. Polisakarida yang penting adalah amilum, selulosa dan glikogen dengan rumus molekul, $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$. Bila polisakarida dihidrolisis akan dihasilkan glukosa.

D. Penugasan Mandiri (optional)

1. Karbohidrat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu monosakarida, disakarida dan polisakarida. Lengkapi tabel berikut berkaitan dengan penggolongan, sifat dan contoh!

No	Penggolongan	Sifat-sifat	Contoh
a.	Monosakarida		
b.	Disakarida		
c.	Polisakarida		

2. Rumput dan beras mengandung polisakarida dengan rumus molekul yang sama, $(C_6H_{10}O_5)_n$, tetapi memiliki rumus bangun dan sifat yang berbeda. Manusia mengkonsumsi nasi dari beras sebagai sumber energi utama tetapi tidak dapat mengkonsumsi rumput sebagai sumber energi utama, jelaskan mengapa demikian!
3. Jelaskan perbedaan antara golongan aldosa dan ketosa pada monosakarida, berikan contoh masing-masing!

E. Latihan Soal

1. Diketahui beberapa senyawa karbohidrat :
 - (1) Fruktosa
 - (2) Galaktosa
 - (3) Glukosa
 - (4) Laktosa
 - (5) Maltose
 - (6) SelulosaKelompok senyawa yang termasuk kedalam monosakarida adalah
 - A. (1), (2) dan (3)
 - B. (1), (3) dan (5)
 - C. (2), (4) dan (5)
 - D. (3), (4) dan (6)
 - E. (2), (5) dan (6)
2. Hidrolisis laktosa dalam suasana asam menghasilkan
 - A. Glukosa dan glukosa
 - B. Glukosa dan galaktosa
 - C. Glukosa dan fruktosa
 - D. Fruktosa dan galaktosa
 - E. Glukosa dan fruktosa
3. Berikut yang benar berkaitan dengan polisakarida adalah ...
 - A. Karbohidrat yang tersusun dari dua monosakarida melalui reaksi kondensasi.
 - B. Karbohidrat yang hanya terdiri atas beberapa atom karbon saja.
 - C. Asam lemak yang semua ikatan atom karbon pada rantai karbonnya berupa ikatan tunggal.
 - D. Asam lemak yang mengandung ikatan rangkap pada rantai karbonnya.
 - E. Karbohidrat berupa polimer yang terbentuk dari banyak monomer-monomer monosakarida melalui ikatan glikosida dalam suatu reaksi polimerisasi kondensasi.
4. Hasil uji senyawa karbohidrat adalah sebagai berikut:
 - (1) dengan Fehling A dan B menghasilkan endapan merah bata
 - (2) dengan Tollens menghasilkan cermin perak
 - (3) reaksi hidrolisis menghasilkan dua monosakarida yang samaDari hasil pengujian tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa karbohidrat tersebut adalah
 - A. Sukrosa
 - B. Maltosa
 - C. Laktosa
 - D. Selulosa
 - E. Fruktosa

5. Karbohidrat dalam lambung mamalia terhidrolisis. Hasil hidrolisis oleh insulin tersimpan sebagai cadangan makanan. Zat makanan cadangan itu adalah
- A. sukrosa
 - B. amilum
 - C. glikogen
 - D. selulosa
 - E. glikoprotein

Kunci dan Pembahasan Soal Latihan

No	Kunci Jawaban	Pembahasan
1.	A	Monosakarida merupakan karbohidrat yang paling sederhana yang tidak dapat diuraikan atau dihidrolisis menjadi karbohidrat yang lebih sederhana. Beberapa contoh monosakarida adalah glukosa, fruktosa, ribosa, dan galaktosa.
2.	B	Laktosa merupakan disakarida yang terdiri atas dua molekul monosakarida, bila laktosa dihidrolisis akan dihasilkan dua buah molekul monosakarida yaitu glukosa dan galaktosa
3.	E	Polisakarida merupakan salah satu jenis dari karbohidrat. Sederhananya, polisakarida merupakan karbohidrat berupa polimer yang terbentuk dari banyak monomer-monomer monosakarida melalui ikatan glikosida dalam suatu reaksi polimerisasi kondensasi.
4.	B	Disakarida yang bereaksi positif dengan fehling ada dua yaitu maltosa dan laktosa, bila dihidrolisis, laktosa menghasilkan glukosa dan galaktosa, sedangkan maltosa menghasilkan glukosa dan glukosa
5.	C	karbohidrat yang disimpan dalam lambung sebagai cadangan makanan adalah glikogen, bila dibutuhkan dengan bantuan hormon insulin akan dihidrolisis menjadi glukosa

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 menggolongkan karbohidrat?		
2	Apakah Kalian telah mampu menggambarkan struktur karbohidrat?		
3	Apakah Kalian telah mampu mendeskripsikan sifat-sifat karbohidrat?		
4	Apakah Kalian telah mampu menuliskan manfaat senyawa karbohidrat?		
5	Apakah Kalian telah mampu menjelaskan uji bahan makanan yang mengandung karbohidrat?		

Catatan:

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

Bila semua jawaban "Ya", maka Kalian dapat melanjutkan ke pembelajaran

berikutnya.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

STRUKTUR, TATA NAMA, SIFAT, DAN PENGGOLONGAN PROTEIN

A. Tujuan Pembelajaran

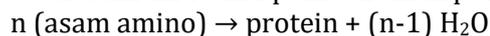
Setelah kegiatan pembelajaran 3 ini, diharapkan kalian dapat :

1. Menganalisis struktur asam amino
2. Menggolongkan asam amino
3. Mendeskripsikan sifat-sifat asam amino
4. Menganalisis pembentukan, struktur, sifat dan uji protein

B. Uraian Materi

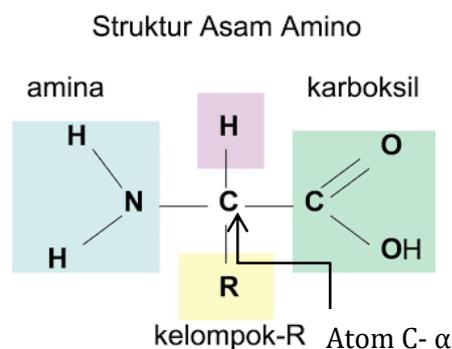
Pernahkah kamu minum susu? Atau makan kacang-kacangan? Dalam menu sehari-hari kamu, kadang terdapat kacang-kacangan, biji-bijian, buncis, telur ataupun daging. Bahan-bahan tersebut semuanya mengandung protein. Apakah protein itu? Protein merupakan polimer alam yang terbentuk dari banyak monomer asam amino yang saling berikatan satu sama lain melalui ikatan peptida dengan reaksi polimerisasi kondensasi.

Secara umum reaksi pembentukan polimer dapat dituliskan sebagai berikut.



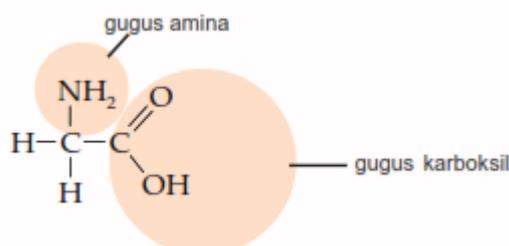
1. Struktur Asam Amino

Asam amino merupakan senyawaan dengan molekul yang mengandung gugus fungsional amina ($-\text{NH}_2$) maupun karboksil ($-\text{CO}_2\text{H}$). Secara umum, struktur asam α -amino dapat dituliskan seperti berikut.



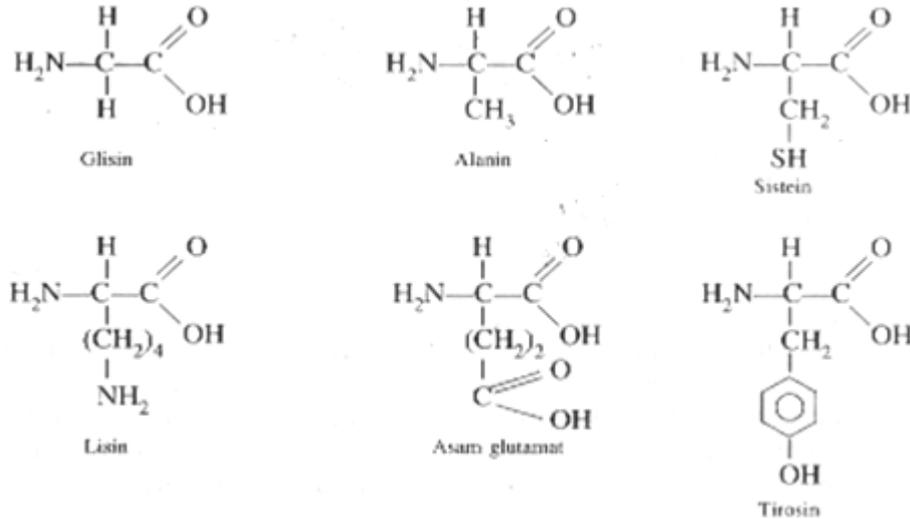
R dapat berupa gugus alkil, suatu rantai karbon yang mengandung atom-atom belerang, suatu gugus siklik atau gugus asam ataupun basa.

Asam amino yang paling sederhana adalah glisin. Perhatikan struktur glisin berikut.

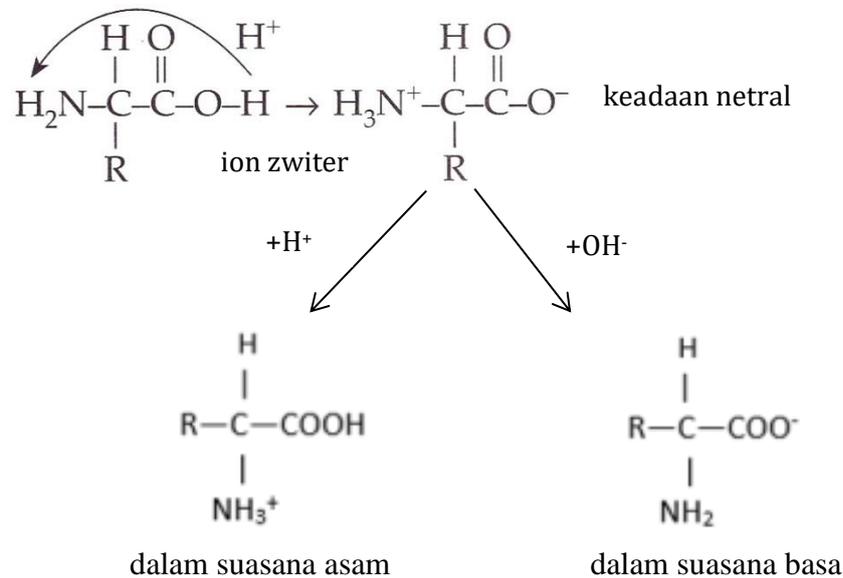


Gugus R adalah gugus pembeda anatar asam amino yang satu dengan yang lainnya. Sebagaimana dapat dilihat pada gambar diatas, gugus R dalam asam amino sangat beragam. Ada yang hidrofob (seperti glisin dan alanin), ada yang hidrofil karena mengandung gugus polar seperti OH, COOH, atau NH₂ (misalnya tirosin, lisin dan asam glutamat), ada yang bersifat asam (misalnya sistein) atau cincin aromatik (misalnya tirosin). Gugus R asam amino tersebut sangat berperan dalam menentukan struktur, kelarutan, serta fungsi biologis dari protein.

Perhatikan beberapa contoh asam α amino berikut



Asam amino dalam keadaan netral dapat membentuk ion zwiter, yaitu suatu ion yang memiliki mutan ganda. Jika direaksikan dengan asam maka asam amino akan menjadi suatu anion, sebaliknya jika direaksikan dengan basa maka asam amino menjadi kation.



2. Penggolongan Asam Amino

Asam amino digolongkan menjadi dua, yaitu asam amino esensial dan asam amino non esensial. Asam amino esensial adalah sebuah kandungan atau zat yang sangat dibutuhkan tubuh namun tidak dapat diproduksi sendiri. Sehingga untuk memenuhi kebutuhan tubuh, manusia harus mengonsumsi makanan-makanan yang dikenal mengandung asam amino. Sedangkan asam amino nonesensial adalah

asam amino yang tidak harus ada dalam makanan karena tubuh dapat membuat asam amino tersebut.

Tabel 1 : Asam Amino Esensial dan Nonesensial

No	Asam Amino Esensial	Asam Amino Nonesensial
1.	Arginine	Alanine
2.	Histidine	Asparagine
3.	Isoleucine	Aspartic acid
4.	Leucine	Cysteine
5.	Lysine	Glutamic acid
6.	Methionine	Glutamine
7.	Phenylalanine	Glycine
8.	Threonine	Proline
9.	Tryptophan	Serine
10.	Valine	Tyrosine

3. Sifat-sifat Asam Amino

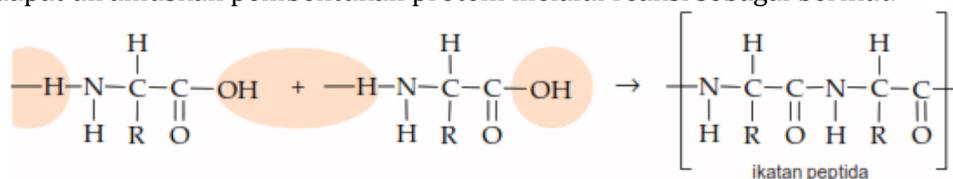
Asam amino memiliki sifat-sifat, antara lain seperti berikut.

- Semua asam amino bersifat optis kecuali glisin
- Larut dalam air dan pelarut polar lain karena bersifat polar
- Bersifat amfoter, memiliki gugus asam dan gugus basa. Apabila asam amino direaksikan dengan asam maka asam amino akan menjadi suatu anion, begitu juga sebaliknya apabila direaksikan dengan basa maka akan menjadi kation.
- Dalam larutan bisa membentuk ion zwitter, asam amino mempunyai gugus karboksil ($-\text{COOH}$) yang bersifat asam dan gugus amino ($-\text{NH}_2$) yang bersifat basa, maka asam amino bisa mengalami reaksi asam-basa intramolekul dan membentuk suatu ion dipolar yang disebut ion zwitter.
- Memiliki pH isoelektrik, yaitu pH pada saat asam amino tidak bermuatan

4. Pembentukan, Struktur, Sifat dan Uji Protein

a. Pembentukan Protein

Protein terbentuk dari polimerisasi kondensasi asam amino melalui ikatan peptida. Protein disebut juga polipeptida, ikatan peptida adalah ikatan antara gugus karboksil dari satu asam amino dengan gugus amina dari asam amino yang lain. Setiap penggabungan dua asam amino akan dibebaskan 1 molekul air. Jika tiga asam amino yang bergabung akan dibebaskan 2 molekul air. Sehingga dapat dirumuskan pembentukan protein melalui reaksi sebagai berikut.



Gambar 3. Pembentukan ikatan peptida

Secara teoritik dari 20 jenis asam amino yang ada di alam dapat dibentuk protein dengan jenis yang tidak terbatas.

Protein dapat diuraikan kembali menjadi asam amino penyusunnya melalui reaksi hidrolisis, jadi bila protein dihidrolisis akan dihasilkan asam amino.

b. Struktur Protein

Dengan memperhatikan ikatan-ikatan yang terjadi pada protein, maka struktur protein merupakan struktur yang kompleks. Struktur protein terdiri atas beberapa macam struktur, yaitu;

- 1) Struktur primer. Struktur primer protein merupakan ikatan-ikatan peptida dari asam amino-asam amino pembentuk protein tersebut.
- 2) Struktur sekunder. Struktur sekunder protein terbentuk dari ikatan hidrogen yang terjadi antara gugus-gugus amina dengan atom hidrogen pada rantai samping asam amino sehingga membentuk lipatan-lipatan, misalnya membentuk α -heliks.
- 3) Struktur tersier. Interaksi struktur sekunder yang satu dengan struktur sekunder yang lain melalui ikatan hidrogen, ikatan ion, atau ikatan disulfida (-S-S-), misalnya terbentuk rantai α -heliks.
- 4) Struktur kuartener. Struktur yang melibatkan beberapa peptida sehingga membentuk suatu protein. Pada peristiwa ini, kadang-kadang terselip molekul atau ion lain yang bukan merupakan asam amino, misalnya pada hemoglobin, yang pada proteinnya terselip ion Fe^{3+} .

c. Sifat-Sifat Protein

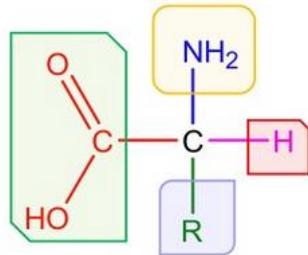
- 1) Sukar larut dalam air karena ukuran molekulnya yang sangat besar.
- 2) Dapat mengalami koagulasi oleh pemanasan dan penambahan asam atau basa.
- 3) Bersifat amfoter karena membentuk ion zwitter. Pada titik isoelektriknya, protein mengalami koagulasi sehingga dapat dipisahkan dari pelarutnya.
- 4) Dapat mengalami kerusakan (terdenaturasi) akibat pemanasan. Pada denaturasi, protein mengalami kerusakan mulai dari struktur tersier sampai struktur primernya.

d. Reaksi Pengenalan Protein

- 1) Uji Biuret
Untuk menunjukkan protein dilakukan uji biuret. Zat yang akan diselidiki mula-mula ditetesi larutan NaOH, kemudian larutan tembaga (II) sulfat yang encer. Jika terbentuk warna ungu, berarti zat itu mengandung protein.
- 2) Uji Xantoproteat
Uji Xantoproteat adalah uji terhadap protein yang mengandung gugus fenil (cincin benzena). Apabila protein yang mengandung cincin benzena dipanaskan dengan asam nitrat pekat, maka terbentuk warna kuning yang kemudian menjadi jingga bila dibuat alkalis (basa) dengan larutan NaOH.
- 3) Uji Belerang
Adanya unsur belerang dalam protein dapat ditunjukkan sebagai berikut. Mula-mula larutan protein dengan larutan NaOH pekat ($\pm 6 \text{ M}$) dipanaskan, kemudian diberi beberapa tetes larutan timbel asetat. Bila terbentuk endapan hitam (dari PbS) menunjukkan adanya belerang.

C. Rangkuman

- Asam amino memiliki struktur seperti berikut.



Asam amino dibedakan menjadi asam esensial yaitu asam amino yang sangat diperlukan tubuh, tetapi tidak dapat disintesis oleh tubuh dan asam amino nonesensial yang dapat disintesis tubuh.

- Asam amino bersifat amfoter; terdapat muatan positif dan negatif; mengalami reaksi esterifikasi, diasilasi, dan ninhidrin; serta terdapat ikatan disulfida.
- Protein ialah makromolekul yang terbentuk dari polimerisasi kondensasi asam-asam amino melalui ikatan peptida.
- Protein memiliki struktur primer, sekunder, tersier, dan kuartener.
- Untuk menguji keberadaan protein dapat ditunjukkan dengan uji reaksi seperti berikut.
 - Uji biuret untuk menunjukkan adanya ikatan peptida.
 - Uji xantoproteat untuk menunjukkan adanya gugus fenil atau inti benzena.
 - Uji timbel (II) asetat untuk menunjukkan adanya belerang dalam protein.

D. Penugasan Mandiri

- Tuliskan struktur asam amino dan berilah 3 contoh asam amino!
- Jelaskan sifat-sifat asam amino
- Kelompokkan asam amino esensial dan asam amino non esensial
- Gambarkan pembentukan ikatan peptida pada penggabungan asam amino
- Bagaimana caranya kita mengetahui suatu bahan makanan mengandung protein?

E. Latihan Soal

- Berikut adalah beberapa pernyataan yang berkaitan dengan asam amino
 - mempunyai gugus karboksil
 - membentuk ion zwitter
 - bersifat amfoter
 - dapat berpolimerisasi adisi membentuk protein
 - mempunyai gugus $-NH_2$
 Pernyataan yang benar adalah....
 - (1), (2), (3), dan (4)
 - (1), (2), (3), dan (5)
 - (1), (2), (4), dan (5)
 - (2), (3), (4), dan (5)
 - (1), (3), (4), dan (5)
- Protein adalah suatu makromolekul yang komponen utamanya adalah
 - asam amino
 - karbohidrat
 - hidrokarbon
 - lipid
 - asam nukleat

3. Pernyataan berikut yang tidak sesuai dengan protein adalah....
- terbentuk dari asam amino dengan polimerisasi kondensasi
 - dengan larutan Cu_2SO_4 dan NaOH memberi warna ungu
 - bila dihidrolisis menghasilkan asam-asam amino
 - terjadi ikatan peptida antara monomer-monomernya
 - asam-asam amino penyusun protein alam adalah asam β amino

4. Data percobaan uji protein beberapa bahan makanan sebagai berikut:

Makanan	Perubahan Warna		
	Biuret	Xantoproteat	Timbal (II) asetat
K	ungu	jingga	coklat kehitaman
L	biru muda	kuning	coklat kehitaman
M	ungu	jingga	coklat kehitaman
N	ungu	kuning	tak berubah
O	biru muda	tak berwarna	tak berubah

Bahan makanan yang berprotein yang mengandung inti benzena dan unsur belerang adalah

- K dan L
 - L dan N
 - K dan M
 - M dan N
 - L dan O
5. Pernyataan berikut merupakan kegunaan makromolekul dalam tubuh.
- Sumber energi utama bagi tubuh.
 - Sebagai cadangan energi bagi tubuh.
 - Pembentuk antibodi terhadap racun yang masuk dalam tubuh.
 - Biokatalis pada proses metabolisme.
 - Menyeimbangkan suhu tubuh.
- Pasangan yang merupakan kegunaan dari protein adalah
- (1) dan (2)
 - (1) dan (3)
 - (2) dan (5)
 - (3) dan (4)
 - (3) dan (5)

Kunci dan Pembahasan Soal Latihan

No	Kunci Jawaban	Pembahasan
1.	B	Beberapa sifat asam amino (1) mempunyai gugus karboksil (2) membentuk ion zwitter (3) bersifat amfoter (4) dapat berpolimerisasi kondensasi membentuk protein (5) mempunyai gugus $-NH_2$
2.	A	Protein terbentuk hasil polimerisasi kondensasi asam amino melalui ikatan peptida, jadi monomer dari protein adalah asam amino
3.	D	Pernyataan berikut yang tidak sesuai dengan protein adalah.... (1) terbentuk dari asam amino dengan polimerisasi kondensasi (2) dengan larutan Cu_2SO_4 dan NaOH memberi warna ungu (3) bila dihidrolisis menghasilkan asam-asam amino (4) asam-asam amino penyusun protein alam adalah asam α amino (5) terjadi ikatan peptida antara monomer-monomernya
4.	C	Analisis tentang uji senyawa tersebut adalah sebagai berikut: <ul style="list-style-type: none"> • adanya protein ditunjukkan oleh warna ungu pada uji Biuret • adanya inti benzena dalam protein ditunjukkan oleh warna jingga pada uji Xantoproteat • adanya belerang dalam protein ditunjukkan oleh warna coklat kehitaman pada uji timbal (II) asetat Jadi, bahan makanan yang berprotein yang mengandung inti benzena dan unsur belerang adalah K dan M
5.	E	Kegunaan protein bagi tubuh antara lain: <ul style="list-style-type: none"> • membangun jaringan tubuh baru serta mengganti jaringan yang rusak, • sebagai biokatalis, pengangkut, dan pelindung, [no. 4 benar] • mengatur metabolisme tubuh, • menjaga keseimbangan antara asam dan basa serta keseimbangan cairan dalam tubuh, serta • berperan sebagai enzim untuk mempercepat reaksi biologis, • menangkal radikal bebas dan zat-zat asing yang masuk dalam tubuh. [no. 3 benar]

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 tkalian pada kolom pilihan.

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah Kalian telah mampu menuliskan struktur asam amino		
2	Apakah Kalian telah mampu menggolongkan asam amino?		
3	Apakah Kalian telah mampu mendeskripsikan sifat-sifat asam amino?		
4	Apakah Kalian telah mampu menggambarkan pembentukan ikatan peptida dari bergabungnya asam amino?		
5	Apakah Kalian telah mampu menjelaskan uji bahan makanan yang mengandung protein?		

Catatan:

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

Bila semua jawaban "Ya", maka Kalian dapat melanjutkan ke pembelajaran

berikutnya.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4

STRUKTUR, TATA NAMA, SIFAT, DAN PENGGOLONGAN LEMAK

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 4 ini, diharapkan kalian dapat :

1. Menganalisis struktur lemak
2. Mendeskripsikan tatanama lemak
3. Mendeskripsikan sifat-sifat lemak
4. Menggolongkan lemak

B. Uraian Materi

Pernahkah kamu makan roti dengan mentega? Apakah bahan yang diperlukan untuk membuat mentega? Mentega termasuk lemak. Senyawa lemak lainnya yang sering kita temukan dalam kehidupan sehari-hari adalah minyak. Apakah lemak itu? Bagaimana struktur dan tatanamanya? Dan apakah kegunaan lemak itu?

Lemak merupakan zat makanan yang penting untuk menjaga kesehatan tubuh manusia. Selain itu lemak juga merupakan sumber energi yang lebih efektif dibanding dengan karbohidrat dan protein.

1. Struktur Lemak

Lemak sederhana adalah trigliserida (ester) yang terbuat dari sebuah molekul gliserol yang terikat pada tiga asam karboksilat (asam lemak). Pada dasarnya asam lemak dibedakan menjadi asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh. Dikatakan jenuh, jika molekulnya hanya mempunyai ikatan tunggal. Adapun dikatakan tidak jenuh berarti molekulnya mempunyai ikatan rangkap di antara atomnya.

Perhatikan struktur asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh pada tabel berikut.

Tabel 1 : Contoh asam lemak jenuh

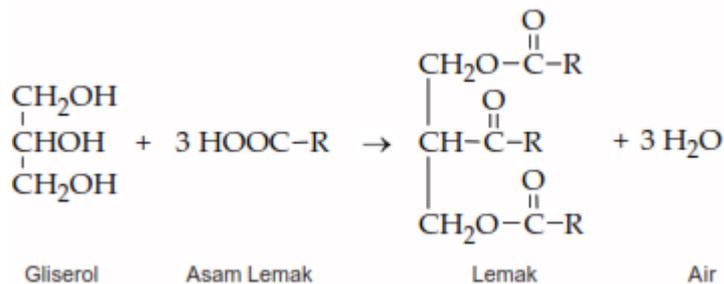
Asam lemak jenuh			
No.	Nama urutan	Jumlah karbon	Rumus molekul
1.	Asam laurat	12	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{OH} \end{array}$
2.	Asam miristat	14	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{OH} \end{array}$
3.	Asam palmitat	16	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{OH} \end{array}$
4.	Asam stearat	18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{OH} \end{array}$

Tabel 2 : Contoh asam lemak tak jenuh

Asam lemak tidak jenuh			
No.	Nama urutan	Jumlah karbon	Rumus molekul
5.	Asam oleat	18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{matrix}$
6.	Asam linoleat	18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{matrix}$
7.	Asam linolenat	18	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{matrix}$

2. Tatanama Lemak

Molekul lemak terbentuk dari gabungan tiga molekul asam lemak dengan satu molekul gliserol. Perhatikan reaksi berikut.

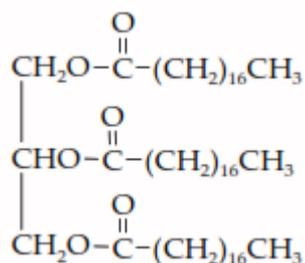


Dalam pemberian nama suatu lemak, tergantung dari nama asam lemak yang diikatnya.

- a. Apabila lemak mengikat asam lemak yang sama, maka pemberian nama senyawa lemak sebagai berikut.

Gliserol + tri + asam lemak

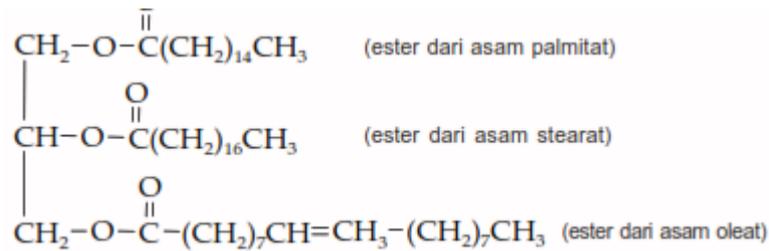
Contoh :



Oleh karena senyawa tersebut terdiri dari asam lemak yang sama yaitu asam stearat, senyawa tersebut dinamakan gliserol tristearat.

- b. Apabila lemak mengikat asam lemak yang berbeda maka pemberian nama senyawa lemak seperti berikut.

Gliserol + asam lemak menurut letaknya



Jadi senyawa lemak tersebut dinamakan gliserol palmito stearo oleat.

3. Sifat-sifat Lemak

Lemak memiliki sifat-sifat antara lain seperti berikut.

- Lemak merupakan bahan padat pada suhu kamar, di antaranya disebabkan kandungan asam lemak jenuh yang secara kimia tidak mengandung ikatan rangkap sehingga mempunyai titik lebur yang tinggi.
- Lemak juga dapat memiliki sifat plastis. Artinya mudah dibentuk atau dicetak atau dapat diempukkan (*cream*), yaitu dilunakkan dengan pencampuran dengan udara. Lemak yang plastis biasanya mengandung kristal gliserida yang padat dan sebagian trigliserida cair. Bentuk ukuran kristal gliserida memengaruhi sifat lemak pada roti dan kue.

4. Penggolongan Lemak

Beberapa kelompok lemak, diantaranya.

- Malam
Malam (*wane*) berbeda dari lemak dan minyak karena hanya merupakan monoester sederhana. Bagian asam maupun bagian alkohol dari molekul malam adalah rantai karbon jenuh yang panjang.
- Terpena
Minyak atsiri (*essential oil*) dari banyak tumbuhan dan bunga diperoleh melalui penyulingan. Minyak atsiri tersebut biasanya memiliki bau khas dari tumbuhan tersebut (misal minyak mawar dan minyak kenanga). Senyawa yang diisolasi dari minyak ini mengandung atom karbon kelipatan dari lima atom karbon (5, 10, 15, dan seterusnya) yang disebut *terpena*
- Fasfolipid
Fasfolipid menyusun sekitar 40% membran sel sedangkan sisanya protein. Fosfolipid secara struktur berkaitan dengan lemak dan minyak, kecuali salah satu dari gugus esternya digantikan oleh fosfatidilamina

C. Rangkuman

- Struktur asam lemak dibedakan sebagai asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh.
- Tata nama lemak tergantung dari asam lemak yang diikat.
- Lemak mempunyai sifat-sifat sebagai berikut.
 - Lemak merupakan bahan padat pada suhu kamar.
 - Lemak memiliki sifat plastis artinya mudah dibentuk atau dicetak atau dapat diempukkan.
- Lemak mengalami hidrolisis menjadi gliserol dan asam lemak.
- Beberapa senyawa lipid adalah malam, terpena, steroid, dan fosfolipid

D. Penugasan Mandiri

1. Apakah perbedaan antara lemak dan minyak?
2. Jelaskan sifat-sifat lemak!
3. Tuliskan rumus struktur dari gliserol tripalmitat!
4. Jelaskan kegunaan dari lemak!
5. Apa yang terjadi bila dalam tubuh seseorang kandungan lemaknya melampaui batas normal?

E. Latihan Soal

1. Lemak dan minyak yang telah di lakukan ekstraksi dari ternak atau bahan nabati dan di murnikan dikenal dengan ...
 - A. Lemak mineral murni
 - B. Lemak tersembunyi
 - C. Asam lemak
 - D. Lemak biasa
 - E. Lemak luar biasa
2. Asam lemak yang membunyai ikatan antara atom C-nya merupakan ikatan tunggal (-C-C-) adalah ...
 - A. Asam lemak tidak jenuh
 - B. Asam lemak jenuh
 - C. Asam lemak
 - D. Asam lemak berkelanjutan
 - E. Asam lemak tunggal
3. Pada suhu ruangan lemak berbentuk ...
 - A. Gas
 - B. Cair
 - C. Padatan
 - D. Mengendap sebagian menguap
 - E. Mengembun
4. Dalam tubuh terdapat berbagai jenis lipid seperti lemak, fosfolipid dan steroid. Lipid yang berfungsi sebagai sumber energi adalah ...
 - A. Lemak
 - B. Fosfolipid
 - C. Steroid
 - D. Lemak dan fosfolipid
 - E. Fosfolipid dan steroid
5. Salah satu manfaat dari lemak adalah ...
 - A. Memperbaiki sel yang rusak
 - B. Meneruskan sifat keturunan terbentuknya gen dalam kromosom
 - C. Untuk mencegah atau mengobati diabetes
 - D. Membantu pembekuan darah saat terluka
 - E. Sebagai sumber energi

Kunci dan Pembahasan Soal Latihan

No	Kunci Jawaban	Pembahasan
1.	D	Minyak dan lemak yang telah diekstraksi dari ternak atau bahan nabati dan dimurniakan dikenal sebagai lemak biasa atau lemak kasat mata (<i>visible fat</i>).
2.	B	Asam lemak jenuh yaitu Asam lemak yang membunyai ikatan antara atom C-nya merupakan ikatan tunggal (-C-C-) dan asam lemak tidak jenuh yaitu Asam lemak yang membunyai ikatan antara atom C-nya merupakan ikatan rangkap dua (-C=C-).
3.	C	Secara kimia lemak dan minyak sangat mirip. Akan tetapi pada suhu ruang lemak membentuk padatan sedangkan minyak berada dalam fase cair.
4.	A	Sebagai nutrisi, minyak dan lemak merupakan sumber energi utama dan digunakan sebagai energi cadangan yang disimpan pada jaringan adiposa dalam tubuh. Fosfolipid berfungsi sebagai pengangkut zat-zat yang melewati membran sel. Senyawa-senyawa steroid memiliki beberapa fungsi, misalnya kolesterol berperan dalam proses pengangkutan lemak dalam tubuh. Jadi, yang berfungsi sebagai sumber energi adalah lemak.
5.	E	Lemak membunyai beberapa manfaat, diantaranya digunakan sebagai sumber energi, insulasi panas dan pelindung organ penting yang lunak.

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 tkalian pada kolom pilihan.

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah Kalian telah mampu menuliskan struktur lemak?		
2	Apakah Kalian telah mampu memberi nama lemak?		
3	Apakah Kalian telah mampu mendeskripsikan sifat-sifat lemak?		
4	Apakah Kalian telah mampu menggolongkan lemak?		
5	Apakah Kalian telah mampu manfaat lemak dalam tubuh manusia?		

Catatan:

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

Bila semua jawaban "Ya", maka Kalian dapat melanjutkan ke pembelajaran

berikutnya.

EVALUASI

Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Diketahui beberapa monomer sebagai berikut :

- (1) $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$
- (2) $\text{CH}_2 = \text{CHCl}$
- (3) CH_3COOH
- (4) $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$
- (5) $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$

Monomer yang dapat membentuk polimer adisi dan polimer kondensasi secara berturut-turut adalah

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

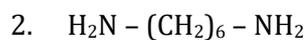
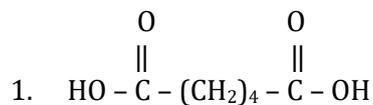
2. Perhatikan tabel hubungan polimer, monomer dan proses pembuatannya:

No	Polimer	Monomer	Pembuatan
1	Selulosa	Glukosa	Adisi
2	Karet alam	Isoprena	Kondensasi
3	PVC	Vinil klorida	Adisi
4	Teflon	Tetrafluoroetena	Kondensasi
5	Amilum	Glukosa	Kondensasi

Pasangan data yang ketiganya berhubungan dengan tepat adalah

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

3. Perhatikan monomer-monomer berikut!



Jika kedua monomer tersebut bereaksi, polimer yang dihasilkan adalah....

- A. Nilon
- B. PVC
- C. Teflon
- D. Terilen
- E. bakelit

4. Polimer yang dihasilkan beserta kegunaannya yang paling tepat dari monomer tersebut adalah

	Monomer	Nama Polimer	Kegunaan
A	etena	polistirena	sterofom
B	stirena	polipropilena	pelapis panci anti lengket
C	tetra fluoro etena	teflon	alat-alat listrik
D	vinil klorida	polivinil klorida	pila (paralon)
E	propena	nylon	baju wol

5. Di antara polimer berikut, yang terbentuk dengan cara mereaksikan bahan-bahan kimia adalah
- amilun
 - nilon
 - glikogen
 - wol
 - selulosa
6. Hasil uji senyawa karbohidrat adalah sebagai berikut:
- Dengan reagen Benedict memberi endapan merah bata
 - Dengan reagen Tollens memberikan cermin perak
 - Dengan larutan iodin tidak berubah warna
- Karbohidrat tersebut adalah
- sukrosa
 - sellulosa
 - glikogen
 - amilum
 - glukosa
7. Kelompok senyawa berikut terdiri atas monosakarida, disakarida, dan polisakarida secara berurutan adalah
- laktosa-fruktosa, selulosa
 - galaktosa- maltosa-sukrosa
 - amilum-selulosa-glikogen
 - glikogen-maltosa-selulosa
 - galaktosa-maltosa-glikogen
8. Karbohidrat dalam lambung mamalia terhidrolisis. Hasil hidrolisis oleh insulin tersimpan sebagai cadangan makanan. Zat makanan cadangan itu adalah
- sukrosa
 - amilum
 - glikogen
 - selulosa
 - glikoprotein
9. Kertas dihidrolisis dengan menggunakan katalis asam sulfat . Hasil hidrolisis direaksikan dengan larutan Fehling menghasilkan endapan merah bata. Hasil hidrolisis kertas tersebut adalah....
- Glukosa
 - Fruktosa
 - Maltosa
 - Sukrosa

- E. Laktosa
10. Dalam urine penderita penyakit diabetes dapat diidentifikasi adanya senyawa
- sukrosa
 - glukosa
 - galaktosa
 - maltosa
 - fruktosa
11. Berikut pernyataan berkaitan dengan disakarida
- terbentuk dari satu macam monosakarida
 - membentuk cermin perak dengan pereaksi Tollens
 - memutar bidang polarisasi ke kiri (levorotatori)
 - mempunyai rumus molekul $C_{12}H_{22}O_{11}$
- Pernyataan yang benar berkaitan dengan gula laktosa adalah....
- (1) dan (2)
 - (1) dan (3)
 - (2) dan (3)
 - (2) dan (4)
 - (3) dan (4)
12. Hasil uji senyawa karbohidrat adalah sebagai berikut:
- dengan Fehling A dan B menghasilkan endapan merah bata
 - dengan Tollens menghasilkan cermin perak
 - reaksi hidrolisis menghasilkan dua monosakarida yang sama
- Dari hasil pengujian tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa karbohidrat tersebut adalah....
- Glukosa
 - Galaktosa
 - Fruktosa
 - Sukrosa
 - Maltosa
13. Gugus fungsi yang terdapat dalam asam amino adalah
- $-COOH$ dan $-NH_2$
 - $-OH$ dan $-NH_2$
 - $-CO-$ dan $-NH_2$
 - NH_3 dan $-COOH$
 - $-OH$ dan $-COOH$
14. Ikatan peptida antara asam amino-asam amino yang terdapat dalam protein merupakan ikatan antara
- Gugus alkohol dan gugus metil
 - Gugus metil dan gugus amino
 - Gugus amino dan gugus karboksilat
 - Gugus karboksilat dan gugus metil
 - Gugus amino dan gugus alkohol
15. Berikut ini data hasil uji beberapa bahan makanan:

Bahan Makanan	Hasil Pengujian		
	Biuret	Timbal (II) asetat	Xantoproteat
Putih telur	Ungu	Hitam	Jingga
Susu	Ungu	Tidak berubah	Tidak berubah
Tahu	Ungu	Tidak berubah	tidak berubah
Ikan	Ungu	Tidak berubah	Jingga

Berdasarkan data di atas, maka protein yang mengandung gugus fungsi benzena adalah....

- susu dan ikan
- putih telur dan ikan
- tahu dan susu
- susu dan putih telur
- ikan dan tahu

16. Pernyataan mana yang **salah** tentang protein

- terbentuk dari asam amino dengan polimerisasi kondensasi
- asam-asam amino penyusun protein alam adalah asam β amino
- dengan larutan Cu_2SO_4 dan NaOH memberi warna ungu
- bila dihidrolisis menghasilkan asam-asam amino
- terjadi ikatan peptida antara monomer-monomernya

17. Pernyataan berikut merupakan kegunaan makromolekul dalam tubuh.

- Sumber energi utama bagi tubuh.
- Sebagai cadangan energi bagi tubuh.
- Pembentuk antibodi terhadap racun yang masuk dalam tubuh.
- Biokatalis pada proses metabolisme.
- Menyeimbangkan suhu tubuh.

Pasangan yang merupakan kegunaan dari protein adalah

- (1) dan (2)
- (1) dan (3)
- (2) dan (5)
- (3) dan (4)
- (3) dan (5)

18. Pernyataan berikut mengenai asam amino :

- mempunyai gugus karboksil
- membentuk ion zwitter
- bersifat asam
- dapat berpolimerisasi adisi membentuk protein
- mempunyai gugus $-\text{NH}_2$

Pernyataan yang benar adalah

- (1), (2) dan (3)
- (1), (2) dan (4)
- (1), (2) dan (5)
- (2), (3) dan (4)
- (2), (3) dan (5)

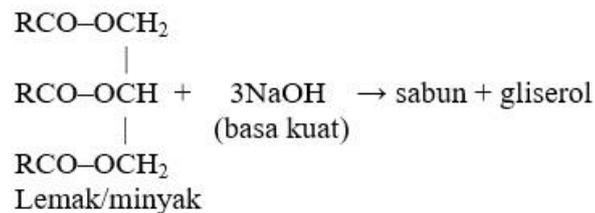
19. Asam lemak yang membunyai ikatan antara atom C-nya merupakan ikatan tunggal (-C-C-) adalah ...

- Asam lemak jenuh

- B. Asam lemak tidak jenuh
- C. Asam lemak
- D. Asam lemak berkelanjutan
- E. Asam lemak tunggal

20. Cermati wacana berikut!

Sabun adalah suatu senyawa yang dihasilkan dari reaksi saponifikasi (reaksi penyabunan). Reaksi saponifikasi merupakan reaksi hidrolisis lemak/minyak dengan menggunakan basa kuat seperti NaOH atau KOH. Reaksi saponifikasi sebagai berikut:



Di dalam sabun terdapat struktur bipolar, bagian kepala bersifat hidrofilik dan bagian ekor bersifat hidrofobik. Prinsip kerja saat sabun digunakan adalah

- A. menaikkan tegangan permukaan air hingga bagian ekor akan mudah bereaksi/mengikat air
- B. mengendapkan kotoran
- C. bagian kepala dari sabun mengikat air, hingga noda terangkat membentuk misel yang tidak mudah mengendap.
- D. menetralkan muatan dari kotoran
- E. bagian ekor dari sabun akan menarik air hingga kotoran mudah lepas

KUNCI JAWABAN EVALUASI

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

DAFTAR PUSTAKA

I Gede Mendera, Bahan Ajar Kimia Kelas XII. SMA Plus Negeri 17 Palembang, 2019

Imam Rahayu. Praktis Belajar Kimia untuk Kelas XII Sekolah Menengah Atas. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta. 2009.

Wening Sukmawati. Kimia untuk SMA dan MA Kelas XII. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta. 2009.

<https://sites.google.com/site/fitrimuaddah0809/materi-pembelajaran/kelas-xii/bab-24-struktur-tata-nama-sifat-identitas-dan-penggunaan-dan-penggolongan-polimer> diunduh tanggal 28 Agustus 2020.

<http://haiyulfadhli.blogspot.com/2015/08/manfaat-bahaya-polimer.html/> diunduh tanggal 29 Agustus 2020

<https://amaldoft.wordpress.com/2016/07/20/asam-amino-dan-protein-biokimia/> diunduh tanggal 30 Agustus 2020

<https://materi.co.id/asam-amino/> diunduh tanggal 30 Agustus 2020

<https://www.utakatikotak.com/kongkow/detail/6266/PENGERTIAN-PROTEIN-SIFAT-PROTEIN-UJI-> diunduh tanggal 31 Agustus 2020

<https://kakajaz.blogspot.com/2017/09/pembahasan-kimia-un-karbohidrat-protein.html> diunduh tanggal 3 September 2020

<https://soalkimia.com/soal-dan-pembahasan-lipid/> diunduh tanggal 3 September 2020