

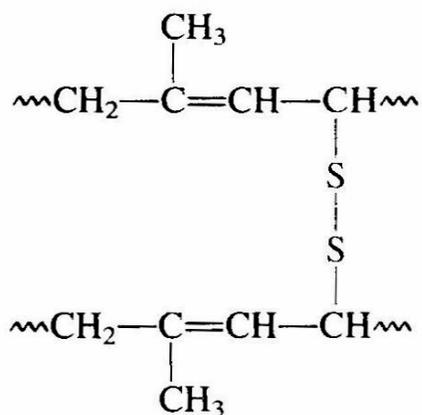


JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

KODE MODUL

KIM.OTO 203-02

# Gas, Larutan dan Penerapan Kimia Praktis



Penyusun :  
Heri Wibowo, M.T.

Sistem Perencanaan Penyusunan Program dan Penganggaran (SP 4)

Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif

2005

## **KATA PENGANTAR**

---

Modul **Gas, Larutan dan Penerapan Kimia Praktis** ini digunakan sebagai panduan kegiatan belajar mahasiswa untuk membentuk salah satu kompetensi, yaitu : Memahami konsep-konsep dasar pada gas dan larutan kimia beserta pengukurannya serta penerapan pada elektrokimia, elektrolisis dan pelapisan logam. Modul ini dapat digunakan untuk mahasiswa Pendidikan Teknik Otomotif jenjang S1 dan D3 Fakultas Teknik UNY.

Modul ini terdiri atas lima kegiatan belajar. Kegiatan belajar 1 membahas tentang Gas dan pengukuran gas. Kegiatan belajar 2 membahas tentang Larutan Elektrolit (asam, basa, garam dan konsentrasi larutan). Kegiatan belajar 3 membahas tentang Elektrokimia. Kegiatan belajar 4 membahas tentang Elektrolisis dan penerapan pada pelapisan logam.

Yogyakarta, Agustus 2005  
Penyusun.

Heri Wibowo, M.T.

# DAFTAR ISI MODUL

---

	Halaman
<b>HALAMAN DEPAN</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>KEDUDUKAN MODUL KIMIA</b> .....	v
<b>PERISTILAHAN/GLOSARIUM</b> .....	vi
<b>PENDAHULUAN</b> .....	
A. DESKRIPSI JUDUL .....	
B. PRASARAT .....	
C. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL .....	
1. Petunjuk bagi mahasiswa.....	
2. Petunjuk bagi dosen .....	
D. TUJUAN AKHIR .....	
E. KOMPETENSI .....	
F. CEK KEMAMPUAN .....	
<b>PEMBELAJARAN</b> .....	
<b>A.RENCANA BELAJAR MAHASISWA</b>	
.....	
B. KEGIATAN BELAJAR .....	
1. Kegiatan Belajar 1 : Gas dan pengukuran gas .....	
a. Tujuan kegiatan pembelajaran 1 .....	
b. Uraian materi 1.....	
c. Tes formatif 1 .....	

2. Kegiatan Belajar 2 : Larutan Elektrolit
  - a. Tujuan kegiatan pembelajaran 2 .....
  - b. Uraian materi 2 .....
  - c. Tes formatif 2 .....
  
3. Kegiatan Belajar 3 : Elektrokimia
  - a. Tujuan kegiatan pembelajaran 3 .....
  - b. Uraian materi 3 .....
  - c. Tes formatif 3 .....
  
4. Kegiatan Belajar 4 : Elektrolisis dan Pelapisan logam
  - d. Tujuan kegiatan pembelajaran 4 .....
  - e. Uraian materi 4 .....
  - f. Tes formatif 4 .....

**EVALUASI** .....

- A. PERTANYAAN .....
- B. KUNCI JAWABAN .....
- C. KRITERIA KELULUSAN .....

**PENUTUP** .....

- DAFTAR PUSTAKA .....

# PETA KEDUDUKAN MODUL

---

## A. Kedudukan Modul

Modul dengan kode KIM. OTO-203-01 ini merupakan prasyarat untuk menempuh modul OTO-324-02.



Keterangan :

KIM.OTO 203-01

KIM.OTO 203-02

KIM.OTO 203-03

**Konsep dasar Kimia  
Gas, Larutan dan Penerapan Kimia  
Praktis  
Pembakaran dan Kalor Reaksi**

## PERISTILAHAN / GLOSSARY

---

**Gas ideal** adalah gas yang mengikuti teori kinetik molekul gas, sedang yang tidak mengikuti teori gas ini disebut gas nyata.

**Elektrolit** adalah suatu senyawa yang bukan logam yang dalam keadaan cair (berbentuk larutan) dapat dilalui listrik. Daya hantar listrik terjadi karena elektrolit terurai menjadi bagian-bagian bermuatan listrik yang disebut ion.

**Asam** adalah senyawa yang kalau dilarutkan dalam air akan memberikan larutan yang berifat asam.

**Basa** adalah suatu senyawa yang terdiri dari satu atom logam dan satu atau beberapa gugus hidroksil (OH) yang banyaknya sesuai dengan valensi logam yang bersangkutan.

**Garam** adalah suatu persenyawaan yang dapat dianggap terbentuk dari asam bila semua atom H dari asam itu diganti dengan atom-atom logam.

**Elektrokimia** adalah ilmu yang mempelajari perubahan kimia yang ditimbulkan oleh arus listrik atau proses kebalikannya, yaitu suatu reaksi kimia digunakan sebagai sumber energi untuk menghasilkan arus listrik.

**Elektrolisis** adalah peristiwa dimana suatu larutan elektrolit atau lelehan garam yang diberikan arus listrik searah melalui elektroda- elektroda maka terjadi reaksi kimia pada larutan elektrolit tersebut.

# BAB I

## PENDAHULUAN

---

### A. DESKRIPSI

Modul **Gas, Larutan dan Penerapan Kimia Praktis** ini membahas tentang beberapa hal mendasar yang perlu diketahui agar siswa dapat mengetahui aplikasi dalam ilmu kimia. Cakupan materi yang akan dipelajari dalam modul ini meliputi konsep-konsep dasar pada gas dan larutan kimia beserta pengukurannya serta penerapan pada elektrokimia, elektrolisis dan pelapisan logam.

Modul ini terdiri atas lima kegiatan belajar. Kegiatan belajar 1 membahas tentang Gas dan pengukuran gas. Kegiatan belajar 2 membahas tentang Larutan Elektrolit (asam, basa, garam dan konsentrasi larutan). Kegiatan belajar 3 membahas tentang Elektrokimia. Kegiatan belajar 4 membahas tentang Elektrolisis dan penerapan pada pelapisan logam.

Setelah mempelajari modul ini peserta diklat diharapkan dapat memahami hukum-hukum dasar dan istilah-istilah pada kimia dan penerapannya.

### B. PRASYARAT

Modul ini merupakan modul awal yang tidak memerlukan prasyarat bagi mahasiswa di Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif FT UNY

### C. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

#### 1. Petunjuk Bagi Mahasiswa

Untuk memperoleh hasil belajar secara maksimal, dalam menggunakan modul ini maka langkah-langkah yang perlu dilaksanakan antara lain :

- a. Bacalah dan pahami dengan seksama uraian-uraian materi yang ada pada masing-masing kegiatan belajar. Bila ada materi yang kurang jelas,

mahasiswa dapat bertanya pada dosen yang mengampu kegiatan belajar.

- b. Kerjakan setiap tugas formatif (soal latihan) untuk mengetahui seberapa besar pemahaman yang telah dimiliki terhadap materi-materi yang dibahas dalam setiap kegiatan belajar.
- c. Jika belum menguasai level materi yang diharapkan, ulangi lagi pada kegiatan belajar sebelumnya atau bertanyalah kepada dosen atau instruktur yang mengampu kegiatan pembelajaran yang bersangkutan.

## **2. Petunjuk Bagi Dosen**

Dalam setiap kegiatan belajar dosen berperan untuk :

- a. Membantu mahasiswa dalam merencanakan proses belajar
- b. Membimbing mahasiswa melalui latihan-latihan soal yang diberikan dalam tahap belajar
- c. Membantu mahasiswa dalam memahami konsep, analisa, dan menjawab pertanyaan mahasiswa mengenai proses belajar
- d. Membantu mahasiswa untuk menentukan dan mengakses sumber tambahan lain yang diperlukan untuk belajar.
- e. Mengorganisasikan kegiatan belajar kelompok jika diperlukan
- f. Merencanakan seorang ahli / pendamping dosen dari tempat kerja untuk membantu jika diperlukan

## **D. TUJUAN AKHIR**

Setelah mempelajari secara keseluruhan materi kegiatan belajar dalam modul ini peserta diklat diharapkan :

1. Memahami konsep dasar pada gas dan pengukurannya.
2. Memahami tentang Larutan Elektrolit (asam, basa, garam) dan dapat menganalisa konsentasi larutan .
3. Memahami dan dapat menganalisa persoalan elektrokimia.
4. Memahami dan mampu menganalisis Elektrolisis dan penerapan pada pelapisan logam.

## E. KOMPETENSI

Modul KIM.OTO-203-02 merupakan subkompetensi Penerapan praktis kimia yang menjadi salah satu unsur untuk membentuk kompetensi Ilmu Kimia dan Penerapan dalam Teknik Otomotif. Uraian subkompetensi ini dijabarkan seperti di bawah ini.

Sub Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Lingkup Belajar	Materi Pokok Pembelajaran		
			Sikap	Pengetahuan	Ketrampilan
A2. Gas, Larutan dan Penerapan Kimia Praktis	1.Memahami konsep-konsep dasar pada gas dan larutan kimia beserta pengukurannya 2.Memahami dan dapat menganalisa penerapan larutan pada elektrokimia, elektrolisis dan pelapisan logam.	Gas dan pengukuran gas, Larutan Elektrolit (asam, basa, garam dan konsentasi larutan), Elektrokimia, Elektrolisis dan penerapan pada pelapisan logam.	Teliti, cermat, dan kritis dalam memahami dan menganalisa konsep-konsep dasar pada gas dan larutan kimia beserta pengukurannya	1.Gas dan pengukuran gas 2.Elektrolit (asam, basa, garam). 3.Elektrokimia. 4.Elektrolisis dan pelapisan logam	Menganalisa permasalahan kimia pada elektrokimia, elektrolisis pelapisan logam dengan benar.

## F. CEK KEMAMPUAN

Sebelum mempelajari modul **KIM.OTO-203-02**, isilah dengan cek list (√) kemampuan yang telah dimiliki peserta diklat dengan sikap jujur dan dapat dipertanggung jawabkan :

Sub Kompetensi	Pernyataan	Jawaban		Bila jawaban 'Ya', kerjakan
		Ya	Tidak	
Gas, Larutan dan Penerapan Kimia Praktis	1. Saya mampu menjelaskan konsep dasar pada gas dan pengukurannya dengan benar.			Soal Tes Formatif 1.
	2. Saya dapat menjelaskan Larutan Elektrolit (asam, basa, garam) dan dapat menganalisa konsentrasi larutan dengan benar			Soal Tes Formatif 2
	3. Saya dapat menganalisa persoalan elektrokimia dengan benar			Soal Tes Formatif 3.
	4. Saya dapat menganalisa Elektrolisis dan penerapan pada pelapisan logam dengan benar			Soal Tes Formatif 4.

Apabila peserta diklat menjawab **Tidak**, pelajari modul ini

# BAB 6

## Gas dan Pengukuran Gas

---

### a. Tujuan Kegiatan Belajar 6 :

Mahasiswa dapat memahami konsep dasar gas dan pengukurannya dengan benar.

### b. Uraian Materi 6

#### 1. Pengertian Gas

Gas adalah suatu zat yang paling mudah berubah bentuk dan volumenya sesuai dengan bentuk tempat dan kondisi sekelilingnya.

Sifat gas yang dapat diamati adalah : berat, volume, tekanan dan suhunya. Beberapa pioner yang mempelajari tentang gas adalah : R. Boyle, J. Gay Lussac, J. Charles, J. Dalton, Thomas Gram dan A. Avogadro.

Gas ideal adalah gas yang mengikuti teori kinetik molekul gas, sedang yang tidak mengikuti teori gas ini disebut gas nyata.

#### 2. Teori Kinetik Molekul Gas

- Gas terdiri dari molekul-molekul yang sangat kecil. Jarak antara molekul berjauhan. Volume molekul diabaikan terhadap volume tempatnya. Gaya tarik menarik diantara molekul diabaikan.
- Melekul-molekul gas bergerak menurut lurus dengan kecepatan tetap selama suhunya tidak berubah.
- Bila molekul gas saling bertumbukan atau menumbuk dinding tempatnya, tenaga kinetiknya tidak hilang. Energi atau tenaga tumbukan inilah yang menyebabkan gas mempunyai tekanan.
- Tenaga kinetik molekul gas berubah sebanding dengan suhu absolutnya.

Gas sangat peka terhadap tekanan dan suhu. Tekanan berubah maka volume dan kerapatannya berubah. Karena kerapatan gas sangat kecil maka gas mudah dimampatkan. Satu liter gas ditambah satu liter gas nitrogen dimasukkan ke dalam tempat yang volumenya satu liter, maka volume kedua campuran gas tetap sama dengan satu liter.

#### 3. Hukum-hukum yang berlaku untuk gas

- Hukum Boyke : Volume sejumlah gas tertentu pada suhu tetap, berbanding terbalik dengan tekanannya.  
 $P V = k$ , perkalian tekanan dan volume gas dan pada suhu yang sama adalah tetap.  
 $P_1 V_1 = P_2 V_2$
- Hukum Charles : volume sejumlah gas tertentu pada tekanan tertentu (tetap) berbanding lurus dengan suhu absolutnya.  
 $V = k T$   
 $V_1/T_1 = V_2/T_2$

3. Hukum Gay Lussac : tekanan sejumlah gas tertentu pada volume tetap berbanding lurus dengan suhu absolutnya.

$$P = k T$$

$$P_1/T_1 = P_2/T_2$$

4. Hukum Boyle- Gay Lussac : yang merupakan gabungan persamaan yang telah ditemukan.

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

5. Hukum Avogadro :

- Pada tekanan dan suhu yang sama, volume gas berbanding dengan jumlah molekulnya.

$$V = k n$$

$$V_1/ n_1 = V_2/ n_2$$

- Pada volume dan suhu yang sama, tekanan gas berbanding dengan jumlah molekulnya

$$P = k n$$

$$P_1/ n_1 = P_2/ n_2$$

6. Hukum Dalton : Dalam campuran bermacam-macam gas, tekanan totalnya sama dengan jumlah tekanan parsial dari masing-masing gas penyusunannya.

$$P_{\text{tot}} = P_1 + P_2 + P_3 \dots + P_n$$

7. Hukum gas ideal

$$PV = n R T$$

R = tetapan agas ideal

Hukum gas ideal hanya berlaku pada temperaur kristinya atau lebih tinggi. Karena di alam sebenarnya tidak ada yang disebut gas ideal, yang ada adalah gas sejati, maka hukum gas ideal dipergunakan untuk pendekatan saja.

8. Hukum gas nyata : merupakan hukum gas ideal yang terkoreksi

$$PV = Z n RT$$

Z = Faktor kompresibilitas

Harga z ini dapat diperoleh dari grafik

9. Persamaan Van Der Waals : merupakan perbaikan dari rumus gas ideal dengan mempergunakan volume molekul - molekul dag agaya tarik menarik antara molekul - oleh karena gas. Perbaikan ini menyebabkan adanya penyimpangan dari hukum Boyle-Gay Lussac.

$$\left(P + \frac{n^2 a}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

Beberapa harga tetapan van der Waals untuk bermacam gas :

Gas	Rumus mol	a. atm 1 <sup>2</sup> mol <sup>-2</sup>	b. 1 mol <sup>-1</sup>
Asetelin	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	4,39	0,0514
Ammonia	NH <sub>3</sub>	4,17	0,0371
Argen	Ar	1,35	0,0322

Karbon dioksida	CO <sub>2</sub>	3,59	0,0427
Karbon disulfida	CS <sub>2</sub>	11,62	0,0769
Kar. Monoksida	CO	1,49	0,0399
Kar. Tetra khlorida	CCl <sub>4</sub>	20,39	0,1383
Khlor	Cl <sub>2</sub>	6,49	0,0562
Khloroform	CHCl <sub>3</sub>	15,17	0,1022
Etana	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	5,49	0,0638
Etil eter	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> O	17,38	0,1344
Etilin	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	4,47	0,0571
Helium	He	0,034	0,0237
Hidrogen	H <sub>2</sub>	0,244	0,0266
Hidrogen khlorida	HCl	3,67	0,0408
Metana	CH <sub>4</sub>	2,25	0,0426
Oksigen	O <sub>2</sub>	1,36	0,0318
Nitrogen	N <sub>2</sub>	1,39	0,0391
Uap air	H <sub>2</sub> O	5,46	0,0305

Contoh :

1. Pada 18°C dan 765 torr, 1,29 Liter gas tertentu mempunyai bobot 2.71 g. hitunglah berapa kira-kira bobot molekul gas itu

Data itu dikonversikan menjadi atm dan k.

$$p = \frac{765}{760} \text{ atm} \quad T = (18 + 273)K = 291K$$

$$\text{Lalu } M = \frac{\mu RT}{pV} = \frac{(2.71g)(0.0821L.atm.K^{-1}.mol^{-1})(291K)}{[(765/760)atm](1.29L)} = 49.8g.mol^{-1}$$

2. Hitunglah rapatan kira-kira (asproksimasi) metana, CH<sub>4</sub> pada 20 dan 5,00 atm bobot molekul metana ialah 16.0

$$p = \left( \frac{d}{M} \right) RT$$

$$d = \frac{Mp}{RT} = \frac{(160g, mol^{-1})(5 atm)}{(0.0821Latm.K^{-1}.mol^{-1})(293K)} = 3.33g / L$$

#### 4. Hubungan Volume gas dari Persamaan Reaksi

Hubungan volume gas dari persamaan reaksi atau yang menghasilkan dua gas atau lebih menunjukkan pula secara langsung volume gas-gas yang terlibat dalam reaksi itu. Volume itu dihubungkan dengan jumlah molekul yang ditunjukkan dalam persamaan dan dapat dihitung tanpa melihat kepada bobot gas-gas yang bereaksi. Umpanya:





## Larutan Elektrolit dan konsentasi larutan

---

### a. Tujuan Kegiatan Belajar 7 :

Mahasiswa dapat memahami dan menjelaskan tentang Larutan elektrolit (asam, basa, garam) dan dapat menganalisa konsentasi larutan.

### b. Uraian Materi 7.

#### 1). Larutan Elektrolit

Elektrolit adalah suatu senyawa yang bukan logam yang dalam keadaan cair (berbentuk larutan) dapat dilalui listrik. Daya hantar listrik terjadi karena elektrolit terurai menjadi bagian-bagian bermuatan listrik yang disebut ion.

Ion positif disebut kation dan ion negatif disebut anion. Contoh kation : ion logam dan ion hidrogen. Contoh anion : ion sisa asam dan ion hidroksil.

Bahan yang termasuk elektrolit yaitu bahan asam, basa atau garam. Ketiga bahan ini kalau dilarutkan dalam air akan bersifat elektrolit.

Elektrolit dibagi dua berdasar kekuatan menghantarkan arus listriknya.

1. Elektrolit kuat : elektrolit yang dalam keadaan larutannya mudah terurai menjadi ion-ion.

Misal : NaCl asam sulfat, NaOH dan lain sebagainya.

2. Elektrolit lemah : elektrolit yang dalam keadaan larutannya hanya sebagian kecil saja yang terurai menjadi ion-ion.

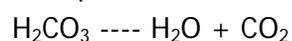
Misal : asam cuka, kalsium hidroksida dan lain-lain.

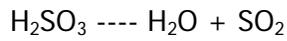
#### 2). Larutan Asam

Asam adalah senyawa yang kalau dilarutkan dalam air akan memberikan larutan yang bersifat asam.

Sifat asam yang lain yaitu :

- Mengandung atom H, dan di keadaan larutan akan memberikan ion  $H^+$ .
- Dapat mengubah warna kertas lakmus menjadi merah, makin merah warna kertas lakmus maka makin kuat asamnya.
- Tidak merubah warna indikator phenol-phtaline.
- Bereaksi dengan logam memberikan gas hidrogen
- Bereaksi dengan garam-garam karbonat dengan memberikan gas  $CO_2$ .
- Asam dapat berbentuk gas, cair atau padat
  - HF, HCl, HCN berbentuk gas
  - $HNO_3$ ,  $H_3PO_4$  berbentuk cair
  - $H_3AsO_3$ ,  $H_3AsO_4$ ,  $H_2SiO_3$  berbentuk padat
- Semua asam mudah larut dalam air kecuali  $H_2S$ ,  $H_2SiO_3$ ,  $H_3SbO_4$
- Beberapa asam tidak kekal mudah terurai bila kena panas.





- Asam – asam yang tidak beroksigen tidak mempunyai oksida dan asam dan diberi nama dengan akhiran-ida

### 3). Larutan Basa

Basa adalah suatu senyawa yang terdiri dari satu atom logam dan satu atau beberapa gugus hidroksil (OH) yang banyaknya sesuai dengan valensi logam yang bersangkutan.

Contoh :

Na bervalensi 1, maka rumus basanya NaOH

Ca bervalensi 2, maka rumus basanya  $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Al bervalensi 3, maka rumus basanya  $\text{Al}(\text{OH})_3$

Umumnya basa terdiri dari ion logam walau ada yang bukan logam, misalnya  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Gugus  $\text{NH}_4$  disebut gugus amonium dan bersifat sebagai logam bervalensi satu.

Beberapa sifat basa :

- Semua basa berbentuk padatan kecuali  $\text{NH}_4\text{OH}$  berbentuk cair
- Larutan basa dalam air bersifat basa atau alkalis yang kalau dijilat terasa seperti sabun
- Larutan basa mengubah warna kunyir dari kuning menjadi merah.
- Mengubah warna lakmus dari merah menjadi biru
- Basa merusak kulit, teristimewa berbahaya kalau kena mata
- Keasaman basa terlihat dari banyaknya jumlah gugus OH yang terdapat dalam satu molekul.

Contoh :

Basa berasam 1 :  $\text{NH}_4\text{OH}$ , NaOH, KOH, LiOH dan lain-lain

Basa berasam 2 :  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Mn}(\text{OH})_2$ , dan lain-lain

Basa berasam 3 :  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , dan lain-lain

- Semua basa sukar larut dalam air kecuali NaOH, KOH,  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Sr}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .
- Beberapa basa tidak kekal artinya kalau terbentuk pada suatu reaksi maka mudah terurai :

$\text{NH}_4\text{OH} \text{ -- } \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$  Uap  $\text{NH}_3$  berbau menyengat (pesing)

$\text{AgOH} \text{ -- } \text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$  endapan  $\text{Ag}_2\text{O}$  berwarna abu-abu

$\text{HgOH} \text{ -- } \text{Hg}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$  Endapan  $\text{Hg}_2\text{O}$  berwarna hitam

$\text{Hg}(\text{OH})_2 \text{ -- } \text{HgO} + \text{H}_2\text{O}$  endapan  $\text{HgO}$  berwarna kuning

- Pada umumnya basa berwarna putih kecuali :

$\text{CuOH}$  berwarna kuning

$\text{Cu}(\text{OH})_2$  berwarna biru

$\text{Fe}(\text{OH})_2$  berwarna hijau kotor

$\text{Fe}(\text{OH})_3$  berwarna coklat

$\text{Cr}(\text{OH})_3$  berwarna hijau

- Warna oksida basa pada umumnya berwarna sama dengan warna basa yang bersangkutan kecuali :  
 Cu<sub>2</sub>O berwarna merah  
 CuO hitam  
 Ag<sub>2</sub>O abu-abu

#### 4). Larutan Garam

Garam adalah suatu persenyawaan yang dapat terbentuk dari :

- Suatu asam bila semua atom H dari asam itu diganti dengan atom-atom logam atau.
- Suatu basa bila semua gugus OH dari basa itu diganti dengan sisa asam

Contoh :

- HCl atom H diganti dengan K terbentuk KCl  
 diganti dengan Ca terbentuk CaCl<sub>2</sub>  
 diganti dengan Al terbentuk AlCl<sub>3</sub>  
 diganti dengan Sn terbentuk SnCl<sub>4</sub>  
 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> atom H diganti dengan Na terbentuk Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
 Diganti dengan Ba terbentuk BaSO<sub>4</sub>  
 Diganti dengan Cr terbentuk Cr<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>
- NaOH gugus OH diganti dengan Br terbentuk NaBr  
 Diganti dengan SO<sub>4</sub> terbentuk Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
 Diganti dengan PO<sub>4</sub> terbentuk Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>  
 Cr(OH)<sub>3</sub> OH diganti dengan Cl terbentuk CrCl<sub>3</sub>  
 Diganti dengan SO<sub>4</sub> terbentuk Cr<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>  
 Diganti dengan PO<sub>4</sub> terbentuk CrPO<sub>4</sub>

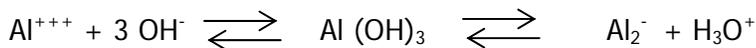
#### 5). Elektrolit Amfoter

Elektrolit amfoter adalah elektrolit yang dapat bersifat asam ataupun basa, tergantung pada suasana lingkungannya. Dengan kata lain dapat menyebabkan terjadinya ion hidronium atau ion hidroksil.

Contoh :

Al(OH)<sub>3</sub> akan bersifat asam dalam suasana basa dan akan ber

Sifat basa dalam suasana asam



Oksida-oksida dari elektrolit amfoter yang lain yaitu :

Zno	Pbo	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
Sno	Sno <sub>2</sub>	As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Sb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Sb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>

#### 6). Tingkat Keasaman (pH)

PH digunakan untuk menyatakan suatu larutan bersifat asam, basa atau netral yang merupakan fungsi dari konsentrasi H<sup>+</sup>

$$pH = -\log (H^+), P(OH) = -\log (OH^-)$$

Pada 25°C ( $H^+$ ) dalam air murni =  $10^{-7}$  mol/l, sehingga pH air murni = 7 (pH netral).

Larutan asam ( $H^+$ ) nya lebih besar dari  $10^{-7}$  mol / l, maka pH asam lebih kecil dari 7  
 Larutan basa ( $H^+$ ) nya lebih besar dari  $10^{-7}$  mol / l, maka pH basa lebih besar dari 7.

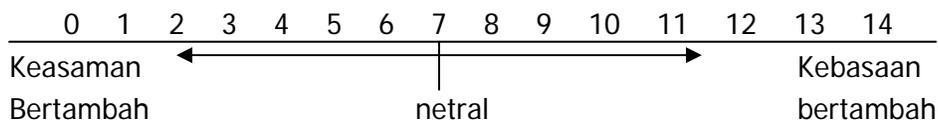
Indikator : indikator adalah suatu zat organik yang menunjukkan warna yang berlainan dalam keadaan asam atau basa. Zat organik ini bisa berupa asam organik lemah atau basa organik lemah.

Contoh : metil merah, metil oranye, lakmus, phenol phtalin, timol phtalin, timol biru.  
 Masing – masing indikator mempunyai trayek pH.yang berbeda dan menunjukkan warna yang berbeda pula.

Elektrolisa :elektrolisa adalah proses peruraian suatu zat karena adanya arus listrik.  
 Kalau kedalam larutan elektrolit dialirkan listrik melalui elektrode, maka ion positif (kation) bergerak ke elektrode negatif negatif (katode) dan ion negatif (anion) bergerak ke elektrode positif (anoda).

Untuk asam dan basa lemah ( $CH_3COOH$ ,  $NH_4OH$ ) larut tidak mengalami ionisasi sempurna sehingga ion  $H^+$  atau  $OH^-$  tidak sama dengan konsentrasnya sehingga konsentrasi  $H^+/CH$  bisa ditentukan bila derajat ionisasi diketahui / konstanta kesetimbangan.

**PH**



**Skala PH dan POH**

$H^+$	$OH^-$	PH	POH	
1	$10^{-14}$	0	14	} asam kuat
$10^{-1}$	$10^{-13}$	1	13	
$10^{-3}$	$10^{-11}$	3	11	
$10^{-5}$	$10^{-9}$	5	9	→ asam lemah
$10^{-7}$	$10^{-7}$	7	7	netral
$10^{-9}$	$10^{-5}$	9	5	→ Basa lemah
$10^{-11}$	$10^{-3}$	11	3	} basa kuat
$10^{-13}$	$10^{-1}$	13	1	
$10^{-14}$	1	14	0	

untuk asam + basa kuat misal HCl dan NaOH larutan mengalami ionisasi sempurna.

Contoh :

Hitunglah PH larutan asam kuat berikut ini :

- a. HCl 0,001 M
- b. 4,9 gr  $H_2SO_4$  dalam larutan 1000 ml

Jawab :

a.  $H^+ = n \times \text{Molar} = 1 \times 0,01 = 0,01$   
 $PH = - \log (H^+) = - \log (0,01) = 2$

$$b. \quad \text{Molar} \frac{\text{mol}}{\text{liter larutan}} = \frac{4,9}{98/1} = 0,05M$$

$$H^+ = n \times \text{Molar} = 2 \times 0,05 = 0,1$$

$$PH = -\log (0,1) = 1$$

Hitung PH larutan asam lemah berikut ini :

- a.  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,05 M ( $K_a = 1,75 \cdot 10^{-5}$ )  
 b. 3,5  $\text{NH}_4\text{OH}$  ( $M_r = 35$ ) dalam 1000 ml larutan ( $K_{10} = 1,75 \cdot 10^{-5}$ )

Jawab

a.  $H^+ = \sqrt{K_a \cdot \text{molar}}$   
 $= \sqrt{1,75 \cdot 10^{-5} \cdot 0,05} = 9,35 \cdot 10^{-4}$   
 $PH = -\log 9,35 \cdot 10^{-4} = 4 - \log = 3,03$

b.  $\text{Molar} \frac{3,5/35 \text{ mol}}{1 \text{ liter}} = 0,1 M$   
 $(OH)^- = \sqrt{K_b \cdot \text{molar}}$   
 $= \sqrt{1,75 \cdot 10^{-5} \cdot 0,05} = 1,32 \cdot 10^{-3} M$   
 $POH = -\log (1,32 \cdot 10^{-3}) = 3 \log 1,32 - 28 \text{ b}$   
 $PH = 14 - 2,88$   
 $= 11,12$

## 7). Konsentrasi Larutan

Larutan merupakan campuran yang homogen antara zat terlarut dan pelarut.

Pada larutan sering digunakan satuan-satuan yang menyatakan konsentrasi zat yang terlarut dalam larutan tersebut. antara lain dengan M (molar), mol atau persentase (%).

### Molar (M)

Merupakan jumlah mol zat terlarut dalam tiap liter larutan

$$M = \frac{\text{mol}}{\text{liter}}$$

contoh :  $\text{KNO}_3$  memiliki konsentrasi 2.5 M

Berapa gram  $\text{KNO}_3$  yang dilarutkan dalam 5 liter larutan tersebut

Jawab :

$$M_r \text{KNO}_3 = 101$$

$$M = \frac{\text{gr} / M_r}{\text{liter}} \rightarrow 2,5 = \frac{\text{gr} / 101}{5}$$

$$\text{gr} = 1262,5 \text{ gram } \text{KNO}_3$$

### Molar (m)

Merupakan jumlah mol zat terlarut dalam 1000 gr (1 kg) zat pelarut

Mont = 17 gr  $\text{AgNO}_3$  ( $M_r = 170$ ) dilarutkan dalam 2,56 gr air maka mobiltasnya.

$$m = \frac{17/170}{\text{liter}2,5\text{kg}} = 0,04$$

**Persentase (%)**

Persen berat → merupakan jumlah gram zat terlarut dalam 100 gram larutan.

Persen volume → merupakan jumlah mililiter zat terlarut dalam 100 mililiter larutan.

Contoh :

Dalam minuman mengandung 15% alkohol

Artinya :

Dalam 100 ml larutan tersebut mengandung 15 ml alkohol dan 85 ml air (pelarut).

**d. Tes Formatif 2**

1. Mengapa larutan elektrolit mudah menghantarkan arus listrik ?
2. Buatlah 3 macam reaksi pembuatan garam !
3. Termasuk jenis larutan apa senyawa  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{HNO}_3$  dan  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  ?
4. Hitunglah PH larutan asam kuat berikut ini 62 gr  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dalam larutan 3500 ml !
5. Berapa gram  $\text{NaNO}_3$  yang dilarutkan dalam 5 liter larutan untuk mendapatkan konsentrasi 5 M ?

# BAB 8

## Elektrokimia

---

### a. Tujuan Kegiatan Belajar 3 :

Mahasiswa dapat memahami dan menganalisis proses-proses pada elektrokimia.

### b. Uraian Materi 3.

#### 1. Konsep Elektrokimia

- Reaksi redoks (reduksi – oksidasi) adalah reaksi kimia dimana peristiwa reduksi dan oksidasi terjadi dalam waktu yang bersamaan. Peristiwa reduksi di dalam reaksi redoks selalu diikuti oleh peristiwa oksidasi. Jadi keduanya tidak dapat berdiri sendiri-sendiri secara terpisah.

- Elektrokimia adalah ilmu yang mempelajari perubahan kimia yang ditimbulkan oleh arus listrik atau proses kebalikannya, yaitu suatu reaksi kimia digunakan sebagai sumber energi untuk menghasilkan arus listrik.

Batu baterai yang sering kita gunakan pada radio, lampu senter, alat cukur, mainan anak, adalah salah satu hasil penerapan elektrokimia.

- Oksidasi adalah perubahan kimia di mana suatu atom, ion atau kelompok atom melepaskan elektron.

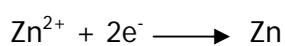
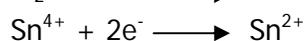
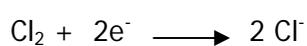
Contoh :



Suatu atom yang melepaskan elektron akan berubah menjadi ion positif (kation) dengan muatan sama dengan jumlah elektron yang dilepaskannya.

- Reduksi adalah perubahan kimia di mana suatu atom, ion atau kelompok atom mengikat elektron.

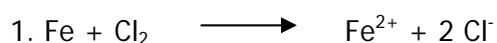
Contoh :



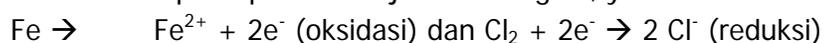
Suatu atom yang mengikat elektron akan berubah menjadi ion negatif (anion) dengan muatan sama dengan jumlah elektron yang diikat.

Pada reaksi reduksi maupun oksidasi harus diperhatikan bahwa muatan sebelum reaksi dan setelah reaksi harus sama

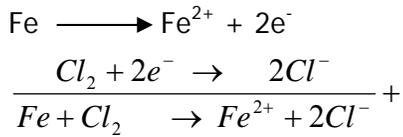
#### Contoh reaksi Redoks



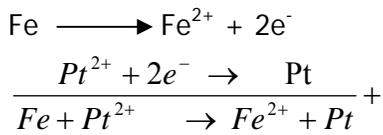
Reaksi itu dapat dipecah menjadi dua bagian, yaitu :



Bila kedua reaksi itu dijumlahkan maka akan didapatkan reaksi berikut :



Bila Reaksi itu dipecah menjadi dua bagian, (reduksi dan oksidasi) kemudian dijumlah, maka didapatkan reaksi berikut :



Dari kedua contoh di atas tampak bahwa reaksi pelepasan elektron (oksidasi) selalu diikuti oleh reaksi pengikatan elektron (reduksi).

## 2. Sel-sel Elektrokimia

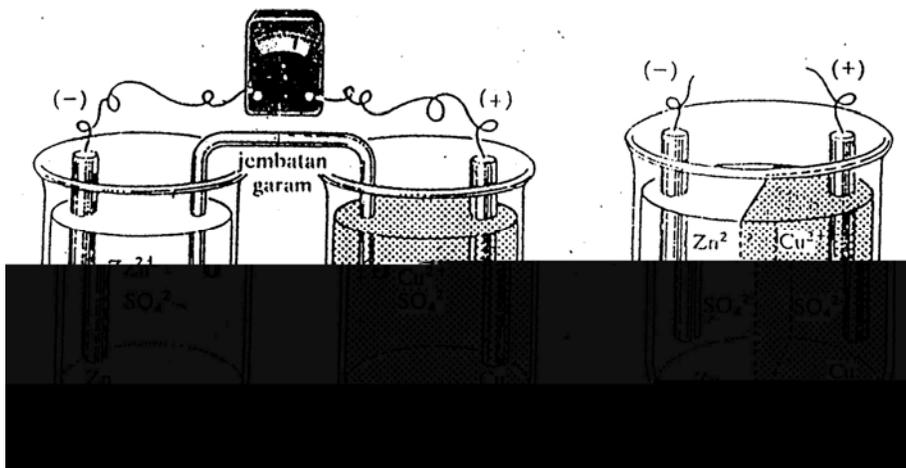
Sel elektrokimia adalah sel yang menghasilkan energi dari reaksi kimia (redoks) atau sebaliknya. Reaksi kimia timbul dengan adanya arus listrik.

Dengan demikian ada 2 macam sel elektrokimia. Kedua sel elektrokimia itu adalah :

### 1. Sel volta atau sel Galvani

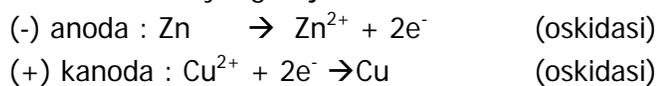
Sel ini diteliti oleh dua orang kimiawan Italia, yaitu Alessandro Giuseppe Volta (1745-1827) dan Luigi Galvani (1737-1798).

Di dalam sel ini digunakan larutan elektrolit  $\text{ZnSO}_4$  dan  $\text{CuSO}_4$  pada larutan  $\text{ZnSO}_4$  dimasukkan Zn sebagai elektroda negatif (anoda) dan pada larutan  $\text{CuSO}_4$  dimasukkan Cu sebagai elektroda positif (katoda). Kedua larutan dihubungkan dengan jembatan garam.



Gambar 1. skema sel Galvani atau sel volta

Bila kedua elektroda (Zn dan Cu) tadi dihubungkan maka akan dihasilkan arus listrik searah. Reaksi yang terjadi adalah :



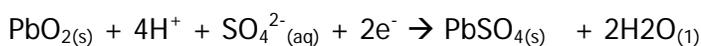
jadi arus listrik mengalir dari anoda (penghasil elektron) menuju katoda (penangkap elektron).

### Aki

Gambar bagian dalam sel aki dapat dilihat pada gambar 2. Aki terdiri dari beberapa sel Galvani yang disusun secara seri di dalamnya. Jumlahnya tergantung pada besar kecilnya voltase aki ( 6 atau 12 volt).

Reaksi yang terjadi bila aki digunakan adalah sebagai berikut :

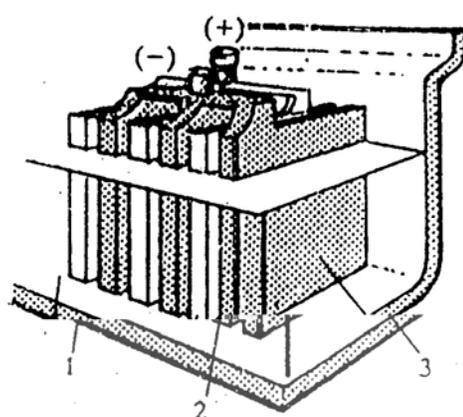
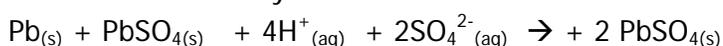
Katoda :



Anoda



Reaksi keseluruhannya adalah :



Keterangan gambar:

1. Larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$
2.  $\text{PbO}_2$  (katoda)
3.  $\text{Pb}$  (anoda)

Gambar 2. bentuk bagian dalam aki

### 3. Potensial Elektroda dan Reaksi Redoks

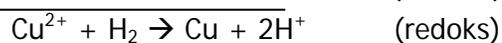
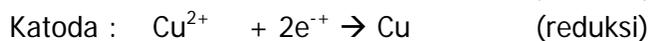
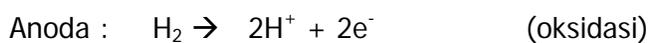
- Potensial elektroda adalah potensial relatif suatu elektroda terhadap potensial suatu larutan ion.

Potensial elektroda yang diukur pada umumnya adalah potensial reduksi. Bila suatu elektroda (dari logam) makin mudah mengalami reaksi reduksi maka harga potensialnya semakin besar dan sebaliknya.

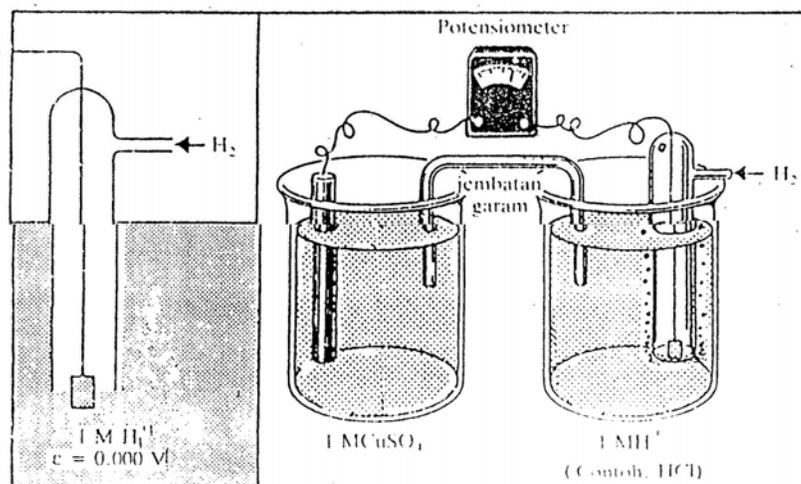
Sebagai elektroda pembanding digunakan elektroda hidrogen (gambar 3).

Contoh :

1. Elektroda dari logam tembaga (Cu) lebih mudah mengalami reaksi reduksi dibandingkan hidrogen ( $\text{H}_2$ ). Dengan demikian bila elektroda Cu digabungkan dengan elektroda  $\text{H}_2$  maka pada anoda akan terjadi reaksi oksidasi  $\text{H}_2$  dan pada katoda terjadi reaksi reduksi Cu.



Potensial yang diukur pada melalui percobaan adalah +0,34 V.



Gambar 3. Elektroda H<sub>2</sub> sebagai pembanding potensial elektroda

Berbagai elektroda logam telah diukur potensialnya (dalam bentuk tereduksi) dan dapat dilihat pada tabel 1. Dalam tabel ini semua elektroda ditulis dalam setengah reaksi reduksinya. Harga potensial yang negatif berarti elektroda itu lebih cenderung mengalami reaksi oksidasi (kebalikannya).

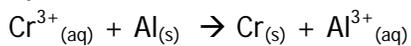
Tabel 1. Daftar potensial elektroda standar

Reaksi	E <sup>0</sup> (V)
$F_2 + 2e^- \rightarrow 2F^{-1}$	2,87
$S_2O_8^{2-} + 2e^- \rightarrow 2 SO_4^{2-}$	2,0
$Co^{4+} + e^- \rightarrow Co^{2+}$	1,80 (kira-kira)
$H_2O_2 + 2 H + 2e^- \rightarrow 2H_2O$	1,77
$Ce^{4+} + e^- \rightarrow Ce^{3+}$ (1 M HClO <sub>4</sub> )	1,70
$MnO_4^- + 8 H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4 H_2O$	1,51
$Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2 Cl^-$	1,39
$Ti^{3+} + 2e^- \rightarrow Ti^+$	1,26
$MnO_2 + 4 H^+ + 2e^- \rightarrow Mn^{2+} + 2H_2O$	1,23
$O_2 + 4h+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$	1,229
$Br_2 + 2e^- \rightarrow 2 Br^-$	1,08
$AuCl_4^- + 3e^- \rightarrow Au + 4Cl^-$	1,00
$Pd^{2+} + 2e^- \rightarrow Pd$	0,92
$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$	0,799
$Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$	0,771
$O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O_2$	0,69
$I_2(s) + 2e^- \rightarrow 2I^-$	0,535
$Cu^+ + e^- \rightarrow Cu$	0,52
$Co(dip)_3^{3+} + e^- \rightarrow Co(dip)_3^{2+}$	0,370
$Fe(CN)_6^{3-} + e^- \rightarrow Fe(CN)_6^{4-}$	0,355
$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$	0,34

$\text{Ge}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ge}$	0,23
$\text{Pd} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pd} + 4\text{I}^-$	0,18
$\text{Ag} (\text{S}_2\text{O}_3)_2^{3-} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag} + 2 \text{S}_2 \text{O}_3^{2-}$	0,017
$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$	0,0000
$\text{Ge}^{4+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ge}^{2+}$	0,0
$\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}$	-0,126
$\text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Sn}$	-0,14
$\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ni}$	-0,25
$\text{Tl}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Tl}$	-0,336
$\text{Cd}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$	-0,403
$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$	-0,44
$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$	-0,7628
$\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}$	-0,2713
$\text{Li}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Li}$	-3,03
$\text{Li}^+ + \text{e}^- \leftrightarrow \text{Li}$	3,05
$\text{K}^+ + \text{e}^- \leftrightarrow \text{Li}^-$	-2,92
$\text{Ba}^{2+} + 2\text{e}^- \leftrightarrow \text{Ba}$	-2,90

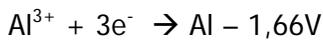
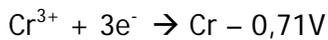
Contoh soal 9.4.1:

Apakah reaksi redoks berikut dapat berlangsung :

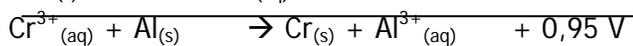
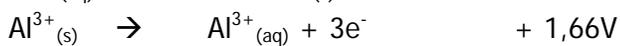
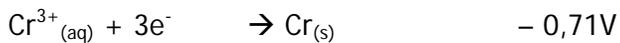


Jawab :

Dari tabel 1. didapatkan :



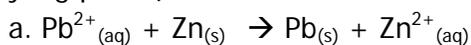
Berarti Al lebih cenderung untuk mengadakan reaksi oksidasi dibandingkan Cr. sehingga kedua setengah reaksinya sesuai soal a adalah :



Perbedaan potensial keduanya positif, jadi reaksi dapat berlangsung

### A. Tes Formatif 3

1. Bagaimana reaksi kimia yang terjadi pada sel Galvani yang menggunakan elektroda Zn sebagai elektroda negatif (anoda) dan Cu sebagai elektroda positif (katoda) ?
2. Bagaimana reaksi kimia yang terjadi pada aki baik dikutub (+) maupun kutub (-) ?
3. Apakah reaksi dengan elektroda berikut dapat berlangsung (menghasilkan potensial yang positif) ?



**Elektrolisis dan Pelapisan Logam**

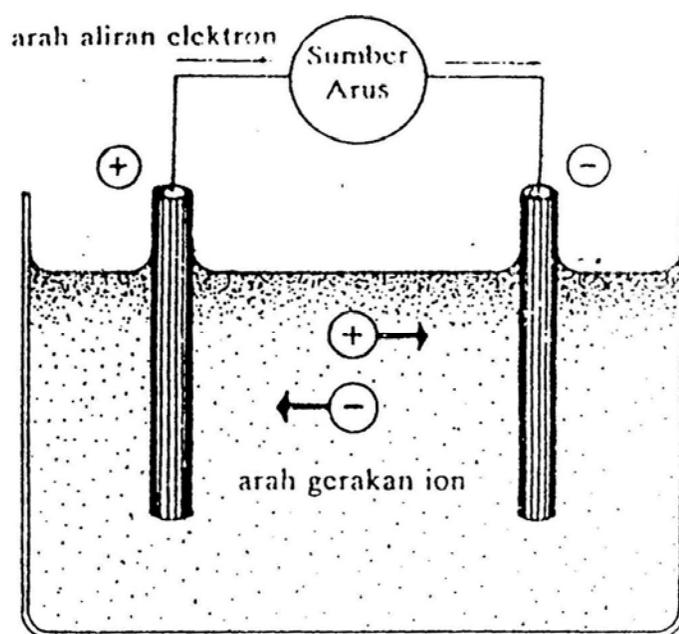
**a. Tujuan Kegiatan Belajar 9 :**

Mahasiswa dapat menjelaskan dan menganalisa proses elektrolisis dan penerapan pada pelapisan logam.

**b. Uraian Materi 9.**

Bila pada suatu larutan elektrolit atau lelehan garam diberikan arus listrik searah melalui elektroda-elektroda maka akan terjadi peristiwa elektrolisis. Pada sel elektrolisis katoda merupakan kutub negatif sedangkan anoda merupakan kutub positif.

Skema sel elektrolisis dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Skema sel elektrolisis

**Reaksi pada Anoda dan Katoda**

Pada anoda terjadi reaksi oksidasi terhadap anion (ion negatif). Anoda yang terbuat dari logam mulia seperti platina (Pt), emas (Au) dan batang grafit (C) tidak mengalami reaksi oksidasi. Tetapi bila anoda terbuat selain dari Pt, Au dan C maka akan mengalami reaksi oksidasi.

Contoh : elektroda (anoda) dari tembaga (Cu), akan mengalami reaksi oksidasi.  $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^{-}$

Pada katoda akan terjadi reaksi reduksi terhadap kation (ion positif). Yang termasuk dalam kation ini adalah ion  $H^{+}$  dan ion logam.

Proses elektrolisis banyak digunakan dalam industri, antara lain :

1. Penyepuhan, yaitu melapisi permukaan suatu logam dengan logam lainnya.

Contoh : cincin dari tembaga disepuh dengan emas. Cincin tembaga bertindak sebagai katoda dan logam emas sebagai anoda. Agar reaksi dapat berlangsung maka dipakai larutan elektrolit yang mengandung ion emas yaitu  $\text{AuCl}_3$  (auri klorida).

Reaksi yang terjadi pada elektroda adalah :

Katoda :  $\text{Au}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Au}$  (menempel pada permukaan cincin).

Anoda :  $\text{Au} \rightarrow \text{Au}^{3+} + 3\text{e}^-$

2. Memperoleh logam dari senyawanya, misalnya aluminium.

3. Pemurnian suatu logam dari senyawa-senyawa lain. Misalnya pemurnian emas, perak, tembaga dari zat-zat pengotor.

4. Pembuatan sebyawa basa seperti  $\text{KOH}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Ba(OH)}_2$  dan sebagainya. Selain juga dapat digunakan untuk membuat gas-gas seperti  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ , dan sebagainya.

### Hukum Faraday

Jumlah zat yang dihasilkan selama elektrolis pada elektroda dirumuskan Faraday dan dikenal dengan hukum Faraday yaitu :

$$W = eF$$

Dengan :  $W$  = Massa zat besi elektrolis (gram)

$$e = \text{berat ekuivalen zat hasil elektrolis} = \frac{Ar}{\text{valensi}}$$

$F$  = Jumlah arus listrik dalam satuan Faraday

Berat ekuivalen zat dapat ditemukan bila valensi zat itu diketahui. Berat ekuivalen sebanding dengan massa atom relatif zat itu dibagi dengan valensinya. Dapat juga dikatakan berat ekuivalen sebanding dengan massa atom relatif zat itu dibagi dengan jumlah elektron yang diikat atau dilepaskan pada reaksi reduksi atau oksidasinya.

Bila :  $1 F = 96500 C$

$1 C = 1 As$

$$\text{maka : } 1 As = \frac{1}{96500} F$$

jadi bila pada elektrolis digunakan  $I$  ampere dan waktu selama  $t$  detik maka berat zat yang dihasilkan adalah :

$$W = \frac{e \cdot i \cdot t}{96500}$$

Contoh soal:

Larutan  $\text{AuCl}_3$  yang cukup pekat dielektrolis dengan memakai arus 2,5 A. Bila proses ini berlangsung selama 2 jam, tentukan massa emas yang terendah pada katoda ?

Jawab :

- Valense logam emas (Au) adalah 3, maka berat ekuivalen Au ( $e$ ) adalah :

$$e = \frac{Ar(Au)}{3} = \frac{197}{3} = 65,7$$

- Waktu (t) harus diubah ke dalam detik, jadi :

$$T=2 \text{ jam} = 2 \text{ jam} \times 3600 = \frac{\text{detik}}{\text{jam}} = 7200 \text{ detik}$$

$$W = \frac{e.i.t}{96500}$$

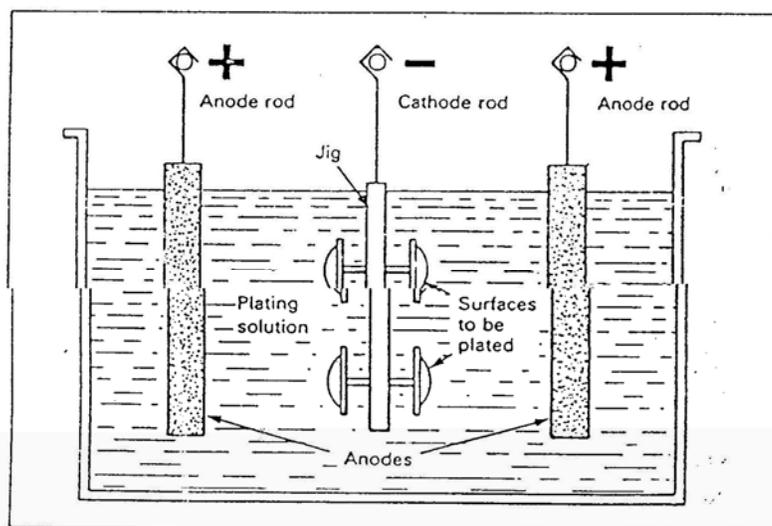
$$= \frac{65,7 \cdot 2,5 \cdot 7200}{96500}$$

$$= 12,2 \text{ gram}$$

jadi massa logam Au yang diendapkan pada katoda adalah 12,2 gram

### Proses Pelapisan Logam (elektroplating)

Elektroplating (*Electrochemical Plating*) merupakan salah satu cara pelapisan permukaan logam dengan logam lain yang berlangsung dalam larutan elektrolit. Substrat (logam utama) berfungsi sebagai katoda seperti pada gambar 4. Anoda merupakan sumber yang nantinya berfungsi sebagai bahan pelapis terhadap substrat. Arus searah (DC) dialirkan ke anoda dan katoda. Larutan elektrolit yang digunakan dapat berupa larutan asam, basa, atau garam. Arus listrik akan mengalir melalui larutan ini sehingga ion-ion dari anoda akan berpindah ke katoda. Untuk mendapatkan hasil optimum, anoda dan katoda (substrat) yang digunakan harus dalam kondisi bersih saat proses elektroplating mulai berlangsung.



Gambar 4. Skema proses Elektroplating

Karakteristik Elektroplating :

1. Suhu kerja lebih rendah dari 100 C sehingga tidak menimbulkan distorsi atau perubahan struktur pada substrat.
2. Proses ini dapat diatur sedemikian sehingga dapat memodifikasi kekerasan substrat, internal stress dan sifat-sifat lapisan.

3. Lapisan cukup padat dan melekat kuat dengan substrat. Ikatan lapisan dengan substrat dapat mencapai 1000 Mpa.
4. Tebal lapisan proporsional terhadap arus listrik dan lama pelapisan.
5. Arus yang masuk ke substrat tidak homogen sehingga lapisan cenderung lebih tebal pada bagian ujung dan sudut-sudut tertentu.
6. Laju pelapisan jarang melampaui 75  $\mu\text{m}/\text{jam}$ , tetapi dapat dipercepat dengan membuat sirkulasi larutan elektrolit.
7. Tidak ada batasan pada lapisan yang terbentuk, tergantung pada waktu dan arus yang digunakan
8. Luasan yang tidak perlu dilapisi dapat dilindungi dengan menggunakan masker pelindung.
9. Ukuran tangki yang tersedia akan mempengaruhi dimensi substrat.
10. Proses dimungkinkan untuk menggunakan sistem otomatisasi.

Prinsip elektroplating didasarkan pada hukum Faraday yang menyebutkan bahwa : (1) massa yang dilepaskan ke larutan elektrolit proporsional terhadap besar arus lewat larutan elektrolit , dan (2) massa yang dilepaskan proporsional terhadap electrochemical equivalent (ratio of atomic weight to valence).

Dalam bentuk persamaan diberikan sebagai berikut :

$$W = \frac{e.i.t}{96500}$$

dengan : W = berat (gr)

$$e = \frac{Ar}{\text{valensi}}, \quad i = \text{ arus(amp)}$$

t = waktu (detik)

$$dxV = \frac{e.i.t}{96500}$$

d = jenis logam  $\rightarrow$  dari berkala (gr/ml = gr / m<sup>3</sup>)

V = volume logam yang disepuhkan = cm<sup>3</sup>

contoh :

Pelek sepeda motor memiliki diameter 60 cm dan lebar 8 cm ingin dilapisi Cr pada permukaan dalam pelek dengan tebal 0,005 cm (proses elektroplating). Bila masa jenis logam Crom 8 gr/cm<sup>3</sup>.

Arus digunakan 50 A. hitung waktu yang dibutuhkan untuk proses lapisan (detik).  
Valensi Cr = 3.

Jawab :

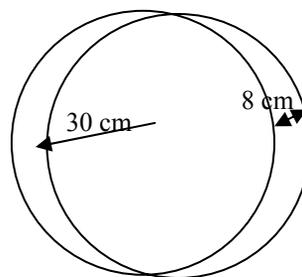
Volume logam yang disepuhkan

$$V = 60.8 \times 0,005 = 7,54 \text{ cm}^3$$

$$i = 25 \text{ A}$$

$$e = Ar/\text{vol} = 52/3 = 17,33$$

$$d = 8 \text{ gr/cm}^3$$



$$dx V = \frac{e.i.t}{96500}$$

$$t = \frac{d.V.96500}{e.i} = \frac{8.7,54.96500}{17,33.25} = 3435 \text{ detik}$$

$$= 3,73 \text{ jam}$$

**B. Tes Formatif 4**

1. Sebutkan 5 karakteristik teknik pelapisan dengan elektroplating !
2. Sebutkan reaksi sederhana yang terjadi pada anoda (+) dan katoda (-) pada proses elektro plating logam Au dengan elektrolit Au Cl<sub>3</sub> ?
3. Pelek sepeda motor memiliki diameter 60 cm dan lebar 8 cm ingin dilapisi Nikel (Ni) pada permukaan dalam pelek dengan tebal 0,01 cm (proses elektropanting). Bila masa jenis logam Ni 8 gr/cm<sup>3</sup>. Bila waktu yang digunakan adalah 2 jam, tentukan arus yang harus digunakan untuk proses lapisan tersebut (dalam Ampere). valensi Ni = 2.  
Arus digunakan 50 A. hitung waktu yang dibutuhkan untuk

# BAB 10

## PEMBAKARAN DITINJAU SECARA KIMIA

---

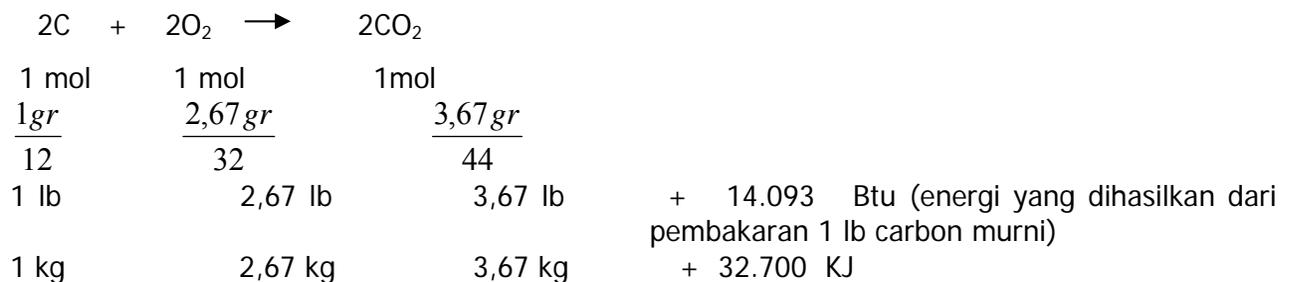
### A. Definisi Kimia Pembakaran

Dalam istilah kimia pembakaran dapat didefinisikan sebagai proses kimia antara oksigen dalam udara dengan bahan bakar yang berlangsung secara cepat dan menghasilkan energi thermal. Pada umumnya bahan bakar terdiri dari senyawa hidrokarbon yang terdiri dari hidrogen dan carbon. Hasil pembakaran dari hidrokarbon menghasilkan produk utama yaitu gas carbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan air (H<sub>2</sub>O) dalam bentuk uap. Gas carbon monoksida (CO) bisa juga terbentuk dalam jumlah yang sedikit karena adanya pembakaran yang tidak sempurna. Sulfur dalam bentuk oksida SO<sub>2</sub> menjadi SO<sub>3</sub> juga bisa terjadi dalam jumlah yang kecil. Juga dalam bahan bakar dijumpai zat yang tidak dapat terbakar seperti ash dan air. Kandungan unsur dalam pembakaran ditunjukkan dalam diagram berikut :

### B. Energi Pembakaran Bahan bakar

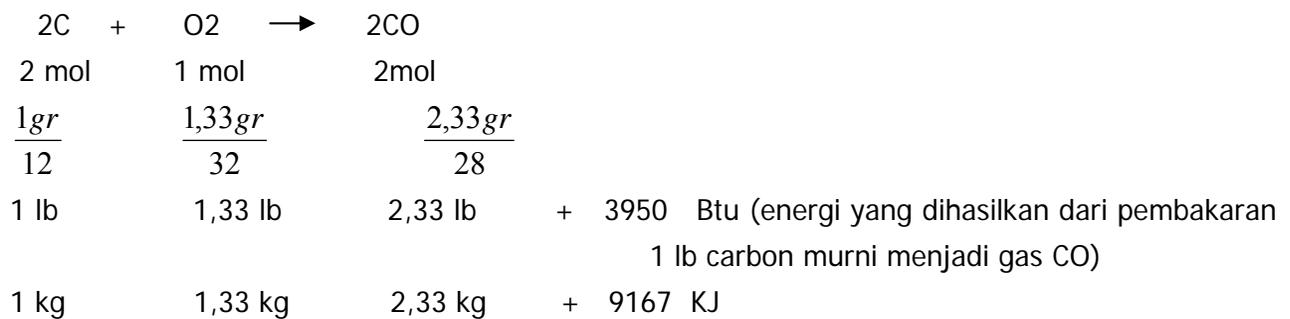
Pembakaran karbon menjadi CO<sub>2</sub>

Ketika karbon murni dibakar sempurna dengan oksigen murni , maka :



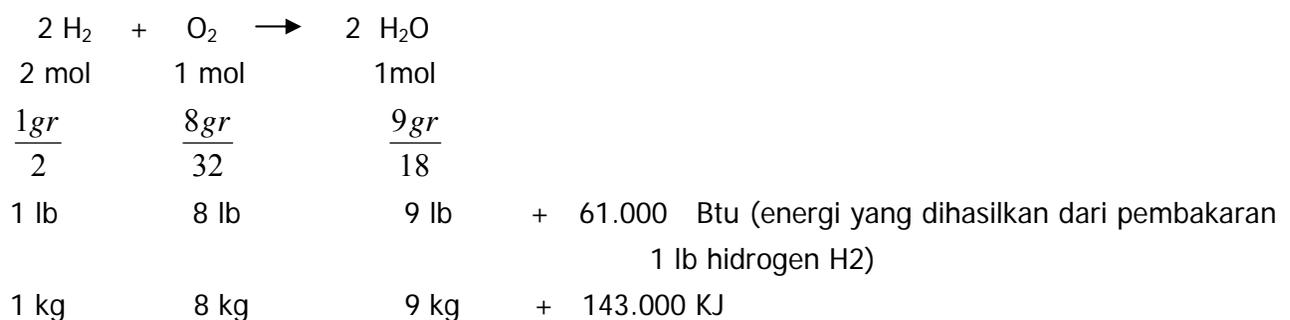
### Pembakaran karbon menjadi CO

Jika persediaan udara tidak mencukupi, maka karbon pada bahan bakar akan terbakar tidak sempurna menghasilkan karbon monoksida. Reaksi yang terjadi sebagai berikut :



### Pembakaran Hidrogen

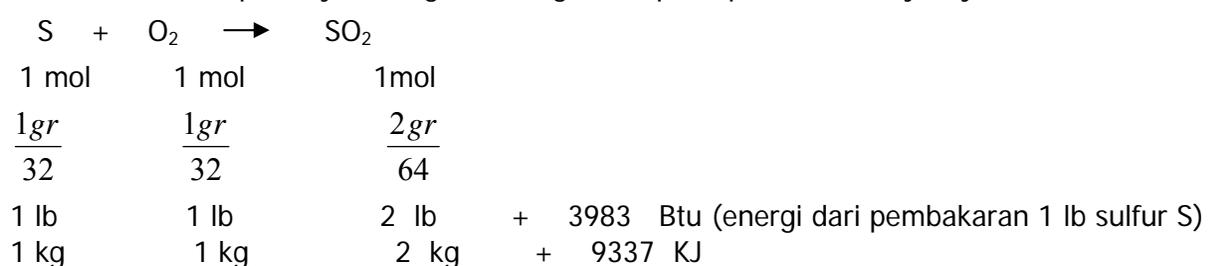
Hidrogen dibakar dengan oksigen akan membentuk air (H<sub>2</sub>O). reaksi yang terjadi :



### Pembakaran sulfur

Pada bahan bakar, sulfur ini selalu diusahakan untuk dikurangi atau bahkan dihilangkan. Hal ini karena sulfur akan sangat merugikan terutama pada sifat korosifnya. Apalagi kalau sulfur oksida bereaksi dengan air akan membentuk asam sulfat yang sangat reaktif terhadap logam. Karena itu bahan bakar selalu mengalami proses desulfurisasi yaitu proses untuk mengurangi kandungan S dalam bahan bakar.

Meskipun sulfur ini sangat merugikan karena akan menyebabkan korosi pada komponen logam, namun sulfur tetap menyumbangkan energi kalor pada pembakarannya , yaitu :



Pada umumnya pembakaran didesain dan dioperasikan pada kondisi sempurna sehingga efisiensi pada pembakaran cukup baik. Namun apabila pembakaran tidak sempurna maka terjadi ketidak efisien bahan bakar yang digunakan disertai hasil gas CO.

*MODUL KIMIA*

### C. Analisis Energi

Contoh analisis energi pada pembakaran bahan bakar :

Batu bara merupakan senyawa hidrokarbon. Dari hasil pengujian komposisi kimia dapat ditunjukkan pada persentase berat sebagai berikut :

Carbon 71,98 % , hidrogen 6,47 % , nitrogen 1,16 % , oksigen 8,70 % , sulfur 1,20 % , pengotor 10,49 %

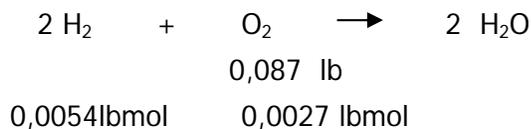
Pada umumnya oksigen pada bahan bakar berbentuk uap air atau bersenyawa dengan hidrogen, sehingga hidrogen dalam batubara ada 2 bentuk yaitu dalam bentuk H<sub>2</sub>O dan dalam bentuk senyawa carbon (senyawa antara C dan H). H<sub>2</sub>O dalam bahan bakar tidak menghasilkan energi kalor bila bereaksi dengan oksigen. Sebaliknya unsur H pada senyawa karbon akan menghasilkan energi yang besar.

Bila dalam contoh diatas ingin dianalisa jumlah energi yang dihasilkan oleh 1 lb batubara, maka analisa dijabarkan sbb :

Massa C dalam bahan bakar : 71,98 % x 1 lb = 0,7198 lb

Massa O dalam H<sub>2</sub>O (sebagai pelarut bahan bakar) : 8,70 % x 1 lb = 0,087 lb

Massa H dalam H<sub>2</sub>O dicari dari reaksi



Massa H dalam bahan bakar = massa H total – massa H dalam H<sub>2</sub>O .  
 = 0,0647 lb - 0,0108 lb  
 = 0,0539 lb (5,39 %)

Massa S dalam bahan bakar : 1,2 % x 1 lb = 0,012 lb

Jumlah energi yang dihasilkan dari pembakaran C, H dan O adalah :

C : 0,7198 lb x 14093 Btu/lb = 10144 Btu  
 H : 0,0539 lb x 61000 Btu/lb = 3287 Btu  
 S : 0,012 lb x 3983 Btu/lb = 48 Btu  
 Total energi = 13.479 Btu

Senyawa karbon dari penyulingan minyak bumi dan bentuk senyawanya ditabelkan sbb :

No	Nama senyawa	Bentuk senyawa
1	Gas alam	CH <sub>4</sub> - C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>
2	LPG	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> - C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>
3	Petroleum eter	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>
4	Bensin	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> - C <sub>11</sub> H <sub>24</sub>
5	Minyak solar	C <sub>12</sub> H <sub>26</sub> - C <sub>14</sub> H <sub>30</sub>
6	Minyak tanah	C <sub>15</sub> H <sub>32</sub>
7	Minyak pelumas	C <sub>16</sub> H <sub>34</sub> - C <sub>20</sub> H <sub>42</sub>
8	Parafin/ lilin	C <sub>21</sub> H <sub>44</sub> - C <sub>24</sub> H <sub>50</sub>
9	Aspal	C <sub>36</sub> H <sub>74</sub>

## DAFTAR PUSTAKA

---

1. Cengel, Y.A.dan Boles, M.A., 1989, *Thermodynamic and engineering Approach*, Mc Graw Hill Book Company, New York.
2. Effendi T. dan Heri Wibowo, (2001), *Diktat Kimia Dasar* , Universitas Negeri Yogyakarta.
3. Petrucci, R.H. dan Suminar, 1987, *Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Modern*, Erlangga, Jakarta.
4. Rosenberg, J.L., dan Jasjfi, E., *Kimia Dasar Seri Buku Schaum* , Erlangga, Jakarta.
5. Trethewey, KR., Chamberlain, J., 1991, *Korosi untuk Mahasiswa Sains dan Rekayasa*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.