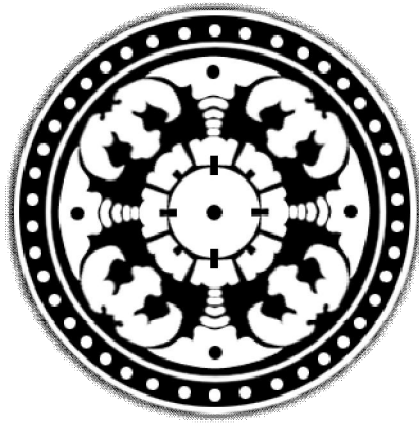


DIKTAT MATA KULIAH
KIMIA DASAR
(MKK 107)



OLEH

COK ISTRI PUTRI KUSUMA KENCANAWATI, ST. MSi

TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS UDAYANA
2012

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan ke hadapan Ida Sang Hyang Widhi Wasa/Tuhan Yang Maha Esa karena kami berhasil menyelesaikan Diktat Mata Kuliah Kimia Dasar (MKK 107) yang diajarkan pada Jurusan/Program Studi Teknik Mesin (PSTM) Fakultas Teknik Universitas Udayana.

Diktat Mata Kuliah Kimia Dasar ini merupakan salah satu mata kuliah wajib yang harus diambil oleh mahasiswa Jurusan Teknik Mesin pada semester 1 (satu) dengan jumlah SKS sebesar 2 SKS. Penulisan diktat ini dimaksudkan sebagai pelengkap bahan kuliah sehingga dapat membantu mahasiswa untuk lebih memahami materi perkuliahan yang diberikan pada saat tatap muka sehingga proses pembelajaran menjadi lancar.

Diktat ini terdiri dari beberapa bab yang membahas tentang Atom dan Molekul, Ikatan Atom, Reaksi Kimia, Hukum-hukum Kimia dan Senyawa Karbon serta Kimia Lingkungan. Yang sebagian besar materi dalam diktat ini di hubungkan dengan Jurusan Teknik Mesin.

Mengingat bahwa fungsi diktat ini hanya sekedar membantu dalam mengikuti perkuliahan, maka hendaknya mahasiswa tidak meninggalkan textbook/ buku acuan yang dianjurkan.

Disadari bahwa diktat ini masih jauh dari sempurna, maka penulis selalu mengharapkan saran-saran untuk kesempurnaan diktat ini di waktu yang akan datang. Semoga Diktat ini bermanfaat bagi semua pihak. Kepada pihak-pihak yang telah membantu kelancaran penyusunan laporan ini, tak lupa kami ucapkan banyak terima kasih

Bukit Jimbaran, Oktober 2012

Penyusun

DAFTAR ISI

Cover	i
Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	iii
Bab I Atom dan Molekul	1
Bab II Ikatan Kimia	9
Bab III Hukum-hukum Kimia	13
Bab IV Padat Dan Cair Serta Perubahannya	20
Bab V Dasar-Dasar Termodinamika.....	24
Bab VI Stoikiometri.....	27
Bab VII Kinetika Dan Keseimbangan Kimia.....	39
Bab VIII Senyawa Karbon	46
Bab IX Kimia Lingkungan.....	55
Daftar Pustaka	iv

BAB I

ATOM DAN MOLEKUL

1. TEORI ATOM

Atom berasal dari bahasa Yunani “*atomos*” yang artinya tidak dapat dibagi-bagi lagi. Suatu benda dapat dibagi menjadi bagian-bagian yang lebih kecil, jika pembagian ini diteruskan, maka menurut logika pembagian itu akan sampai pada batas yang terkecil yang tidak dapat dibagi lagi, demikian pendapat *Demokritus* (460-370-S.M)

Bagian terkecil yang tidak dapat dibagi lagi disebut: ATOM

Konsep atom yang dikemukakan oleh *Demokritus* murni sebagai hasil pemikiran semata, tanpa disertai adanya percobaan. Namun gagasan ini telah menjadi pembuka pintu ke arah penemuan baru menuju ke jenjang yang lebih tinggi.

Gagasan atom *Demokritus* menjadi tantangan fisikawan-fisikawan untuk mengalihkan perhatiannya ke arah mikrokosmos yang pada saat itu belum terjamah.

Awal abad ke-19, *John Dalton* (1766-1844) telah melaksanakan percobaan-percobaan yang menunjang konsep atom.

Konsep atom menurut Dalton:

1. Atom adalah bagian terkecil suatu unsur yang tidak dapat dibagi-bagi lagi
2. Atom suatu unsur semuanya sama, dan tidak dapat berubah menjadi atom unsur lain.
3. Dua atom atau lebih dapat membentuk suatu molekul (H_2O , CO_2)
4. Pada reaksi kimia atom-atom berpisah kemudian bergabung lagi dengan susunan yang berbeda dari semula.
5. Pada reaksi kimia atom-atom bergabung dengan perbandingan tertentu yang sederhana.

Partikel sub-atomik pertama yang dikenal adalah *elektron*. Suatu penemuan oleh percobaan J.J Thomson (1856-1940). Sehubungan dengan penemuan *J.J Thomson* menyangkal teori yang dikemukakan oleh Dalton.

Menurut Thomson atom itu terdiri atas muatan positif yang merata diseluruh atom, muatan ini di-netral-kan oleh muatan negatif yang tersebar merata pula diseluruh atom. Model ini tidak dikembangkan karena tidak sesuai dengan hasil percobaan *Rutherford*.

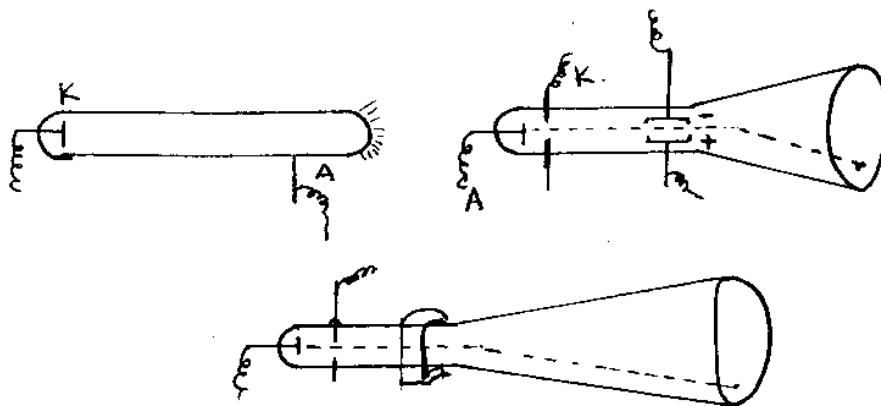
Pelucutan Gas Adalah peristiwa mengalirnya muatan-muatan listrik di dalam tabung lucutan gas pada tekanan yang sangat kecil.

Sebuah tabung lucutan adalah tabung yang berisi udara, didalam tabung berisi elektrode-elektrode, yang biasanya disebut anoda dan katode. Udara dalam tabung ini tidak dapat mengalirkan arus listrik walaupun ujung-ujung elektroda tersebut dihubungkan dengan *induktor Ruhmkorf*.

- Keadaan akan berubah jika udara dalam tabung dikeluarkan sehingga tekanan udara menjadi kecil dan letak-letak molekul udara menjadi renggang.
- Pada tekanan 4 cm Hg dalam tabung memancarkan cahaya merah-ungu. Cahaya ini akan menghilang sejalan dengan semakin kecilnya tekanan.
- Pada tekanan 0,02 mm Hg udara dalam tabung tidak lagi memancarkan cahaya namun kaca dimuka katoda berpendar kehijauan.

Crookes berpendapat bahwa dari katoda dipancarkan sinar yang tidak tampak yang disebut Sinar katoda. Sinar katoda dapat dipelajari karena bersifat memendarkan kaca.

Sinar Katoda adalah arus elektron dengan kecepatan tinggi yang keluar dari katoda.



Sifat sinar Katoda:

1. Memiliki Energi
2. Memendarkan kaca
3. Membelok dalam medan listrik dan medan magnet.
4. Jika ditembakkan pada logam menghasilkan sinar X
5. Bergerak cepat menurut garis lurus dan keluar tegak lurus dari Katoda.

Simpangan sinar katoda dalam medan listrik dan medan magnet menunjukkan bahwa sinar ini bermuatan negatif. Thomson dapat menunjukkan bahwa partikel sinar katoda itu sama bila katoda diganti logam lain. Jadi partikel-partikel sinar katoda ada pada setiap logam yang disebut *elektron*. Tanpa mngenal lelah dan menyerah, akhirnya Thomson dapat mengukur massa elektron, ternyata muatan elektron $1,6021 \cdot 10^{-19}$ Coulomb dan massa elektron $9,1090 \cdot 10^{-31}$ Kg.

Terjadinya sinar katoda dapat diterangkan sebagai berikut:

Pada tekanan yang sangat kecil, letak molekul-molekul udara sangat renggang, dalam gerakannya menuju katoda (-), ion-ion positif membentur katoda dengan kecepatan tinggi. Benturan-benturan tersebut mengakibatkan terlepasnya elektron-elektron dari logam katoda.

Teori Rutherford

Dalam percobaannya, *Ernest Rutherford* (1871-1937) menembakkan partikel α (alfa) pada kepingan emas yang tipis dengan tebal 1/100 mm. partikel alfa adalah partikel yang mempunyai massa 7000 kali massa elektron. Hasil pengamatan menunjukkan adanya partikel-partikel yang dihamburkan, dibelokkan dan dipantulkan. Adalah sangat mustahil jika partikel alfa dibelokkan oleh elektron yang massanya sangat kecil. Berdasarkan hasil experimennya, Rutherford menyangkal teori atom J.J Thomson. Pada tahun 1911 ia menyusun model atom yang baru.

Model atom menurut Rutherford:

1. Atom sebagian besar terdiri dari ruang hampa dengan satu inti yang bermuatan positif dan satu atau beberapa elektron yang beredar disekitar inti, seperti Planet-Planet yang bergerak dalam sistem tata surya. Massa atom sebagian besar terletak pada intinya.
2. Atom secara keseluruhan bersifat netral, muatan positif pada inti sama besarnya dengan muatan elektron yang beredar di sekitarnya. Muatan positif pada inti besarnya sama dengan nomer atom dikalikan dengan muatan elementer.
3. Inti dan elektron tarik-menarik, Gaya tarik menarik ini merupakan gaya centripetal yang mengendalikan gerak elektron pada orbitnya masing-masing seperti grafitasi dalam tata surya.
4. Pada Reaksi kimia, inti atom tidak mengalami perubahan, Yang mengalami perubahan ialah elektron-elektron pada kulit terluar.
Ion + adalah atom yang kekurangan elektron (telah melepas e)
Ion – adalah atom yang kelebihan elektron (menyerap e).

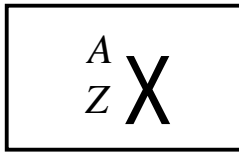
2. PARTIKEL-PARTIKEL DASAR ATOM

Partikel dasar penyusun atom adalah proton, neutron dan elektron. Inti atom terdiri dari proton dan neutron dikelilingi elektron yang terletak pada kulit atom. Atom bersifat netral berarti jumlah proton (muatan positif) sama dengan jumlah elektron (muatan negatif).

Tabel Partikel Atom

Jenis Partikel	Penemu/tahun	Massa	Muatan	Lambang
Elektron	JJ Thomson 1897	0	-1	${}_{-1}e^0$
Proton	Goldstein 1886	1	+1	${}_{+1}p^1$
Neutron	J. Chadwick 1932	1	0	${}_{0n}^1$

A. Nomor Atom (Z) dan Nomor Massa (A)



A = Nomor Massa menyatakan jumlah p dan n

X = lambang unsur

Z = Nomor Atom menyatakan jumlah p atau e

B. Isotop, Isobar dan Isoton

Isotop ialah atom dari unsur yang sama tetapi berbeda massanya.

Contoh:

${}_6\text{C}^{12}$: 6 proton, 6 elektron, 6 neutron

${}_6\text{C}^{13}$: 6 proton, 6 elektron, 7 neutron

Perbedaan massa pada isotop disebabkan perbedaan jumlah neutron.

Isobar ialah atom dari unsur yang berbeda (mempunyai nomor atom berbeda), tetapi mempunyai nomor massa yang sama.

Contoh: ${}_{6}^{14}\text{C}$ dengan ${}_{7}^{14}\text{N}$; ${}_{11}^{24}\text{Na}$ dengan ${}_{12}^{24}\text{Mg}$

Isoton ialah atom dari unsur yang berbeda (mempunyai nomor atom berbeda), tetapi mempunyai jumlah neutron sama.

Contoh : ${}_{6}^{13}\text{C}$ dengan ${}_{7}^{14}\text{N}$; ${}_{15}^{31}\text{P}$ dengan ${}_{16}^{32}\text{S}$

C. Susunan Elektron Dalam Atom

Elektron yang selalu bergerak mengelilingi inti atom ternyata berada pada tingkat-tingkat energi tertentu yang disebut sebagai kulit-kulit atom.

Konfigurasi Elektron

Konfigurasi elektron ialah penyusunan atau pengaturan elektron berdasarkan tingkat energinya dalam suatu atom. Tingkat energi paling dekat dengan inti atau tingkat energi pertama ($n=1$) diberi lambang K atau disebut kulit K. Tingkat energi kedua diberi lambang L, ketiga M dan seterusnya.

Jumlah elektron maksimum yang dapat menempati setiap tingkat energi sesuai dengan $2n^2$ (akan diterangkan lebih rinci di kelas 3), sehingga jumlah elektron dalam tiap-tiap tingkat energi utama dapat anda lihat pada tabel di bawah ini.

Tabel Kulit Dan Jumlah Elektron Maksimum

Tingkat Energi elektron	Lambang Kulit	Jumlah elektron Maksimum
1	K	2 elektron
2	L	8 elektron
3	M	18 elektron
4	N	32 elektron
5	O	50 elektron
6	P	72 elektron
7	Q	98 elektron
dst	dst	dst

Perhatikan Contoh Berikut ini!

Atom	Jumlah elektron	Kulit K ($n = 1$)	Kulit L ($n = 2$)	Kulit M ($n = 3$)	Kulit N ($n = 4$)
${}_1\text{H}$	1	1			
${}_7\text{Li}$	3	2	1		
${}_6\text{C}$	6	2	4		
${}_{12}\text{Mg}$	12	2	8	2	
${}_{33}\text{As}$	33	2	8	18	5

Jumlah elektron maksimum perkulit = $2n^2$

Kulit K ($n = 1$), elektron maksimum = $2(1)^2 = 2$

Kulit L ($n = 2$), elektron maksimum = $2(2)^2 = 8$

Kulit M ($n = 3$), elektron maksimum = $2(3)^2 = 18$ dst.

ELEKTRON VALENSI

Elektron valensi adalah jumlah elektron yang terdapat pada kulit terluar atom suatu unsur. Elektron valensi digunakan untuk membentuk ikatan kimia. jadi elektron valensi merupakan penentu sifat kimia atom unsur.

Contoh:

${}_{3}\text{Li}$, elektron valensi = 1; ${}_{6}\text{C}$, elektron valensi = 4; ${}_{12}\text{Mg}$, elektron valensi = 2

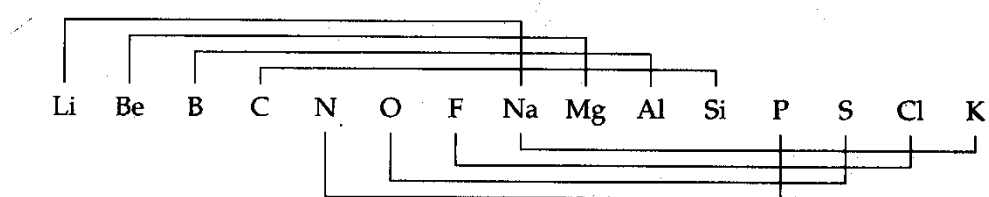
SISTEM PERIODIK UNSUR-UNSUR

A. Perkembangan Pengelompokan Unsur

1. Setelah ditemukan unsur-unsur di alam maka para ahli kimia berusaha mengklasifikasikan unsur-unsur berdasarkan persamaan sifat-sifat ke dalam kelompok-kelompok. Tujuan pengelompokan ini adalah untuk memudahkan menggambarkan senyawa jika unsur tersebut bergabung dengan unsur lain.

2. Hukum OKTAF dari Newlands

J. Newlands 1863 mengurutkan unsur-unsur berdasarkan massa atomnya, ternyata ditemukan suatu kesamaan antara unsur-unsur sebagai berikut:



3. Pada tahun 1869, Dimitri Mendeleev mengelompokkan unsur-unsur berdasarkan kenaikan massa atom relatifnya dan ternyata sifat unsur akan berulang secara periodik. Mendeleev menempatkan unsur-unsur yang sifatnya mirip dalam lajur vertikal yang disebut **golongan**, sedangkan deret horisontal disebut **periode**.

4. Pada tahun 1914, Henry Moseley menyempurnakan sistem periodik Mendeleev di mana unsur-unsur disusun menurut penambahan nomor atom dan berdasarkan konfigurasi elektron. Sistem periodik modern ini disebut juga periodik bentuk panjang yang tersusun atas:

- baris-baris horizontal disebut periode
- kolom-kolom vertikal disebut golongan

B. Hubungan Konfigurasi Elektron Dengan Sistem Periodik Unsur

Penetapan golongan dan periode dapat ditentukan dengan cara menggambarkan konfigurasi elektron. Elektron valensi merupakan nomor golongan, sedangkan jumlah kulit yang sudah terisi elektron menunjukkan letak periode. Penetapan golongan dan periode untuk kelas I hanya untuk golongan utama (golongan A), sehingga nomor golongan merupakan golongan A.

BAB II

IKATAN KIMIA

Ikatan Ion

Ikatan ion adalah ikatan yang terbentuk antara atom yang melepaskan elektron dan atom yang menerima elektron. Ion positif terbentuk dari atom yang melepaskan elektron, sedangkan ion negatif terbentuk dari atom yang menerima elektron. Ikatan tersebut terjadi karena perbedaan muatan antara ion positif dan ion negatif.

a. Pembentukan Ion Positif

Atom bermuatan positif karena melepaskan electron. Atom tersebut dinamakan ion positif. Kecenderungan melepas electron berkaitan dengan keelektronegatifan.

Unsure yang lebih mudah membentuk ion positif ialah unsur dengan kecenderungan lebih besar untuk melepaskan elektron, antara lain golongan IA (golongan alkali) dan golongan IIA (golongan alkali tanah). Atom H dapat melepaskan elektron menjadi ion H⁺ dan menerima elektron menjadi ion H⁻ (hidrida). Hal ini bergantung pada keelektronegatifan atom yang berikatan. Elektron untuk unsur golongan IA (alkali) dapat dilihat pada Tabel 1 dan IIA (alkali tanah) dapat dilihat pada Tabel 2.

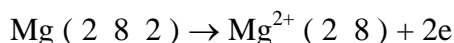
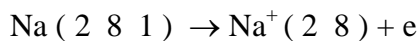
Tabel 1. Konfigurasi elektron untuk unsur golongan IA

Unsur	Konfigurasi Elektron	Elektron Valensi
₃ Li	2 1	1
₁₁ Na	2 8 1	1
₁₉ K	2 8 8 1	1
₃₇ Rb	2 8 18 8 1	1

Table 2. konfigurasi electron untuk unsure golongan IIA

Unsur	Konfigurasi Elektron	Elektron Valensi
${}^4\text{Be}$	2 2	2
${}^{12}\text{Mg}$	2 8 2	2
${}^{20}\text{Ca}$	2 8 8 2	2
${}^{38}\text{Sr}$	2 8 18 8 2	2

Jumlah electron valensi pada unsure golongan IA adalah 1 elektron sehingga cenderung melepaskan 1 elektron untuk membentuk konfigurasi electron seperti unsure gas mulia yang sesuai aturan octet. Pelepasan 1 elektron dari atom golongan IA membentuk ion positif bermuatan satu. Electron valensi golongan IIA berjumlah 2 elektron sehingga cenderung melepaskan 2 elektron untuk membentuk konfigurasi electron seperti unsure gas mulia yang sesuai dengan teori octet. Pelepasan 2 elektron dari atom golongan IIA membentuk ion positif bermuatan dua. Contohnya sebagai berikut :



Ion positif terjadi Karena melepaskan electron. Jumlah proton pada ion tidak berubah.

b. Pembentukan Ion Negatif

Atom bermuatan negative karena menerima electron. Atom tersebut dinamakan ion negative. Unsure yang mudah menerima electron ialah unsure dengan kecenderungan lebih besar untuk menerima electron, antara lain golongan VIIA (golongan halogen) dan golongan VIA (golongan oksigen) konfigurasi electron untuk unsure golongan VIIA dapat dilihat pada Tabel 3 dan golongan VIA dapat dilihat pada Tabel 4.

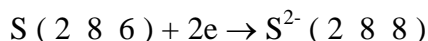
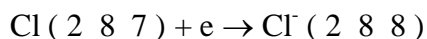
Tabel 3. Konfigurasi elektron untuk unsur golongan VIIA

Unsur	Konfigurasi Elektron	Elektron Valensi
${}^9\text{F}$	2 7	7
${}^{17}\text{Cl}$	2 8 7	7
${}^{35}\text{Br}$	2 8 8 7	7
${}^{53}\text{I}$	2 8 18 8 7	7

Table 4. konfigurasi electron untuk unsure golongan VIA

Unsur	Konfigurasi Elektron	Elektron Valensi
${}^8\text{O}$	2 6	6
${}^{16}\text{S}$	2 8 6	6
${}^{34}\text{Se}$	2 8 18 6	6
${}^{52}\text{Te}$	2 8 18 18 6	6

Jumlah electron valensi pada unsure golongan VIIA adalah 7 elektron sehingga cenderung menerima 1 elektron untuk membentuk konfigurasi electron seperti unsure gas mulia yang sesuai teori octet. Penerimaan 1 elektron oleh atom golongan VIIA membentuk ion negatif bermuatan satu. Jumlah electron terluar golongan VIA adalah 6 elektron sehingga cenderung menerima 2 elektron untuk membentuk konfigurasi electron seperti unsure gas mulia yang sesuai teori octet. Penerimaan 2 elektron oleh atom golongan VIA membentuk ion negative bermuatan 2. Contohnya sebagai berikut :



Ikatan Kovalen

Menurut G. N. Lewis, atom-atom dapat berikatan dengan menggunakan pasangan electron secara bersama-sama supaya mencapai kestabilan seperti unsure gas mulia. Ikatan semacam ini disebut ikatan kovalen. Ikatan kovalen adalah ikatan antar atom yang di bentuk dengan penggunaan bersama pasangan electron oleh atom-atom yang berikatan. Ikatan kovalen terjadi karena atom-atom akan berikatan memiliki keelektronegatifan sama atau hampir sama. Jadi, atom tidak melepaskan atau menerima electron, tetapi menggunakan pasangan electron secara bersama-sama. Contoh atom yang cenderung berikatan kovalen ialah C dan H yang memiliki beda keelektronegatifan 0,35 (skala Pauling). Ikatan kovalen terbentuk antara unsure-unsur bukan logam. Pembentukan ikatan kovalen harus sesuai dengan teori octet, yaitu memiliki konfigurasi electron seperti unsure gas mulia. Misalnya, senyawa HCl terbentuk dari atom H yang memiliki 1 elektron valensi dan atom Cl yang memiliki 7

elektron valensi. Satu electron dari atom H dan 1 elektron dari atom Cl digunakan bersama-sama dalam molekul HCl. Jadi, atom H memenuhi teori octet karena menggunakan 2 elektron dan atom Cl menggunakan 8 elektron. Contoh senyawa yang berikatan kovalen sebagai berikut :

HF, HCl, HBr, dan HI

H₂O, NH₃, CH₄, H₂S, dan PH₃

CCL₄, PCL₃, dan CHCl₃

H₂, O₂, N₂, Cl₂, dan Br₂.

BAB III

HUKUM-HUKUM KIMIA

1. **Hukum Kekekalan Massa = Hukum Lavoisier**

"Massa zat-zat sebelum dan sesudah reaksi adalah tetap".

Contoh:

hidrogen + oksigen \square hidrogen oksida
(4g) (32g) (36g)

2. **Hukum Perbandingan Tetap = Hukum Proust**

"Perbandingan massa unsur-unsur dalam tiap-tiap senyawa adalah tetap"

Contoh:

a. Pada senyawa NH_3 : massa N : massa H

$$= 1 \text{ Ar . N} : 3 \text{ Ar . H}$$

$$= 1 (14) : 3 (1) = 14 : 3$$

b. Pada senyawa SO_3 : massa S : massa O

$$= 1 \text{ Ar . S} : 3 \text{ Ar . O}$$

$$= 1 (32) : 3 (16) = 32 : 48 = 2 : 3$$

Keuntungan dari hukum Proust:

bila diketahui massa suatu senyawa atau massa salah satu unsur yang membentuk senyawa tersebut maka massa unsur lainnya dapat diketahui.

3. **Hukum Perbandingan Berganda = Hukum Dalton**

"Bila dua buah unsur dapat membentuk dua atau lebih senyawa untuk massa salah satu unsur yang sama banyaknya maka perbandingan massa unsur kedua akan berbanding sebagai bilangan bulat dan sederhana".

Contoh:

Bila unsur Nitrogen dan oksigen disenyawakan dapat terbentuk,

NO dimana massa N : O = 14 : 16 = 7 : 8

NO₂ dimana massa N : O = 14 : 32 = 7 : 16

Untuk massa Nitrogen yang sama banyaknya maka perbandingan massa Oksigen pada senyawa

NO : NO₂ = 8 : 16 = 1 : 2

4. **Hukum-Hukum Gas**

Untuk gas ideal berlaku persamaan : $PV = nRT$

dimana:

P = tekanan gas (atmosfir)

V = volume gas (liter)

n = mol gas

R = tetapan gas universal = 0.082 lt.atm/mol Kelvin

T = suhu mutlak (Kelvin)

Perubahan-perubahan dari P, V dan T dari keadaan 1 ke keadaan 2 dengan kondisi-kondisi tertentu dicerminkan dengan hukum-hukum berikut:

Hukum boyle

Hukum ini diturunkan dari persamaan keadaan gas ideal dengan

$n_1 = n_2$ dan $T_1 = T_2$; sehingga diperoleh : $P_1 V_1 = P_2 V_2$

Contoh:

Berapa tekanan dari 0.5 mol O₂ dengan volume 10 liter jika pada temperatur tersebut 0.5 mol

NH₃ mempunyai volume 5 liter dan tekanan 2 atmosfer ?

Jawab:

$P_1 V_1 = P_2 V_2$

$2.5 = P_2 \cdot 10 \Rightarrow P_2 = 1$ atmosfer

Hukum gay-lussac

"Volume gas-gas yang bereaksi dan volume gas-gas hasil reaksi bisa diukur *pada suhu dan tekanan yang sama, akan berbanding* sebagai bilangan bulat dan sederhana".

Jadi untuk: $P_1 = P_2$ dan $T_1 = T_2$ berlaku : $V_1 / V_2 = n_1 / n_2$

Contoh:

Hitunglah massa dari 10 liter gas nitrogen (N_2) jika pada kondisi tersebut 1 liter gas hidrogen (H_2) massanya 0.1 g.

Diketahui: Ar untuk H = 1 dan N = 14

Jawab:

$$V_1/V_2 = n_1/n_2 \quad 10/1 = (x/28) / (0.1/2) \quad x = 14 \text{ gram}$$

Jadi massa gas nitrogen = 14 gram.

Hukum boyle-gay lussac

Hukum ini merupakan perluasan hukum terdahulu dan diturunkan dengan keadaan harga $n = n_2$ sehingga diperoleh persamaan:

$$P_1 \cdot V_1 / T_1 = P_2 \cdot V_2 / T_2$$

Hukum avogadro

"Pada suhu dan tekanan yang sama, gas-gas yang volumenya sama mengandung jumlah mol yang sama. Dari pernyataan ini ditentukan bahwa pada keadaan STP ($0^\circ C$ 1 atm) 1 mol setiap gas volumenya 22.4 liter volume ini disebut sebagai *volume molar* gas.

Contoh:

Berapa volume 8.5 gram amoniak (NH_3) pada suhu $27^\circ C$ dan tekanan 1 atm ?

(Ar: H = 1 ; N = 14)

Jawab:

$$85 \text{ g amoniak} = 17 \text{ mol} = 0.5 \text{ mol}$$

$$\text{Volume amoniak (STP)} = 0.5 \times 22.4 = 11.2 \text{ liter}$$

Berdasarkan persamaan Boyle-Gay Lussac:

$$P_1 \cdot V_1 / T_1 = P_2 \cdot V_2 / T_2$$

$$1 \times 112.1 / 273 = 1 \times V_2 / (273 + 27) \quad V_2 = 12.31 \text{ liter}$$

Massa Atom Relatif (Ar)

merupakan perbandingan antara massa 1 atom dengan 1/12 massa 1 atom karbon 12

Massa Molekul Relatif (Mr)

merupakan perbandingan antara massa 1 molekul senyawa dengan 1/12 massa 1 atom karbon 12. Massa molekul relatif (Mr) suatu senyawa merupakan penjumlahan dari massa atom unsur-unsur penyusunnya.

Contoh:

Jika Ar untuk X = 10 dan Y = 50 berapakah Mr senyawa X₂Y₄ ?

Jawab:

$$Mr \text{ X}_2\text{Y}_4 = 2 \times Ar . X + 4 \times Ar . Y = (2 \times 10) + (4 \times 50) = 220$$

1 mol adalah satuan bilangan kimia yang jumlah atom-atomnya atau molekul-molekulnya sebesar bilangan Avogadro dan massanya = M_r senyawa itu.

Jika bilangan Avogadro = L maka :

$$L = 6.023 \times 10^{23}$$

1 mol atom = L buah atom, massanya = A_r atom tersebut.

1 mol molekul = L buah molekul massanya = M_r molekul tersebut.

Massa 1 mol zat disebut sebagai *massa molar* zat

Contoh:

Berapa molekul yang terdapat dalam 20 gram NaOH ?

Jawab:

$$M_r \text{ NaOH} = 23 + 16 + 1 = 40$$

$$\text{mol NaOH} = \text{massa} / M_r = 20 / 40 = 0.5 \text{ mol}$$

$$\text{Banyaknya molekul NaOH} = 0.5 L = 0.5 \times 6.023 \times 10^{23} = 3.01 \times 10^{23} \text{ molekul.}$$

PERSAMAAN REAKSI MEMPUNYAI SIFAT

1. Jenis unsur-unsur sebelum dan sesudah reaksi selalu sama
2. Jumlah masing-masing atom sebelum dan sesudah reaksi selalu sama

3. Perbandingan koefisien reaksi menyatakan perbandingan mol (khusus yang berwujud gas perbandingan koefisien juga menyatakan perbandingan volume asalkan suhu dan tekanannya sama)

Contoh: Tentukanlah koefisien reaksi dari



Cara yang termudah untuk menentukan koefisien reaksinya adalah dengan memisalkan koefisiennya masing-masing a, b, c, d dan e sehingga:



Berdasarkan reaksi di atas maka

atom N : $a = c$ (sebelum dan sesudah reaksi)

atom O : $3a = c + e$ \square $3a = a + e$ \square $e = 2a$

atom H : $a + 2b = 2e = 2(2a) = 4a$ \square $2b = 3a$ \square $b = 3/2 a$

atom S : $b = d = 3/2 a$

Maka agar terselesaikan kita ambil sembarang harga misalnya $a = 2$ berarti: $b = d = 3$, dan $e = 4$ sehingga persamaan reaksinya :



Hitungan kimia adalah cara-cara perhitungan yang berorientasi pada hukum-hukum dasar ilmu kimia.

Dalam hal ini akan diberikan bermacam-macam contoh soal hitungan kimia beserta pembahasannya.

Contoh-contoh soal :

1. Berapa persen kadar kalsium (Ca) dalam kalsium karbonat ? (Ar: C = 12 ; O = 16 ; Ca = 40)

Jawab :

1 mol CaCO_3 , mengandung 1 mol Ca + 1 mol C + 3 mol O

$$M_r \text{CaCO}_3 = 40 + 12 + 48 = 100$$

Jadi kadar kalsium dalam $\text{CaCO}_3 = 40/100 \times 100\% = 40\%$

Sebanyak 5.4 gram logam aluminium ($A_r = 27$) direaksikan dengan asam klorida encer berlebih sesuai reaksi :



2. Berapa gram aluminium klorida dan berapa liter gas hidrogen yang dihasilkan pada kondisi standar ?

Jawab:

Dari persamaan reaksi dapat dinyatakan



$$5.4 \text{ gram Al} = 5.4/27 = 0.2 \text{ mol}$$

Jadi:

$$\text{AlCl}_3 \text{ yang terbentuk} = 0.2 \times M_r \text{ AlCl}_3 = 0.2 \times 133.5 = 26.7 \text{ gram}$$

$$\text{Volume gas H}_2 \text{ yang dihasilkan (0}^\circ \text{C, 1 atm)} = 3/2 \times 0.2 \times 22.4 = 6.72 \text{ liter}$$

3. Suatu bijih besi mengandung 80% Fe_2O_3 (A_r : Fe=56; O=16). Oksida ini direduksi dengan gas CO sehingga dihasilkan besi.

Berapa ton bijih besi diperlukan untuk membuat 224 ton besi ?

Jawab:

1 mol Fe_2O_3 mengandung 2 mol Fe

$$\text{maka : massa Fe}_2\text{O}_3 = (M_r \text{ Fe}_2\text{O}_3 / 2 A_r \text{ Fe}) \times \text{massa Fe} = (160/112) \times 224 = 320 \text{ ton}$$

$$\text{Jadi bijih besi yang diperlukan} = (100 / 80) \times 320 \text{ ton} = 400 \text{ ton}$$

4. Untuk menentukan air kristal tembaga sulfat 24.95 gram garam tersebut dipanaskan sampai semua air kristalnya menguap. Setelah pemanasan massa garam tersebut menjadi 15.95 gram.

Berapa banyak air kristal yang terkandung dalam garam tersebut ?

Jawab :

misalkan rumus garamnya adalah $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$



$$24.95 \text{ gram CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O} = 159.5 + 18x \text{ mol}$$

$$15.95 \text{ gram CuSO}_4 = 159.5 \text{ mol} = 0.1 \text{ mol}$$

menurut persamaan reaksi di atas dapat dinyatakan bahwa:

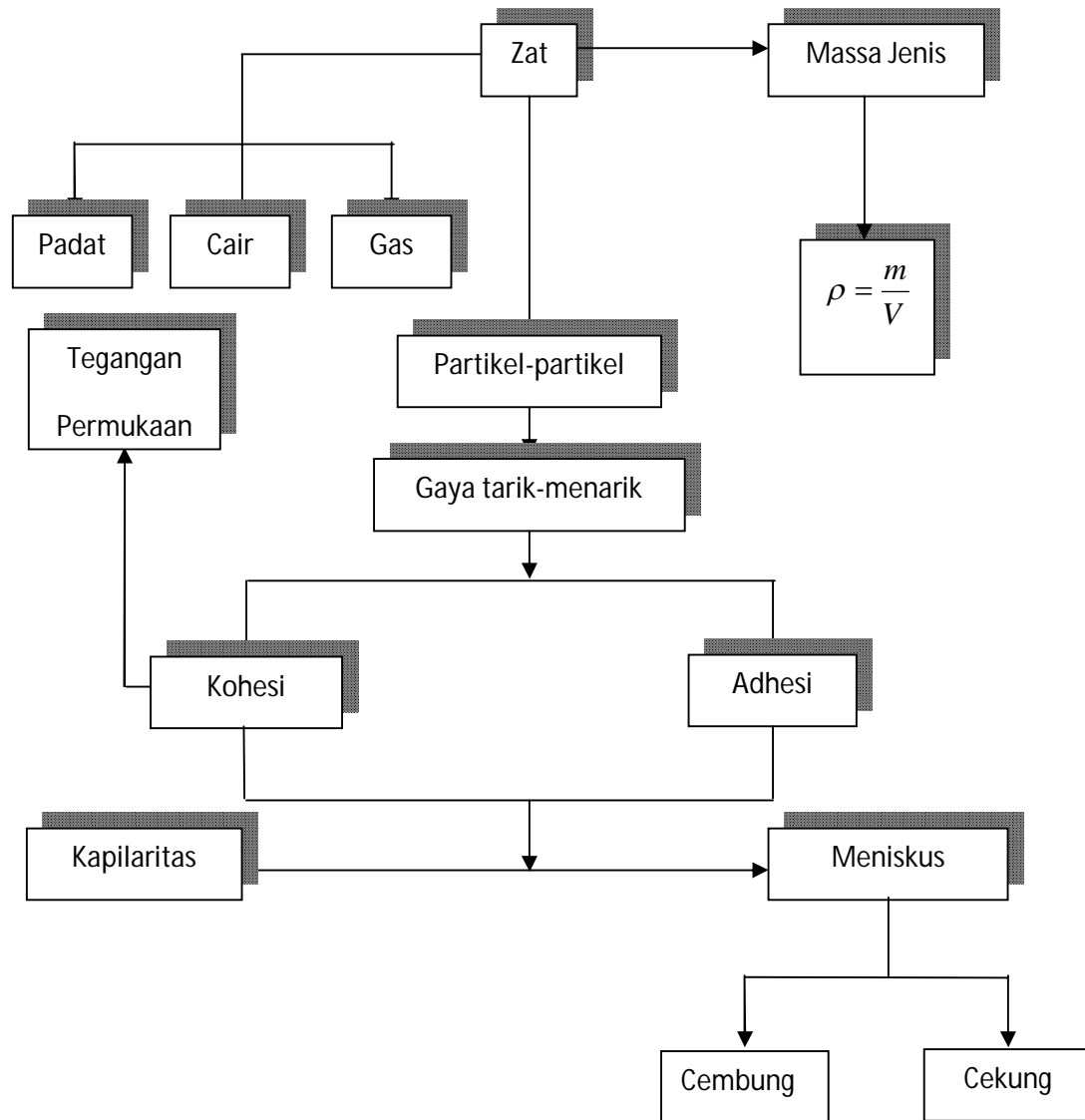
banyaknya mol $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O} = \text{mol CuSO}_4$; sehingga persamaannya

$$24.95 / (159.5 + 18x) = 0.1 \quad \text{®} \quad x = 5$$

Jadi rumus garamnya adalah $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

BAB IV

PADAT DAN CAIR SERTA PERUBAHANNYA



ZAT PADAT

Ada 2 jenis padatan:

1. *amorf*, mempunyai titik lebur yang tidak tegas. contoh: kaca

1. *kristal*, mempunyai titik lebur yang tegas dan susunannya teratur

Jika sinar X dijatuhkan pada padatan Kristal, maka akan didifraksi oleh partikel di dalam kisi.

Ada 4 struktur padatan:

1. Struktur logam raksasa
2. struktur ion raksasa
3. struktur molekul raksasa
4. struktur molekul sederhana

Kisi ruang dan satuan sel

Kisi ruang adalah barisan 3 dimensi teratur dari titik serupadalam suatu zat padat Kristal. Satuan sel adalah bagian terkecil dari suatu kisi Kristal yang dapat dipergunakan untuk mencirikan Kristal tersebut.

Geometri Kristal dapat dinyatakan dengan seperangkat tiga sumbu yang disebut sumbu kristalografi.

Berdasarkan panjang sumbu kristalografi dan sudut-sudut sumbu, ada 7 sistem:

Sitem	Sumbu	Sudut
Kubus	$a=b=c$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$
Tetragonal	$a=b\neq c$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$
Orotrombik	$a\neq b\neq c$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$
Monoklin	$a\neq b\neq c$	$\alpha=\beta=\gamma\neq 90^\circ$
Triklin	$a\neq b\neq c$	$\alpha\neq\beta\neq\gamma$
Rombohedral	$a=b=c$	$\alpha=\beta=\gamma\neq 90^\circ$
Heksagonal	$a=b\neq c$	$\alpha=\beta=\gamma=120^\circ$

Sistem kubus mempunyai 3 kisi titik atau satuan sel, yaitu:

1. kubus sederhana
2. kubus berpusat muka
3. kubus bermuka badan

Maka, Jumlah kisi ruang untuk seluruh sistem Kristal atau kisis bravais adalah 14,yaitu:

Sistem kristal	Kisi bravais
Kubus	Sederhana, fcc, bcc
Tetragonal	Sederhana, fcc, bcc
Ortorombik	Sederhana, fcc, bcc
Rombohedral (Trigonal)	Sederhana
Heksagonal	Sederhana
Monoklin	Sederhana, berpusat dasar
Triklin	seederhana

Bidang kisi ialah titik-titik kisi ruang yang tersusun dalam sederet bidang sejajar dan punya jarak sama. Untuk menyatakannya digunakan **Indeks Weiss** atau **Indeks Miller**.

Jumlah partikel per sel satuan dan volume sel satuan (kubus)

- a. Kubus sederhana

Jumlah atom dalam setiap sel satuan = $8 \times 1/8 = 1$ atom (ada 8 sudut dan setiap sudut ada 1/8 atom)

- b. Kubus berpusat muka

Jumlah atom dalam setiap sel satuan

8 (sudut) $\times 1/8 = 1$ atom

6 (muka) $\times 1/2 = 3$ atom, jadi ada 4 atom

- c. Kubus berpusat badan

Jumlah atom setiap sel satuan

8 (sudut) $\times 1/8 = 1$ atom

1 (badan) $\times 1 = 1$ atom, jadi ada 2 atom

- d. Volume sel satuan yang terisi (dalam persen)

Zat Cair

Pada keadaan gas, atom-atom atau molekul-molekul terletak saling berjauhan. Pada keadaan padat, atom-atom, ion-ion, atau molekul-molekul saling berdekatan dan saling bersinggungan satu sama lain. Pada cairan, walaupun atom atau molekul berdekatan tetapi tidak saling

bersinggungan, hal inilah yang menyebabkan cairan dapat mengalir. Kemampuan untuk mengalir atau fluiditas adalah suatu sifat yang membedakan cairan dengan padatan. Cairan mempunyai struktur yang berada diantara susunan yang sangat teratur seperti pada keadaan kristal dan susunan acak, seperti keadaan gas. Ditinjau dari segi molekul, keadaan cair suka dipahami. Cairan mempunyai volume yang tetap, dan hanya sedikit dipengaruhi tekanan. Dua buah zat cair dapat bercampur sempurna, bercampur sebagian atau tidak bercampur. Keadaan cair akan dibicarakan pada Kimia Fisika.

BAB V

DASAR-DASAR TERMODINAMIKA

Teori Kinetik Gas

Gas dianggap terdiri atas molekul-molekul gas yang disebut partikel. Teori ini tidak mengutamakan kelakuan sebuah partikel tetapi meninjau sifat zat secara keseluruhan sebagai hasil rata-rata kelakuan partikel tersebut. Untuk menyederhanakan permasalahan teori kinetik gas diambil pengertian tentang gas ideal, dalam hal ini gas dianggap sebagai gas ideal.

Sifat-sifat gas ideal adalah sebagai berikut.

1. Terdiri atas partikel yang banyak sekali dan bergerak sembarang.
2. Setiap partikel mempunyai masa yang sama.
3. Tidak ada gaya tarik menarik antara partikel satu dengan partikel lain.
4. Jarak antara partikel jauh lebih besar disbanding ukuran sebuah partikel.
5. Jika partikel menumbuk dinding atau partikel lain, tumbukan dianggap lenting sempurna.
6. Hukum Newton tentang gerak berlaku.
7. Gas selalu memenuhi hukum Boyle-Gay Lussac

Pada keadaan standart 1 mol gas menempati volume sebesar 22.400 cm^3 sedangkan jumlah atom dalam 1 mol sama dengan : $6,02 \times 10^{23}$ yang disebut bilangan avogadro (N_o) Jadi pada keadaan standart jumlah atom dalam tiap-tiap cm^3 adalah :

$$\frac{6,02 \times 10^{23}}{22.400} = 2,68 \times 10^{19} \text{ atom/cm}^3$$

Banyaknya mol untuk suatu gas tertentu adalah : hasil bagi antara jumlah atom dalam gas itu dengan bilangan Avogadro.

$$n = \frac{N}{N_A}$$

N = jumlah mol gas ; N = jumlah atom N_A = bilangan avogadro $6,02 \times 10^{23}$.

Seorang Inggris, Robert Boyle (1627-1691) mendapatkan bahwa jika tekanan gas diubah tanpa mengubah suhu volume yang ditempatinya juga berubah, sedemikian sehingga perkalian antara tekanan dan volume tetap konstan.

Hukum Boyle dirumuskan :

$p V = \text{konstan}$ (asal suhu tidak berubah)

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

Jika ada n mol gas, persamaan untuk gas ideal menjadi $p V = nRT$ dimana R adalah konstanta umum gas, berlaku sama untuk semua gas, nilainya $R = 8,3144 \text{ joule/mol.K} = 8,3144 \cdot 10^3 \text{ Joule/Mol.K}$ atau $R = 0,0821 \text{ atm liter/mol.K}$ (satuan sehari-hari).

Persamaan diatas menghubungkan tekanan, volume, dan suhu, yang menggambarkan keadaan gas, maka disebut persamaan keadaan gas atau hukum Boyle-Gay Lussac. Perubahan variable keadaan disebut proses. Proses isothermis adalah proses yang suhu (T) selalu tetap, maka $p V = \text{konstan}$. Proses isobarik adalah proses yang tekanannya selalu konstan, $V/T = \text{konstan}$. Proses isokhorik/isovolume proses yang volumenya selalu tetap $p/T = \text{konstan}$.

Jika N adalah jumlah molekulgas dan N_A adalah bilangan Avogadro = $6,022 \cdot 10^{23}$, maka jumlah mol gas :

$$n = \frac{N}{N_A}$$

sehingga $p V = \frac{N}{N_A} \cdot R \cdot T$

$$p V = \frac{N}{N_A} \cdot R \cdot T$$

$$p V = N \cdot \frac{R}{N_A} \cdot T$$

Karena $k = \frac{R}{N_A} = 1,3807 \cdot 10^{-23} \frac{\text{joule}}{K}$ disebut konstanta Boltzman (mengabadikan

Ludwig Boltzman (1844-1906) dari Austria) maka, persamaan gas Ideal menjadi : $p V = N \cdot k \cdot T$

Jumlah mol suatu gas adalah massa gas itu (m) dibagi dengan massa molekulnya. ($M = M_r$)

Jadi :

$$n = \frac{m}{M_r}$$

$$p \cdot V = m \frac{R}{M_r} T \quad \text{atau} \quad p = \frac{m}{V} \frac{R}{M_r} T$$

Dan karena massa jenis gas ($\rho = \frac{m}{V}$) maka kita dapatkan persamaan dalam bentuk sebagai

berikut :

$$p = \rho \frac{R}{M_r} T \quad \text{atau} \quad \frac{p}{\rho} = \frac{R \cdot T}{M_r} \quad \text{atau} \quad \rho = \frac{p \cdot M_r}{R \cdot T}$$

Jelas terlihat bahwa rapat gas atau massa jenis gas tergantung dari tekanan, suhu dan massa molekulnya.

Persamaan gas sempurna yang lebih umum, ialah dinyatakan dengan persamaan :

$$\frac{p \cdot V}{T} = n \cdot R$$

$$p V = n R T$$

Jadi gas dengan massa tertentu menjalani proses yang bagaimanapun perbandingan antara hasil kali tekanan dan volume dengan suhu mutlaknya adalah konstan. Jika proses berlangsung dari keadaan I ke keadaan II maka dapat dinyatakan bahwa :

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

Persamaan ini sering disebut dengan Hukum Boyle-Gay Lussac.

BAB VI

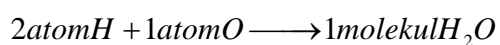
STOIKIOMETRI

Salah satu aspek penting dari reaksi kimia adalah hubungan kuantitatif antara zat-zat yang terlibat dalam reaksi kimia, baik sebagai pereaksi maupun sebagai hasil reaksi. Stoikiometri (*stoi-kee-ah-met-tree*) merupakan bidang dalam ilmu kimia yang menyangkut hubungan kuantitatif antara zat-zat yang terlibat dalam reaksi kimia, baik sebagai pereaksi maupun sebagai hasil reaksi. Stoikiometri juga menyangkut perbandingan atom antar unsur-unsur dalam suatu rumus kimia, misalnya perbandingan atom H dan atom O dalam molekul H₂O. Kata stoikiometri berasal dari bahasa Yunani yaitu *stoicheon* yang artinya unsur dan *metron* yang berarti mengukur. Seorang ahli Kimia Perancis, *Jeremias Benjamin Richter* (1762-1807) adalah orang yang pertama kali meletakkan prinsip-prinsip dasar stoikiometri. Menurutnya stoikiometri adalah ilmu tentang pengukuran perbandingan kuantitatif atau pengukuran perbandingan antar unsur kimia yang satu dengan yang lain. Mengapa kita harus mempelajari stoikiometri? Salah satu alasannya, karena mempelajari ilmu kimia tidak dapat dipisahkan dari melakukan percobaan di laboratorium. Adakalanya di laboratorium kita harus mereaksikan sejumlah gram zat A untuk menghasilkan sejumlah gram zat B. Pertanyaan yang sering muncul adalah jika kita memiliki sejumlah gram zat A, berapa gramkah zat B yang akan dihasilkan? Untuk menjawab pertanyaan itu kita memerlukan stoikiometri.

Stoikiometri erat kaitannya dengan perhitungan kimia. Untuk menyelesaikan soal-soal perhitungan kimia digunakan asas-asas stoikiometri yaitu antara lain persamaan kimia dan konsep mol. Pada pembelajaran ini kita akan mempelajari terlebih dahulu mengenai asas-asas stoikiometri, kemudian setelah itu kita akan mempelajari aplikasi stoikiometri pada perhitungan kimia beserta contoh soal dan cara menyelesaikannya.

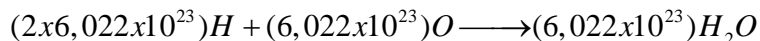
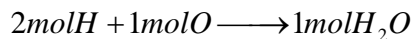
Konsep Mol

Bilangan Avogadro



1 lusin = 12 buah

1 mol = $6,022 \times 10^{23}$ partikel



Pengukuran Mol Atom-Atom

Dalam suatu reaksi kimia, atom-atom atau molekul akan bergabung dalam perbandingan angka yang bulat. Telah dijelaskan bahwa satu mol terdiri dari $6,022 \times 10^{23}$ partikel. Angka ini tidaklah dipilih secara sembarangan, melainkan merupakan jumlah atom dalam suatu sampel dari tiap elemen yang mempunyai massa dalam gram yang jumlah angkanya sama dengan massa atom elemen tersebut⁽¹⁾, misalnya massa atom dari karbon adalah 12,011, maka 1 mol atom karbon mempunyai massa 12,011 g.

Demikian juga massa atom dari oksigen adalah 15,9994, jadi 1 mol atom oksigen mempunyai massa 15,9994 g (Lihat Gambar 2.2)

$$1 \text{ mol C} = 12,011 \text{ g C}$$

$$1 \text{ mol O} = 15,9994 \text{ g O}$$

Maka keseimbanganlah yang menjadi alat kita untuk mengukur mol. Untuk mendapat satu mol dari tiap elemen, yang kita perlukan adalah melihat massa atom dari elemen tersebut. Angka yang didapat adalah jumlah dari gram elemen tersebut yang harus kita ambil untuk mendapatkan 1 mol elemen tersebut.

Pengubahan antara gram dan mol adalah penghitungan rutin yang harus dipelajari secara cepat. Beberapa contoh perhitungan ini bersama dengan pemakaian mil dalam perhitungan kimia akan ditunjukkan dalam soal-soal berikut.

Contoh Soal Berapa mol Silikon (Si) yang terdapat dalam 30,5 gram Si? Silikon adalah suatu elemen yang dipakai untuk pembuatan transistor.

Solusi

Persoalan kita adalah mengubah satuan gram dari Si ke mol Si, yaitu $30,5 \text{ g Si} = ? \text{ Mol Si}$.

Diketahui dari daftar massa atom bahwa

$$1 \text{ mol Si} = 28,1 \text{ g Si}$$

Untuk mengubah g Si ke mol, kita harus mengkalikan 30,5 g Si dengan satuan faktor yang mengandung satuan “g Si” pada penyebutnya, yaitu:

$$\frac{1 \text{ mol Si}}{28,1 \text{ g Si}}$$

Maka,

$$30,5 \text{ g Si} \times \left(\frac{1 \text{ mol Si}}{28,1 \text{ g Si}} \right) = 1,09 \text{ mol Si}$$

Sehingga 30,5 gr Si = 1,09 mol Si

Pengukuran Mol dari Senyawa

Seperti pada elemen, secara tak langsung persamaan diatas juga dapat dipakai untuk menghitung mol dari senyawa. Jalan yang termudah adalah dengan menambahkan semua massa atom yang ada dalam elemen. Bila zat terdiri dari molekul-molekul (misalnya CO₂, H₂O atau NH₃), maka jumlah dari massa atom disebut **massa molekul** atau **Berat molekul**. Kedua istilah ini dipakai berganti-ganti). Sehingga massa molekul dari CO₂ adalah:

$$\begin{array}{ll} \text{C} & 1 \times 12,0 \text{ u} = 12,0 \text{ u} \\ 2\text{O} & 2 \times 16,0 \text{ u} = \underline{32,0 \text{ u}} \\ \text{CO}_2 & \text{total} = 44,0 \text{ u} \end{array}$$

Demikian juga massa molekul dari H₂O = 18,0 u dan dari NH₃ = 17,0 u. Berat dari 1 mole zat didapat hanya dengan menuliskan massa molekulnya dengan satuan gram. Jadi,

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol CO}_2 = 44,0 \text{ g} \\ 1 \text{ mol H}_2\text{O} = 18,0 \text{ g} \\ 1 \text{ mol NH}_3 = 17,0 \text{ g} \end{array}$$

Gambar 2.3 menunjukkan 1 mol sampel dari berbagai macam senyawa.

Dalam Bab-bab yang akan datang, akan ditemukan banyak senyawa yang tak mengandung molekul yang jelas. Kita akan menemukan bahwa bila suatu atom bereaksi, acap kali ia akan mendapat atau kehilangan partikel yang bermuatan negatif yang disebut **elektron**. Natrium dan klor akan bereaksi secara ini. Bila natrium klorida, NaCl, terbentuk dari elemennya, tiap atom Na akan kehilangan satu elektron, sedangkan tiap atom klor akan mendapat elektron. Pada

mulanya unsur Na dan Cl bermuatan atom listrik netral, tetapi pada saat pembentukan NaCl, atom-atom ini akan mendapat muatan. Ini akan ditulis sebagai Na^+ (positif karena Na kehilangan satu muatan elektron negatif) dan Cl^- (negatif karena Cl mendapat satu elektron). Atom atau kumpulan atom yang mendapat muatan listrik disebut **ion**. Kerana NaCl padat terdiri dari Na^+ dan Cl^- , dikatakan adalah **senyawa ion**.

Seluruh topik ini akan dibicarakan lebih lanjut dalam Bab-bab berikutnya. Untuk sekarang hanya perlu diketahui bahwa senyawa ion tak mengandung molekul. Rumusnya hanya menyatakan perbandingan dari berbagai atom dalam senyawa. Dalam NaCl, perbandingan atomnya adalah 1:1. Pada senyawa CaCl_2 , perbandingan dari atom Ca dan Cl adalah 1:2 (tenang saja, saat ini anda tidak diminta untuk mengetahui bahwa CaCl_2 itu adalah senyawa ion). Dari pada menggunakan istilah molekul NaCl atau CaCl_2 , lebih baik digunakan istilah **satuan rumus** untuk membedakan dua ion pada NaCl (Na^+ dan Cl^-) atau tiga ion pada CaCl_2 .

Untuk senyawa ion, jumlah massa atom dari elemen-elemen yang ada dalam rumus dikenal sebagai **massa rumus** atau **Berat Rumus**. untuk NaCl ini $22,99 + 35,44 = 58,44$. satu mol NaCl ($6,022 \times 10^{23}$ satuan rumus dari NaCl) mengandung 58,44 g NaCl. tentu saja penggunaan istilah massa rumus tak hanya untuk senyawa ion. Dapat juga digunakan untuk senyawa molekuler, dalam hal ini istilah massaformula dan massa molekul mempunyai arti yang sama.

Contoh Soal natrium karbonat, Na_2CO_3 adalah suatu zat kimia yang penting dalam industri pembuatan gelas.

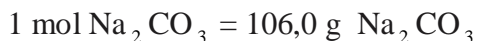
- (a). Berapa gram berat 0,250 mol Na_2CO_3
- (b). Berapa mol Na_2CO_3 terdapat dalam 132 g Na_2CO_3

Solusi

Untuk menjawab pertanyaan ini, kita memerlukan massa formula dari Na_2CO_3 . kita kita menghitungnya dari massa atom elemen-elemennya.

2 Na	$2 \times 23.0 = 46.0 \text{ u}$
1 C	$1 \times 12.0 = 12.0 \text{ u}$
3 O	<u>$3 \times 16.0 = 48.0 \text{ u}$</u>
Total	106.0 u

Massa rumus adalah 106,0 u; maka:



Ini dapat digunakan untuk membuat faktor konversi hubungan gram dan mol dari Na_2CO_3 yang kita perlukan untuk menjawab pertanyaan diatas.

- (a) Untuk mengubah 0,250 mol Na_2CO_3 ke gram, kita buat satuan yang dapat dihilangkan.

$$0,250 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3 \times \left(\frac{106,0 \text{ g Na}_2\text{CO}_3}{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3} \right) = 26,5 \text{ g Na}_2\text{CO}_3$$

- (b) Sekali lagi, kita buat satuan dihilangkan.

$$132 \text{ g Na}_2\text{CO}_3 \times \left(\frac{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3}{106,0 \text{ g Na}_2\text{CO}_3} \right) = 1,25 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3$$

Komposisi Persen

Suatu cara pengiraan yang sederhana, tetapi sangat berguna dan sering dipakai adalah perhitungan komposisi persen dari suatu senyawa yaitu persentase dari massa total (disebut juga persen berat) yang diberikan oleh tiap elemen. Cara penentuan komposisi persen ini dijelaskan pada contoh berikut

Contoh soal

Berapa komposisi persen dari kloroform CHCl_3 , suatu zat yang pernah dipakai sebagai zat anestesi.

Solusi

$$\%C = \frac{1ArC}{MrCHCl_3} \times 100\% = \frac{12,01}{119,37} \times 100\% = 10,06\%$$

$$\%H = \frac{1ArH}{MrCHCl_3} \times 100\% = \frac{1,008}{119,37} \times 100\% = 0,844\%$$

$$\%Cl = \frac{3ArCl}{MrCHCl_3} \times 100\% = \frac{106,35}{119,37} \times 100\% = 89,09\%$$

Rumus Empiris dan Molekul

Angka-angka dalam rumus empiris menyatakan perbandingan atom dalam suatu senyawa, misalnya CH_2 perbandingan atom C : H adalah 1:2 dan seperti telah dipelajari perbandingan

atom sama dengan mol. Untuk menghitung rumus empiris, kita harus mengetahui massa dari setiap unsur dalam senyawa yang diberikan.

Contoh soal

Suatu sampel dari gas yang berwarna coklat yang merupakan polutan utama udara ternyata mengandung 2,34 g N dan 5,34 g O. Bagaimana rumus paling sederhana dari senyawa ini?

Solusi

$$N_{\frac{2,34}{14,09}} O_{\frac{5,34}{16}} = N_{0,167} O_{0,334} = NO_2$$

STOIKIOMETRI REAKSI KIMIA

Reaksi Kimia dan Persamaan Reaksi

Langkah-langkah menyetarakan persamaan reaksi kimia:

Langkah 1:

Tulis persamaan reaksi tak seimbang, perhatikan rumus molekulnya yang benar.

Langkah 2:

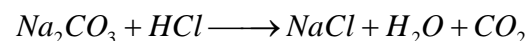
Persamaan reaksi dibuat seimbang dengan cara menyesuaikan koefisien yang dijumpai pada rumus bangun pereaksi dan hasil reaksi, sehingga diperoleh jumlah setiap macam atom sama pada kedua sisi anak panah.

Contoh soal:

Larutan asam klorida (HCl) ditambahkan ke dalam larutan Na₂CO₃ hasil reaksinya adalah natrium klorida (NaCl), gas karbon dioksida

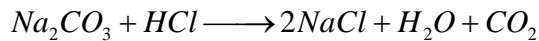
Langkah 1

Tuliskan persamaan reaksi yang belum setara dengan cara menuliskan rumus molekul pereaksi dan hasil reaksi yang benar.

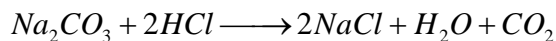


Langkah 2

Tempatkan koefisien di depan rumus molekul agar reaksinya seimbang. Kita mulai dengan Na_2CO_3 . Dalam rumus molekul hanya ada dua atom Na, untuk membuat seimbang kita tempatkan koefisien 2 di depan NaCl. Dengan demikian diperoleh:



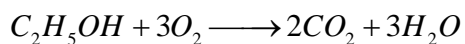
Meskipun jumlah Na sudah seimbang, tetapi Cl belum seimbang, hal ini dapat diperbaiki dengan cara menempatkan koefisien 2 di depan HCl. Ternyata penempatan angka ini menyebabkan hidrogen juga menjadi seimbang.



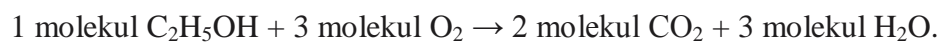
Perhatikan bahwa tindakan ini juga menyeimbangkan hidrogen dan perhitungan dengan cepat tiap unsur menunjukkan bahwa persamaan tersebut sekarang telah seimbang.

Perhitungan Berdasarkan Persamaan Reaksi

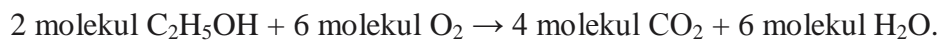
Persamaan reaksi dapat diartikan bermacam-macam. Sebagai contoh kita ambil pembakaran etanol, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.



Pada tingkat molekul yang submikroskopik, kita dapat memandang sebagai reaksi antara molekul-molekul individu.

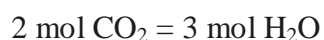
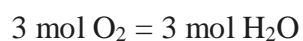
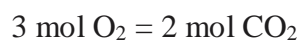
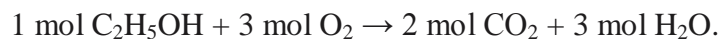


Kita bisa menuliskan persamaan reaksi di atas sbb:



Asalkan perbandingan koefisiennya tetap yaitu 1:3:2:3.

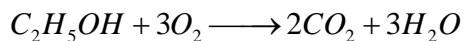
Seperti yang sudah pernah dibahas sebelumnya bahwa 1 mol terdiri atas $6,022 \times 10^{23}$ molekul. Sehingga kita dapat juga menuliskan persamaan reaksi tersebut dalam satuan mol sbb:



Contoh soal:

Berapa jumlah molekul oksigen yang dibutuhkan untuk pembakaran 1,80 mol C₂H₅OH.

Persamaan reaksi yang terjadi adalah sbb:



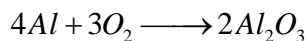
Solusi

Koefisien dari persamaan reaksi ini memperlihatkan hubungan:

$$\text{Mol } O_2 = 3 \times \text{mol } C_2H_5OH = 3 \times 1,80 = 5,40 \text{ mol.}$$

Contoh soal

Reaksi aluminium dengan oksigen sbb:



Berapa jumlah gram O₂ yang dibutuhkan untuk dapat bereaksi dengan 0,300 mol Al?

Solusi

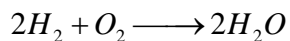
$$\text{Mol } O_2 = 3/4 \text{ mol Al}$$

$$\text{Mol } O_2 = 3/2 \times 0,3 \text{ mol} = 0,45$$

$$\text{Massa } O_2 = \text{mol } O_2 \times \text{Mr } O_2 = 0,45 \times 32 = 14,4 \text{ gram.}$$

Perhitungan Pereaksi Pembatas

Jika kita mereaksikan senyawa kimia, biasanya kita tidak memperhatikan berapa jumlah reagen yang tepat supaya tidak terjadi kelebihan reagen-reagen tersebut. Seringkali terjadi satu atau lebih reagen berlebih dan bila hal ini terjadi maka suatu reagen sudah habis digunakan sebelum yang lainnya habis. Sebagai contoh, 5 mol H₂ dan 1 mol O₂ dicampur dan terjadi reaksi dengan persamaan reaksinya.

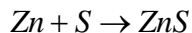


Koefisien reaksi itu menyatakan bahwa dalam persamaan tersebut 1 mol O₂ akan mampu bereaksi seluruhnya karena kita mempunyai lebih dari 2 mol H₂ yang diperlukan. Dengan kata lain, terdapat lebih dari cukup H₂ untuk bereaksi sempurna dengan semua O₂. Pada akhir reaksi kita akan memperoleh sisa H₂ yang tidak bereaksi sebesar 3 mol.

Dalam contoh ini O₂ diacu sebagai **pereaksi pembatas** karena bila habis tidak ada reaksi lebih lanjut yang dapat terjadi dan tidak ada lagi produk (H₂O) yang dapat terbentuk.

Contoh soal

Seng dan belerang direaksikan membentuk seng sulfida, suatu zat yang digunakan untuk melapisi permukaan bagian dalam tube monitor TV. Persamaan reaksinya adalah:



Dalam percobaan 12 g Zn dicampur dengan 6,5 g S dan dibiarkan bereaksi:

- reaktan mana yang menjadi pereaksi pembatas?
- Berapa gram ZnS yang terbentuk, berdasarkan pereaksi pembatas yang ada dalam campuran.
- Berapa gram sisa pereaksi yang lain, yang akan tetap tidak bereaksi dalam eksperimen ini?

Solusi

a. $\text{mol Zn} = \frac{12}{65,4} = 0,183 \text{ mol}$

$$\text{mol S} = \frac{6,5}{32,1} = 0,202 \text{ mol}$$

untuk menentukan mana yang menjadi pereaksi pembatas, kita bagi reaktan dengan koefisiennya masing-masing. Harga yang paling kecil akan menjadi pereaksi pembatas.

$$\text{Mol Zn/koefisien} = 0,183/1 = 0,183$$

$$\text{Mol S/koefisien} = 0,202/1 = 0,202$$

Dapat kita simpulkan bahwa Zn yang menjadi pereaksi pembatas.

b. $\text{mol Zn S} = \text{mol Zn} = 0,183 \text{ mol}$.

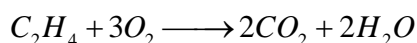
$$\text{massa ZnS} = 0,183 \times 97,5 \text{ g} = 17,8 \text{ g}$$

c. $\text{mol sisa S} = 0,202 - 0,183 = 0,019 \text{ mol}$

$$\text{massa S} = 0,019 \times 32,1 = 0,61 \text{ g}$$

Contoh soal

Etilena, C_2H_4 , terbakar di udara membentuk CO_2 dan H_2O menurut persamaan reaksi:



Berapa gram CO_2 yang terbentuk jika campuran ini mengandung 1,93 g C_2H_4 dan 5,92 g O_2 yang terbakar.

Solusi

$$\text{Mol } C_2H_4 = 1,93/28 = 0,0689 \text{ mol}$$

$$\text{Mol } O_2 = 5,92/32 = 0,185 \text{ mol}$$

Mol C₂H₄/ koefisien = 0,0689/1 = 0,0689

Mol O₂/koefisien = 0,185/3 = 0,0617 mol

Mol O₂/koefisien < Mol C₂H₄/ koefisien

Pereaksi pembatas adalah O₂. Mol CO₂ = 2/3 x mol O₂ = 2/3 x 0,185 mol = 0,1233 mol

Massa CO₂ = 0,1233 x 44 = 5,43 g.

Reaksi dalam Larutan

Konsentrasi Molar

Sering dibutuhkan penentuan konsentrasi suatu larutan secara kuantitatif. Ada beberapa cara yang untuk memperoleh konsentrasi larutan secara kuantitatif. Suatu istilah yang sangat berguna dan berkaitan dengan stoikiometri suatu reaksi dalam larutan disebut konsentrasi molar atau molaritas dengan simbol M. Dinyatakan sebagai jumlah mol suatu zat terlarut (solut) dalam larutan dibagi dengan volume larutan yang ditentukan dalam liter.

$$\text{Molaritas (M)} = \frac{\text{mol zat terlarut}}{\text{Volume (liter)}}$$

Larutan yang mengandung 1 mol NaCl dalam 1 L larutan mempunyai molaritas 1 mol NaCl/(L larutan) atau 1 M dan disebut 1 molar larutan.

Contoh soal

2,00 g natrium hidroksida, NaOH, dilarutkan dalam air dan membentuk larutan dengan volume 200 ml. Berapa molaritas NaOH dalam larutan?

Solusi

$$\text{Mol NaOH} = 2/40 = 0,05 \text{ mol}$$

$$V = 200 \text{ ml} = 0,2 \text{ l}$$

$$M = 0,05/0,2 = 0,250 \text{ M NaOH}$$

Pengenceran

Dalam pekerjaan sehari-hari di laboratorium, biasanya kita menggunakan larutan yang lebih rendah konsentrasinya dengan cara menambahkan pelarutnya, misalnya banyak laboratorium kimia membeli larutan senyawa kimia dalam konsentrasi yang pekat. Biasanya senyawa kimia

yang dibeli ini demikian pekatnya, sehingga larutan ini harus diencerkan. Proses pengenceran adalah mencampur larutan pekat (konsentrasi tinggi) dengan cara menambahkan pelarut agar diperoleh volume akhir yang lebih besar. Proses pengenceran dapat dirumuskan secara singkat sbb:

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

Contoh soal

Berapa mililiter H₂SO₄ pekat (18,0 M) yang dibutuhkan untuk membuat 750 ml larutan H₂SO₄ 3,00 M.

Solusi

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$18V_1 = 3(750)$$

$$V_1 = \frac{3(750)}{18} = 125ml$$

Contoh soal

Berapa banyak air yang harus ditambahkan ke dalam 25 ml KOH 0,500 M agar diperoleh konsentrasi 0,350 M?

Solusi

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$(0,5)25 = (0,35)V_2$$

$$V_2 = \frac{0,5(25)}{0,35} = 35,7ml$$

Volume air harus ditambahkan = 35,7 – 25 = 10,7 ml

Stoikiometri Reaksi dalam Larutan

Hubungan kuantitatif suatu reaksi dalam larutan tepat sama dengan reaksi ini bila terjadi dimana saja. Koefisien dalam persamaan reaksi merupakan perbandingan mol yang dibutuhkan untuk menyelesaikan soal stoikiometrinya.

Contoh Soal:

Alumunium hidroksida, $Al(OH)_3$, salah satu komponen antasida, dapat dibuat dari reaksi alumunium sulfat, $Al_2(SO_4)_3$ dengan natrium hidroksida, $NaOH$. Persamaan reaksinya adalah:



Berapa mililiter larutan $NaOH$ 0,200 M dibutuhkan untuk direaksikan dengan 3,50 g $Al_2(SO_4)_3$?

Solusi

$$Mr Al_2(SO_4)_3 = 342,2 \text{ g/mol}$$

$$\text{Mol } Al_2(SO_4)_3 = 3,5 / 342,2 = 1,02 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$\text{Mol } NaOH = 6/1 \times \text{mol } Al_2(SO_4)_3 = 6 \times 1,02 \times 10^{-2} \text{ mol} = 6,12 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$V NaOH = \text{mol/Molaritas} = 6,12 \times 10^{-2} \text{ mol} / 0,200 \text{ M} = 0,306 \text{ l} = 306 \text{ ml}$$

Stoikiometri Reaksi Fasa Gas

Menurut Avogadro, pada suhu dan tekanan yang sama gas-gas bervolume sama mengandung jumlah molekul yang sama pula. Hal itu juga berarti bahwa pada suhu dan tekanan yang sama gas-gas dengan jumlah molekul yang sama akan mempunyai volume yang sama. Pada kondisi tekanan 1 atm dan temperatur 0° C atau disebut juga dengan keadaan standar (*Standard Temperature and Pressure*) volum 1 mol gas adalah 22,4 liter.

BAB VII

KINETIKA DAN KESEIMBANGAN KIMIA

Kinetika kimia adalah studi tentang kecepatan (*speed*) atau laju (*rate*) reaksi kimia. Salah satu tujuan utama mempelajari kinetika kimia adalah untuk mempelajari faktor-faktor yang mempengaruhi reaksi kimia.

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kecepatan reaksi kimia dibagi atas empat kelompok :

- a) Sifat kimia molekul pereaksi dan hasil reaksi (produk). Bila semua faktor lain sama maka susunan kimia molekul atau ion akan mempengaruhi kecepatan reaksi kimia.
- b) Konsentrasi zat-zat yang bereaksi. Bila dua buah molekul beraksi satu dengan yang lain, maka kedua molekul tersebut harus bertemu atau bertumbukan. Kebolehjadian antar molekul untuk bertumbukan di dalam sistem homogen (satu jenis fasa, biasanya gas atau larutan) makin besar jika konsentrasi makin besar. Di dalam sistem reaksi heterogen, dimana pereaksi berada pada fasa terpisah, kecepatan reaksi tergantung pada **luas kontak antar fasa**. Karena **luas permukaan makin besar bila ukuran partikel makin kecil**, maka penurunan ukuran partikel akan menaikkan kecepatan reaksi.
- c) Pengaruh temperatur. Hampir semua jenis reaksi kimia berlangsung lebih cepat bila temperaturnya dinaikkan.
- d) Pengaruh zat lain yang disebut **katalis**. Kecepatan beberapa reaksi kimia, termasuk hampir semua **reaksi biokimia**, dipengaruhi oleh zat yang disebut katalis. Secara keseluruhan selama reaksi, **katalis tidak mengalami perubahan atau pengurangan**.

Mempelajari bagaimana faktor-faktor ini mempengaruhi kecepatan reaksi juga tergantung pada tujuan yang ingin dicapai. Contohnya :

- a) Kondisi reaksi dapat diatur sedemikian untuk memperoleh produk yang secepat mungkin. Hal ini sangat penting dalam industri.
- b) Kondisi reaksi dapat diatur agar berlangsung selambat mungkin. Hal ini sangat membantu **pengendalian pertumbuhan jamur** dan **mikroorganisme** lainnya dalam merusak bahan makanan.

Bagi ahli kimia salah satu manfaat paling penting yang dapat diperoleh dalam mempelajari kecepatan reaksi kimia adalah pengetahuan tentang bagaimana proses lengkap perubahan kimia itu dapat terjadi. Ternyata, **umumnya reaksi kimia tidak berlangsung hanya satu tahap** tetapi merupakan kumpulan dari serangkaian tahap-tahap reaksi sederhana. Rangkaian reaksi ini disebut **mekanisme reaksi**. Jadi, mempelajari kecepatan reaksi dapat memberi petunjuk tentang mekanisme reaksi yang terjadi. Dengan demikian kita memperoleh wawasan alasan-alasan sangat mendasar (fundamental) kenapa zat-zat kimia bereaksi.

Kesetimbangan kimia adalah reaksi kimia yang berlangsung 2 arah, yaitu hasil reaksi dapat berubah kembali menjadi pereaksinya hingga konsentrasi reaktan dan produk konstan. Reaksi kimia mencapai kesetimbangan jika laju reaksi ke kanan sama dengan laju reaksi ke kiri sehingga tidak terjadi lagi perubahan dalam system kesetimbangan. Persamaan reaksi kesetimbangan kimia dapat dituliskan dengan mencantumkan panah bolak balik. Panah tersebut menyatakan bahwa reaksi berlangsung dua arah.

Berdasarkan fase zat-zat yang terlibat dalam reaksi, kesetimbangan kimia dapat dikelompokkan menjadi kesetimbangan homogen dan kesetimbangan heterogen. Kesetimbangan homogen adalah reaksi kesetimbangan yang zat-zat yang terlibat dalam reaksi memiliki fase yang sama. kesetimbangan heterogen adalah reaksi kesetimbangan yang zat-zat terlibat dalam reaksi memiliki fase yang berbeda. Konsentrasi larutan adalah salah satu faktor yang mempengaruhi kesetimbangan kimia

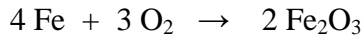
A. KONSEP REAKSI OKSIDASI REDUKSI

Pengertian oksidasi dan reduksi dapat ditinjau berdasarkan 3 landasan teori, yaitu :

1. Reaksi Pengikatan dan pelepasan unsur oksigen

Reaksi oksidasi (pengoksigenan) adalah peristiwa penggabungan suatu zat dengan oksigen.

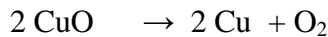
Contoh:



Reaksi oksidasi logam dikenal juga dengan nama perkaratan. Reaksi pembakaran juga termasuk reaksi oksidasi, misalnya pembakaran minyak bumi, kertas, kayu bakar, dll.

Reaksi reduksi adalah peristiwa pengeluaran oksigen dari suatu zat.

Contoh:



2. Reaksi pelepasan dan pengikatan elektron

Reaksi oksidasi dan reduksi juga dapat dibedakan dari pelepasan dan penangkapan elektron.

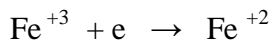
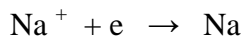
Oksidasi adalah peristiwa pelepasan elektron

Contoh:



Reduksi adalah peristiwa penangkapan elektron

Contoh:



Dari konsep kedua ini dapat disimpulkan bahwa reaksi oksidasi dan reduksi tidak hanya hanya melibatkan reaksi suatu zat dengan oksigen.

3. Reaksi penambahan dan pengurangan bilangan oksidasi

Oksidasi adalah peristiwa naiknya / bertambahnya bilangan oksidasi suatu unsur, sedangkan reduksi adalah peristiwa turunnya / berkurangnya bilangan oksidasi.

B. BILANGAN OKSIDASI

Bilangan oksidasi (biloks) disebut juga tingkat oksidasi. Bilangan oksidasi diartikan sebagai muatan yang dimiliki suatu atom dalam keadaan bebas atau dalam senyawa yang dibentuknya.

Bilangan oksidasi suatu unsur dapat ditentukan dengan aturan berikut:

1. Biloks atom dalam unsur adalah nol

Contoh Na, Fe, O₂, H₂ memiliki biloks nol

2. Total biloks senyawa adalah nol

Contoh H₂O, NaOH, CH₃COOH, KNO₃ total biloksnnya adalah nol

3. Biloks ion sesuai dengan muatannya

Contoh Na⁺¹ (= +1), O⁻² (= -2), Fe⁺³ (= +3)

4. Biloks unsur golongan I A dalam senyawanya adalah + 1

Contoh Biloks atom Na dalam NaCl adalah + 1

5. Biloks unsur golongan II A dalam senyawanya adalah + 2

Contoh: Biloks Ca dalam CaCO₃ adalah + 2

6. Biloks unsur golongan VII A dalam senyawa binernya adalah – 1

Contoh: Biloks F dalam senyawa KF dan BaF₂ adalah – 1

7. Biloks unsur oksigen dalam senyawanya adalah – 2

Contoh dalam H₂O, Na₂O, Al₂O₃

8. Biloks unsur hydrogen dalam senyawanya adalah + 1

Contoh dalam H₂O, HCl, H₂SO₄

Catatan Penting:

Biloks H = -1 dalam senyawa hidrida misal NaH, LiH, CaH₂

Biloks O = -1 dalam senyawa peroksida misal H₂O₂

Silahkan selesaikan soal berikut ini!

Tentukan Biloks unsur yang digarisbawahi di bawah ini

1. HNO₃
2. KMnO₄
3. H₂SO₄
4. SrCO₃
5. KClO₂

6. $\underline{\text{N}}\text{H}_4^+$
7. $\text{Ca}\underline{\text{C}}_2\text{O}_4$
8. $\underline{\text{C}}\text{H}_3\text{OH}$
9. $\underline{\text{P}}\text{O}_4^{-3}$
10. $\text{Cu}(\underline{\text{N}}\text{O}_3)_2$
11. $\underline{\text{C}}\text{rCl}_3$
12. $\underline{\text{Mn}}(\text{OH})_2$
13. $\text{Co}_2(\underline{\text{S}}\text{O}_3)_3$
14. $\underline{\text{P}}_2\text{O}_5$
15. $\underline{\text{C}}\text{H}_3\text{ONa}$

C. OKSIDATOR DAN REDUKTOR

Oksidator adalah istilah untuk zat yang mengalami reduksi (biloksnya turun), sedangkan Reduktor adalah zat yang mengalami reaksi oksidasi (biloksnya naik/bertambah).

Contoh:

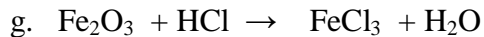
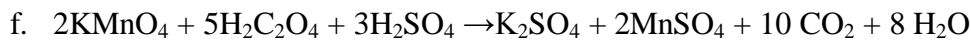


Reduktor adalah Na sebab biloksnya naik dari 0 ke +1

Oksidator adalah H_2O sebab biloks H berubah dari +1 ke 0

Selesaikan soal berikut ini!

1. Tentukan termasuk oksidasi atau reduksi
 - a. $\text{IO}_3^- \rightarrow \text{I}_2$
 - b. $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{ClO}^-$
 - c. $\text{AsO}_3^{3-} \rightarrow \text{AsH}_3$
 - d. $\text{Cr}^{2+} \rightarrow \text{CrO}_4^{-2}$
 - e. $\text{C}_2\text{O}_4^{-2} \rightarrow \text{CO}_2$
2. Tentukan oksidator dan reduktor dari persamaan reaksi berikut
 - a. $\text{Sn} + \text{SnCl}_4 \rightarrow 2 \text{SnCl}_2$
 - b. $\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
 - c. $2\text{KI} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{KCl} + \text{I}_2$
 - d. $\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 - e. $\text{MnO}_2 + 4\text{HBr} \rightarrow \text{MnBr}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Br}_2$



D. TATA NAMA SENYAWA

Senyawa biner adalah senyawa yang dibentuk oleh dua macam unsur, dapat terdiri atas logam dan non logam atau keduanya non logam. Untuk senyawa yang terdiri atas logam dan non logam, maka unsur logam dituliskan terlebih dahulu diikuti dengan non logam.

Untuk unsur-unsur logam yang mempunyai lebih dari satu macam bilangan oksidasi diberi nama berdasarkan system Stock, yaitu dengan membubuhkan angka Romawi yang sesuai dengan bilangan oksidasi unsure logam dalam tanda kurung dibelakang nama logam dan diikuti nama unsure non logam dengan akhiran ida.

Contoh:

FeCl_2 besi(II)klorida

FeCl_3 besi(III)klorida

Cu_2O tembaga(I)oksida

CuO tembaga(II)oksida

SnCl_2 timah(II)klorida

SnCl_4 timah(IV)klorida

Latihan: Tuliskan rumus senyawa berikut

1. besi(II)sulfida
2. raksa(I)klorida
3. timah(IV)nitrat
4. kobal(III)karbonat
5. titan(IV)oksida
6. raksa(II)sulfat
7. mangan(II)hidroksida
8. besi(III)fosfat

E. PENGOLAHAN LOGAM

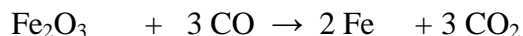
Peranan unsur logam dalam kehidupan sehari-hari dapat dilihat dari banyaknya logam yang digunakan. Antara lain untuk membuat mesin-mesin, kendaraan, bangunan, perkakas rumah tangga, dan sebagainya. Logam yang banyak digunakan untuk kesejahteraan manusia diantaranya besi, aluminium, tembaga, perak, emas, nikel, dan timah.

Pada umumnya pemisahan logam dari bijihnya dilakukan berdasarkan reaksi reduksi. Cara reduksi yang paling murah adalah reduksi oksida logam dengan karbon. Metoda ini cocok dilakukan untuk pengolahan besi dan timah.

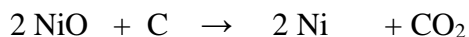
Untuk memperoleh logam dari sulfida logam, mula-mula sulfida logam dipanggang diudara untuk menghasilkan oksida logam. Kemudian oksida logam direduksi dengan karbon atau karbon monoksida. Logam-logam yang sangat reaktif seperti aluminium diperoleh dengan cara elektrolisis.

Beberapa contoh reaksi pengolahan logam:

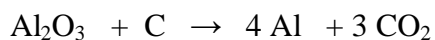
Pengolahan besi



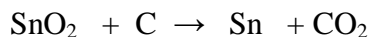
Pengolahan nikel



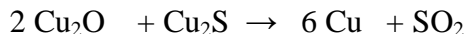
Pengolahan Aluminium



Pengolahan Timah



Pengolahan tembaga



BAB VIII

SENYAWA KARBON

A. Definisi Hidrokarbon

Hidrokarbon adalah sebuah senyawa yang terdiri dari unsur karbon (C) dan hidrogen (H).
(*model atom karbon dan hidrogen ditampilkan*)

Salah satu contoh senyawa hidrokarbon yang sederhana adalah metana, dengan rumus struktur CH₄. (*model struktur senyawa metana*)

Dalam kimia karbon adalah penting bagi kita untuk dapat menuliskan *rumus molekul* dan *rumus struktur*. Rumus molekul menyatakan jumlah atom setiap unsur yang ada dalam suatu molekul. Sedangkan rumus struktur menggambarkan bagaimana atom-atom itu terikat satu sama lain. (*tampilkan sebagai contoh rumus molekul CH₄ dan rumus struktur CH₄*).

B. Penggolongan Hidrokarbon

Hidrokarbon terbagi menjadi dua kelompok utama yaitu *hidrokarbon alifatik* dan *hidrokarbon aromatik*. Yang termasuk hidrokarbon alifatik adalah hidrokarbon yang memiliki rantai lurus, rantai bercabang atau rantai melingkar. Sedangkan untuk hidrokarbon aromatik, rantainya mengandung cincin atom karbon yang sangat stabil. (*model hidrokarbon alifatik dan aromatik*)

C. Rumus Molekul

1. Alkana

Hidrokarbon jenuh yang paling sederhana merupakan suatu deret senyawa yang memenuhi rumus umum C_nH_{2n+2} dan dinamakan alkana atau parafin. Suku pertama sampai dengan 10 senyawa alkana dapat diperoleh dengan mensubstitusikan harga n (n menyatakan jumlah atom karbon yang terdapat pada senyawa hidrokarbon) dan ditampilkan dalam tabel berikut.

Tabel Suku pertama sampai dengan 10 senyawa alkana

Suku ke	n	rumus molekul	nama
---------	---	---------------	------

1	1	CH ₄	metana
2	2	C ₂ H ₆	etana
3	3	C ₃ H ₈	propana
4	4	C ₄ H ₁₀	butana
5	5	C ₅ H ₁₂	pentana
6	6	C ₆ H ₁₄	heksana
7	7	C ₇ H ₁₆	heptana
8	8	C ₈ H ₁₈	oktana
9	9	C ₉ H ₂₀	nonana
10	10	C ₁₀ H ₂₂	dekana

Pemberian nama alkana dilakukan dengan mengganti awalan alk- dengan suku kata lain berdasarkan pada harga n. Untuk n = 1 sampai n = 4, awalan alk- berturut-turut diganti dengan met-, et-, prop- dan but-. Sedangkan untuk jumlah atom karbon lima sampai dengan sepuluh, digunakan awalan angka latin; *pent-* untuk 5, *heks-* untuk 6, *hept-* untuk 7, *okt-* untuk 8, *non-* untuk 9, dan *dek-* untuk 10.

2. Alkena

Tergolong hidrokarbon tidak jenuh yang mengandung satu ikatan rangkap dua antara dua atom C yang berurutan, Alkena mempunyai 2 atom H lebih sedikit dari alkana. Oleh karena itu rumus umumnya menjadi $C_nH_{2n+2}-2H = C_nH_{2n}$.

Tabel Lima suku pertama alkena

Suku ke	n	rumus molekul	nama
1	2	CH ₂ = CH ₂	etena
2	3	CH ₂ = CH - CH ₃	propena
3	4	CH ₂ = CH - CH ₂ - CH ₃	1-butena
4	5	CH ₂ = CH - CH ₂ - CH ₂ - CH ₃	1-pentena
5	6	CH ₂ = CH - CH ₂ - CH ₂ - CH ₂ - CH ₃	1-heksena

(tampilkan deret senyawa alkena seperti pada table di atas)

3. Alkuna

Alkana merupakan deret senyawa hidrokarbon tidak jenuh yang dalam tiap molekulnya mengandung satu ikatan rangkap 3 diantara dua atom C yang berurutan. Untuk membentuk ikatan rangkap 3 atau 3 ikatan kovalen diperlukan 6 elektron, sehingga tinggal satu elektron pada tiap-tiap atom C tersisa untuk mengikat atom H. Jumlah atom H yang dapat diikat berkurang dua, sehingga rumus umumnya menjadi



(tampilkan deret senyawa alkana)

D. Tatanama

Tata cara pemberian nama senyawa hidrokarbon berdasarkan standar yang diterbitkan IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) dijelaskan sebagai berikut.

1. Rantai karbon berurutan yang terpanjang dalam suatu molekul ditentukan sebagai rantai induk (rantai terpanjang tidak selalu berbentuk lurus, kadang bercabang). Carilah namanya pada tabel *suku pertama sampai dengan 10 senyawa alkana* dan letakkan di bagian belakang.
2. Hidrokarbon bercabang diberi nama sebagai turunan rantai lurus di mana satu atau beberapa atom hidrogen diganti dengan pecahan alkana. Pecahan alkana ini disebut gugus alkil, biasa diberi tanda -R (dari kata radikal), dan mempunyai rumus umum - C_nH_{2n+1}

Dengan mengganti n dengan angka-angka diperoleh suku-sukunya seperti terlihat pada tabel berikut. Letakkan nama gugus cabang ini di depan nama rantai induk.

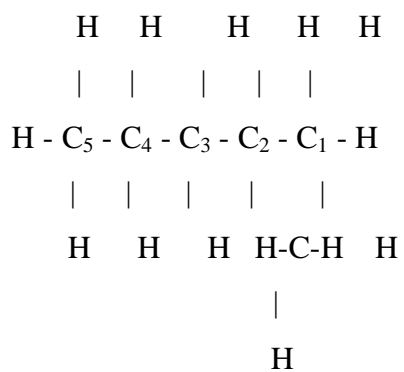
Tabel Beberapa gugus alkil

n	$-C_nH_{2n+1}$	Rumus struktur terinci	Rumus struktur sederhana	Nama
1	-CH ₃	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ -\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	-CH ₃	metil
2	-C ₂ H ₅	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \end{array}$	-CH ₂ -CH ₃	etil

		$\begin{array}{c} -C-C-H \\ \quad \\ H \quad H \end{array}$		
3	$-C_3H_7$	$\begin{array}{c} H \quad H \quad H \\ \quad \quad \\ -C-C-C-H \\ \quad \quad \\ H \quad H \quad H \end{array}$	$-CH_2-CH_2-CH_3$	propil
4	$-C_4H_9$	$\begin{array}{c} H \quad H \quad H \quad H \\ \quad \quad \quad \\ -C-C-C-C-H \\ \quad \quad \quad \\ H \quad H \quad H \quad H \end{array}$	$-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	butil

3. Untuk menentukan cabang pada rantai induk, rantai induk itu diberi nomor dari kiri atau dari kanan sehingga cabang pertama mempunyai nomor terkecil.

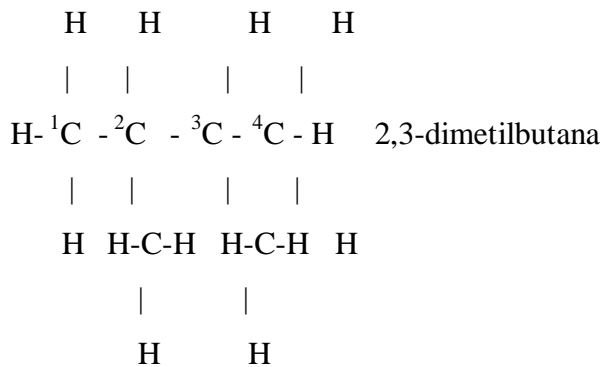
contoh :



- Menurut aturan nomor satu, rantai C terpanjang 5, jadi menurut tabel ini, namanya pentana dan kita letakkan di bagian belakang.
- Cabangnya adalah metil

- c. Letak cabang itu pada atom C nomor dua dari kanan (karena kalau dari kiri menjadi nomor 4).
4. Kadang-kadang terdapat lebih dari satu cabang. Jika cabang-cabang itu sama, namanya tidak perlu disebut dua kali. Cukup diberi awalan di- , kalau 3 cabang sama awalnya tri- , tetra untuk 4 cabang yang sama dan seterusnya. Ingat setiap cabang diberi satu nomor, tidak peduli cabangnya sama atau beda.

contoh :



- a. Rantai terpanjangnya 4, jadi dinamakan butana
- b. Cabangnya adalah metil dan ada dua
- c. Letak cabangnya pada atom C nomor 2 dan nomor 3.

Jika cabang-cabang itu berbeda, maka urutan menyebutnya adalah menurut urutan abjad huruf pertamanya, cabang etil disebut dulu dari cabang metil. (*tampilkan contoh senyawa hidrokarbon beserta penamaannya seperti pada gambar di atas*)

E. Cara merangkai

Bagaimana kita dapat memperoleh molekul alkana yang lebih panjang dari molekul yang lebih pendek? Gantilah salah satu atom H dari metana dengan gugus $-\text{CH}_3$ maka akan kita peroleh molekul etana. Demikian juga jika kita mengganti salah satu atom H dari etana dengan gugus $-\text{CH}_3$ akan kita peroleh propana yang rantai karbonnya lebih panjang satu lagi.

CH_3-H diganti dengan $-\text{CH}_3$ diperoleh CH_3-CH_3

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{H}$ diganti dengan $-\text{CH}_3$ diperoleh $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

Anda boleh memilih salah satu atom H yang mana saja untuk diganti dengan gugus $-\text{CH}_3$ dan anda akan memperoleh hasil penggantian yang sama. Kita mengatakan bahwa setiap atom H terikat secara ekuivalen dengan atom karbon. Tetapi bila sekarang anda akan mengganti

salah satu atom H dari propana dengan gugus $-CH_3$ anda akan memperoleh lebih dari satu macam hasil, perhatikanlah:

$CH_3-CH_2-CH_2-H$ diganti dengan $-CH_3$ diperoleh $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$ *n-butana*



$CH_3-CH-CH_3$ diganti dengan $-CH_3$ diperoleh $CH_3-CH-CH_3$

isobutana

Jelas terlihat bahwa kedua hasil penggantian di atas berbeda, kita mengatakan atom H tidak lagi terikat secara ekuivalen. Atom C yang terikat dengan satu atom C dan 3 atom H disebut atom C primer, sedang atom C yang terikat dengan dua atom C dan dua atom H disebut atom C sekunder. Kedua hasil penggantian itu mempunyai rumus struktur yang berbeda tetapi rumus molekulnya sama, peristiwa ini disebut isomer. (*tampilkan model cara merangkai seperti pada uraian di atas*).

F. Contoh senyawa yang mengandung hidrokarbon

Secara umum, komposisi minyak bumi dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Komposisi Elemental Minyak Bumi

Komposisi	Persen
Karbon (C)	84 – 87
Hidrogen (H)	11 – 14
Sulfur (S)	0 – 3
Nitrogen (N)	0 – 1
Oksigen (O)	0 – 2

Berdasarkan kandungan senyawanya, minyak bumi dapat dibagi menjadi golongan hidrokarbon dan non-hidrokarbon serta senyawa-senyawa logam.

1. Hidrokarbon

Golongan hidrokarbon-hidrokarbon yang utama adalah parafin, olefin, naften, dan aromatik.

1.1. Parafin

adalah kelompok senyawa hidrokarbon jenuh berantai lurus (alkana), C_nH_{2n+2} . Contohnya adalah metana (CH_4), etana (C_2H_6), n-butana (C_4H_{10}), isobutana (2-metil propana, C_4H_{10}), isopentana (2-metilbutana, C_5H_{12}), dan isooktana (2,2,4-trimetil pentana, C_8H_{18}).

1.2. Olefin

Olefin adalah kelompok senyawa hidrokarbon tidak jenuh, C_nH_{2n} . Contohnya etilena (C_2H_4), propena (C_3H_6), dan butena (C_4H_8).

1.3. Naftena

Naftena adalah senyawa hidrokarbon jenuh yang membentuk struktur cincin dengan rumus molekul C_nH_{2n} . Contohnya adalah siklopentana (C_5H_{10}), metilsiklopentana (C_6H_{12}) dan sikloheksana (C_6H_{12}).

1.4. Aromatik

Aromatik adalah hidrokarbon-hidrokarbon tak jenuh yang berintikan atom-atom karbon yang membentuk cincin benzen (C_6H_6). Contohnya benzen (C_6H_6), metilbenzen (C_7H_8), dan naftalena ($C_{10}H_8$).

2. Non Hidrokarbon

Selain senyawa-senyawa yang tersusun dari atom-atom karbon dan hidrogen, di dalam minyak bumi ditemukan juga senyawa non hidrokarbon seperti belerang, nitrogen, oksigen, vanadium, nikel dan natrium yang terikat pada rantai atau cincin hidrokarbon.

2.1. Belerang

Belerang terdapat dalam bentuk hidrogen sulfida (H_2S), belerang bebas (S), merkaptan (R-SH, dengan R=gugus alkil), sulfida (R-S-R'), disulfida (R-S-S-R') dan tiofen (sulfida siklik).

2.2. Nitrogen

Senyawa-senyawa nitrogen dibagi menjadi zat-zat yang bersifat basa seperti 3-metilpiridin (C_6H_7N) dan kuinolin (C_9H_7N) serta zat-zat yang tidak bersifat basa seperti pirol (C_4H_5N), indol (C_8H_7N) dan karbazol ($C_{12}H_9N$).

2.3. Oksigen

Oksigen biasanya terikat dalam gugus karboksilat dalam asam-asam naftenat (2,2,6-trimetilsikloheksankarboksilat, $C_{10}H_{18}O_2$) dan asam-asam lemak (alkanoat), gugus hidroksi fenolik dan gugus keton.

3. Senyawa logam

Minyak bumi biasanya mengandung 0,001-0,05% berat logam. Kandungan logam yang biasanya paling tinggi adalah vanadium, nikel dan natrium.

Produk-produk Utama yang Bisa Diperoleh

1. Gas-gas hidrokarbon ringan

Komponen-komponennya adalah senyawa-senyawa parafinik dengan titik didih normal $< 30^\circ C$ dan pada tekanan atmosfer berwujud gas, yaitu metana (CH_4), etana (C_2H_6), propana (C_3H_8), isobutana ($i-C_4H_{10}$) dan n-butana ($n-C_4H_{10}$). Gas-gas tersebut lazim disebut sebagai gas kilang.

2. Bensin (gasolin)

Mulanya bensin adalah produk utama dalam industri minyak bumi yang merupakan campuran kompleks dari ratusan hidrokarbon dan memiliki rentang pendidihan antara $30-200^\circ C$

3. Kerosin, bahan bakar pesawat jet, dan minyak diesel

Ketiga kelompok ini memiliki rentang pendidihan yang mirip. Kerosin disebut juga dengan minyak tanah dan digunakan sebagai bahan bakar rumah tangga. Rentang pendidihannya antara $175-275^\circ C$.

4. Minyak bakar

Minyak bakar terbagi atas lima jenis, yaitu minyak bakar no. 1, no. 2, no. 4, no. 5 dan no. 6. Minyak bakar no. 1 sangat mirip kerosin tetapi memiliki titik tuang dan titik akhir rentang pendidihan yang lebih tinggi. Minyak bakar no. 2 (IDO=Industrial Diesel Oil) sangat mirip dengan minyak diesel otomotif. Minyak bakar no. 1 dan no. 2 serta kerosin, bahan bakar pesawat jet dan minyak diesel biasa disebut sebagai BBM distilat (distillate fuels). Minyak bakar no. 4, no. 5 dan no. 6 disebut BBM residu karena berasal dari sisa distilasi minyak bumi mentah pada tekanan atmosferik.

5. Produk-produk lain

Produk-produk lainnya seperti minyak pelumas, petroleum waxes (lilin), petroleum greases (gemuk), aspal dan kokas.

BAB IX

KIMIA LINGKUNGAN

Pencemaran Udara

Pencemaran udara menurut Henry C. Perkins, 1974, dalam bukunya *Air Pollution*, adalah hadirnya satu atau beberapa kontaminan dalam udara atmosfer di luar, seperti antara lain oleh debu, busa, gas, kabut, bau-bauan, asap atau uap dalam kuantitas yang banyak, dengan berbagai sifat maupun lama berlangsungnya di udara tersebut, hingga dapat menimbulkan gangguan-gangguan terhadap lingkungan manusia, tumbuhan atau hewan maupun benda, atau tanpa alasan jelas sudah dapat mempengaruhi kelestarian kehidupan organisme maupun benda. Sedangkan berdasarkan Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No. 02/MENKLH/1998, yang dimaksud dengan pencemaran udara adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan/atau komponen lain ke dalam udara dan/atau berubahnya tatanan (komposisi) udara oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (Kristanto, 2002).

Pembagian jenis polutan penyebab pencemaran udara menurut Miller (1982) ringkasnya dapat dilihat pada tabel 1. Dari tabel 1. dapat dilihat bahwa pencemaran udara termasuk panas dan kebisingan.

Tabel 1. Jenis Pollutan udara yang utama

Pollutan	<i>Sumber</i>	Efek	Metode kontrol
Karbon oksida Karbon monoksida (CO)	Pembakaran hutan dan pembusukan bahan organik, pembakaran bahan bakar fosil yang tidak sempurna (sekitar dua pertiga dari total emisi) dan bahan organik lainnya dan tungku pembakaran, asap rokok	Menurunkan kapasitas oksigen yang dibawah oleh darah, memperparah penyakit jantung dan pernapasan, dapat menyebabkan sakit kepala dan kepenatan pada konsentrasi sedang (50-100 ppm), dapat menyebabkan kematian pada konsentrasi tinggi dalam jangka waktu lama (750 ppm atau lebih)	Memodifikasi pembakaran dan mesin kendaraan bermotor untuk dapat melakukan pembakaran yang sempurna, hilangkan dari kendaraan bermotor, rumah dan pabrik tempat pembuangan gas, berhenti merokok
Karbon dioksida	Hasil respirasi alami makhluk hidup, pembakaran bahan bakar fosil	Dapat menyebabkan efek rumah kaca pada konsentrasi yang berlebihan	Kurangi penggunaan bahan bakar fosil, hilangkan dari kendaraan bermotor, rumah dan pabrik tempat pembuangan gas, berhenti merokok
Sulfur oksida (SO ₂ dan SO ₃)	Pembakaran dari sulfur yang terkandung pada batu bara dan minyak di rumah-rumah, industri-indusri, dan mesin-mesin, pemisahan logam-logam dari sulfur yang mengandung biji besi, letusan gunung berapi	Memperparah penyakit pernapasan, mengganggu pernapasan, iritasi mata dan merusak sistem pernapasan, meningkatkan tingkat kematian, merusak tanaman dan menurunkan pertumbuhan, penyebab hujan asam, merusak logam, memperburuk	Gunakan bahan bakar fosil yang kandungan sulfurnya rendah, hilangkan dari bahan bakar sebelum digunakan, hilangkan dari cerobong asap tempat pembuangan gas, ganti sumber energi dengan

Nitrogen oksida (NO dan NO ₂)	Temperatur yang tinggi pada pembakaran bahan bakar pada kendaraan bermotor, industri, dan mesin-mesin pabrik, halilintar/kilat	batu bangunan, kertas, nilon, dan kulit Memperparah penyakit pernapasan, meningkatkan kerentanan sampai kronik penyakit infeksi pernafasan, dapat menyebabkan bronkitis akut, berdampak terhadap kerusakan hati, paru-paru, jantung, ginjal, iritasi paru-paru, mata, dan kulit, menurunkan kemampuan paru-paru untuk membersihkan dirinya dari partikulat, penyebab hujan asam, menghambat pertumbuhan, menurunkan jarak penglihatan atmosfer, memudarkan cat dan bahan celup, turut ambil bagian dalam formasi asap fotokimia, merusak sistem pernapasan	bahan bakar non fosil Kurangi penggunaan kendaraan bermotor, ganti dengan kendaraan umum, kendaraan bermotor listrik, dan bahan bakar sel, modifikasi kendaraan bermotor untuk menurunkan suhu pembakaran, hilangkan dari cerobong asap tempat pembuangan gas
Hidrokarbon	Pembakaran bahan bakar fosil yang tidak sempurna pada kendaraan bermotor dan tungku perapian, evaporasi dari pelarut industri dan minyak	Merusak sistem pernapasan, beberapa penyebab kanker, turut ambil bagian dalam formasi asap fotokimia, iritasi mata.	Modifikasi pembakaran dan mesin kendaraan bermotor agar terjadi pembakaran yang lebih sempurna

	yang jatuh, asap tembakau, kebakaran hutan, pembusukan tanaman (sekitar 85 persen dari emisi)		dan sedikit evaporasi, hilangkan dari kendaraan bermotor tempat pembuangan gas, perbaiki pegangan pelarut dan minyak bumi untuk menurunkan yang jatuh dan hilang karena evaporasi
Partikulat Debu, jelaga dan minyak	Kebakaran hutan, erosi angin, dan letusan gunung merapi, pertanian, pertambangan, kontruksi, kawasan bangunan, aktivitas-aktivitas pembersihan lahan lainnya, reaksi kimia di atsmosfir, debu yang bergerak karena kendaraan bermotor, gas buangan kendaraan bermotor, pembangkit listrik tenaga batu bara, mesin-mesin industri.	Dapat menyebabkan kanker, memperparah penyakit jantung dan pernapasan, bersifat racun pada konsentrasi yang tinggi, penyebab batuk, iritasi tenggorokkan, dan penyebab dada berdebar-debar, turut campur dengan fotosintesis tanaman, membahayakan hewan, menurunkan jarak pandang atmosfer, memperburuk bangunan dan permukaan cat, dapat memberi efek cuaca dan iklim	Turunkan penggunaan batu bara, perbaiki penggunaan lahan dan kontrol erosi tanah, hilangkan dari cerobong asap tempat pembuangan gas
Asbes	Penambangan asbes, penyemprotan bahan penyekat anti api di bangunan, pembusukan sepatu rem	Dapat menyebabkan kanker, memperparah penyakit pernapasan dan jantung, penyebab fibrosis paru-paru	Kurangi penggunaan, mencega keluar ke dalam atmosfer, lindungi pekerja kontruksi

Panas	Penggunaan bahan bakar fosil dan nuklir	Dapat menyebabkan perubahan iklim dunia	dan penambang dari penarikan nafas yang berdebu (gunakan masker) Kurangi pencemaran, kurangi penggunaan energi
Kebisingan	Kendaraan bermotor, pesawat, kereta api, industri dan kontruksi	Dapat menyebabkan kejengkelan, mengganggu aktivitas, dapt menyebabkan kegugupan, merusak pendengaran	Kurangi tingkat kebisingan pada kendaraan bermotor, pesawat, kereta api, mesin-mesin pabrik, lindungi pekerja dan penduduk dari kebisingan dengan menggunakan penutup telinga dan kontruksi bangunan yang lebih baik.

PENGERTIAN PENCEMARAN AIR

1. Apa yang disebut Pencemaran Air ?

Istilah pencemaran air atau polusi air dapat dipersepsikan berbeda oleh satu orang dengan orang lainnya mengingat banyak pustaka acuan yang merumuskan definisi istilah tersebut, baik dalam kamus atau buku teks ilmiah. Pengertian pencemaran air juga didefinisikan dalam Peraturan Pemerintah, sebagai turunan dari pengertian pencemaran lingkungan hidup yang didefinisikan dalam undang-undang. Dalam praktek operasionalnya, pencemaran lingkungan hidup tidak pernah ditunjukkan secara utuh, melainkan sebagai pencemaraan dari

komponen-komponen lingkungan hidup, seperti pencemaran air, pencemaran air laut, pencemaran air tanah dan pencemaran udara. Dengan demikian, definisi pencemaran air mengacu pada definisi lingkungan hidup yang ditetapkan dalam UU tentang lingkungan hidup yaitu UU No. 23/1997.

Dalam PP No. 20/1990 tentang Pengendalian Pencemaran Air, pencemaran air didefinisikan sebagai : “*pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya*” (Pasal 1, angka 2). Definisi pencemaran air tersebut dapat diuraikan sesuai makna pokoknya menjadi 3 (tiga) aspek, yaitu aspek kejadian, aspek penyebab atau pelaku dan aspek akibat (Setiawan, 2001).

Berdasarkan definisi pencemaran air, penyebab terjadinya pencemaran dapat berupa masuknya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain ke dalam air sehingga menyebabkan kualitas air tercemar. Masukan tersebut sering disebut dengan istilah *unsur pencemar*, yang pada prakteknya masukan tersebut berupa buangan yang bersifat rutin, misalnya buangan limbah cair. Aspek pelaku/penyebab dapat yang disebabkan oleh alam, atau oleh manusia. Pencemaran yang disebabkan oleh alam tidak dapat berimplikasi hukum, tetapi Pemerintah tetap harus menanggulangi pencemaran tersebut. Sedangkan aspek akibat dapat dilihat berdasarkan penurunan kualitas air sampai ke *tingkat tertentu*. Pengertian tingkat tertentu dalam definisi tersebut adalah tingkat kualitas air yang menjadi batas antara *tingkat tak-cemar* (tingkat kualitas air belum sampai batas) dan *tingkat cemar* (kualitas air yang telah sampai ke batas atau melewati batas). Ada standar baku mutu tertentu untuk peruntukan air. Sebagai contoh adalah pada UU Kesehatan No. 23 tahun 1992 ayat 3 terkandung makna bahwa air minum yang dikonsumsi masyarakat, harus memenuhi persyaratan kualitas maupun kuantitas, yang persyaratan kualitas tertuang dalam Peraturan Menteri Kesehatan No. 146 tahun 1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air. Sedangkan parameter kualitas air minum/air bersih yang terdiri dari parameter kimiawi, fisik, radioaktif dan mikrobiologi, ditetapkan dalam PERMENKES 416/1990 (Achmadi, 2001).

Indikator Pencemaran Air

Indikator atau tanda bahwa air lingkungan telah tercemar adalah adanya perubahan atau tanda yang dapat diamati yang dapat digolongkan menjadi :

- Pengamatan secara fisis, yaitu pengamatan pencemaran air berdasarkan tingkat kejernihan air (kekeruhan), perubahan suhu, warna dan adanya perubahan warna, bau dan rasa
- Pengamatan secara kimiawi, yaitu pengamatan pencemaran air berdasarkan zat kimia yang terlarut, perubahan pH
- Pengamatan secara biologis, yaitu pengamatan pencemaran air berdasarkan mikroorganisme yang ada dalam air, terutama ada tidaknya bakteri patogen.

Indikator yang umum diketahui pada pemeriksaan pencemaran air adalah pH atau konsentrasi ion hydrogen, oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen, DO*), kebutuhan oksigen biokimia (*Biochemiycal Oxygen Demand, BOD*) serta kebutuhan oksigen kimiawi (*Chemical Oxygen Demand, COD*).

pH atau Konsentrasi Ion Hidrogen

Air normal yang memenuhi syarat untuk suatu kehidupan mempunyai pH sekitar 6,5 – 7,5. Air akan bersifat asam atau basa tergantung besar kecilnya pH. Bila pH di bawah pH normal, maka air tersebut bersifat asam, sedangkan air yang mempunyai pH di atas pH normal bersifat basa. Air limbah dan bahan buangan industri akan mengubah pH air yang akhirnya akan mengganggu kehidupan biota akuatik.

Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai pH antara 7 – 8,5. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan , misalnya proses nitrifikasi akan berakhir pada pH yang rendah. Pengaruh nilai pH pada komunitas biologi perairan dapat dilihat pada table di bawah ini :

Tabel : Pengaruh pH Terhadap Komunitas Biologi Perairan

Nilai pH	Pengaruh Umum
6,0 – 6,5	<ol style="list-style-type: none"> 1. Keanekaragaman plankton dan bentos sedikit menurun 2. Kelimpahan total, biomassa, dan produktivitas tidak mengalami perubahan
5,5 – 6,0	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penurunan nilai keanekaragaman plankton dan bentos semakin tampak 2. Kelimpahan total, biomassa, dan produktivitas masih belum mengalami perubahan yang berarti 3. Algae hijau berfilamen mulai tampak pada zona litoral
5,0 – 5,5	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penurunan keanekaragaman dan komposisi jenis plankton, perifilton dan bentos semakin besar 2. Terjadi penurunan kelimpahan total dan biomassa zooplankton dan bentos 3. Algae hijau berfilamen semakin banyak 4. Proses nitrifikasi terhambat
4,5 – 5,0	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penurunan keanekaragaman dan komposisi jenis plankton, perifilton dan bentos semakin besar 2. Penurunan kelimpahan total dan biomassa zooplankton dan bentos 3. Algae hijau berfilamen semakin banyak 4. Proses nitrifikasi terhambat

Sumber : modifikasi Baker et al., 1990 dalam Efendi, 2003

Pada pH < 4, sebagian besar tumbuhan air mati karena tidak dapat bertoleransi terhadap pH rendah. Namun ada sejenis algae yaitu *Chlamydomonas acidophila* mampu bertahan pada pH =1 dan algae *Euglena* pada pH 1,6.

Oksigen terlarut (DO)

Tanpa adanya oksigen terlarut, banyak mikroorganisme dalam air tidak dapat hidup karena oksigen terlarut digunakan untuk proses degradasi senyawa organik dalam air. Oksigen dapat dihasilkan dari atmosfer atau dari reaksi fotosintesa algae. Oksigen yang dihasilkan dari reaksi fotosintesa algae tidak efisien, karena oksigen yang terbentuk akan digunakan kembali oleh algae untuk proses metabolisme pada saat tidak ada cahaya. Kelarutan oksigen dalam air tergantung pada temperature dan tekanan atmosfer. Berdasarkan data-data temperature dan

tekanan, maka kelarutan oksigen jenuh dalam air pada 25° C dan tekanan 1 atmosfer adalah 8,32 mg/L (Warlina, 1985).

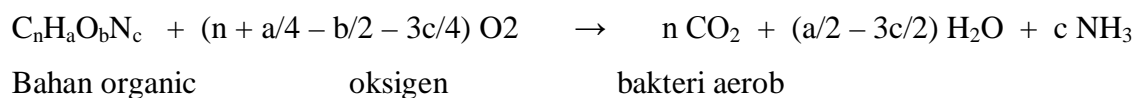
Kadar oksigen terlarut yang tinggi tidak menimbulkan pengaruh fisiologis bagi manusia. Ikan dan organisme akuatik lain membutuhkan oksigen terlarut dengan jumlah cukup banyak. Kebutuhan oksigen ini bervariasi antar organisme. Keberadaan logam berat yang berlebihan di perairan akan mempengaruhi sistem respirasi organisme akuatik, sehingga pada saat kadar oksigen terlarut rendah dan terdapat logam berat dengan konsentrasi tinggi, organisme akuatik menjadi lebih menderita (Tebbut, 1992 dalam Effendi, 2003).

Pada siang hari, ketika matahari bersinar terang, pelepasan oksigen oleh proses fotosintesa yang berlangsung intensif pada lapisan eufotik lebih besar daripada oksigen yang dikonsumsi oleh proses respirasi. Kadar oksigen terlarut dapat melebihi kadar oksigen jenuh, sehingga perairan mengalami supersaturasi. Sedangkan pada malam hari, tidak ada fotosintesa, tetapi respirasi terus berlangsung. Pola perubahan kadar oksigen ini mengakibatkan terjadinya fluktuasi harian oksigen pada lapisan eufotik perairan. Kadar oksigen maksimum terjadi pada sore hari dan minimum pada pagi hari.

Kebutuhan Oksigen Biokimia (BOD)

Dekomposisi bahan organik terdiri atas 2 tahap, yaitu terurainya bahan organik menjadi anorganik dan bahan anorganik yang tidak stabil berubah menjadi bahan anorganik yang stabil, misalnya ammonia mengalami oksidasi menjadi nitrit atau nitrat (nitrifikasi). Pada penentuan nilai BOD, hanya dekomposisi tahap pertama yang berperan, sedangkan oksidasi bahan anorganik (nitrifikasi) dianggap sebagai zat pengganggu.

Dengan demikian, BOD adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme dalam lingkungan air untuk memecah (mendegradasi) bahan buangan organik yang ada dalam air menjadi karbondioksida dan air. Pada dasarnya, proses oksidasi bahan organik berlangsung cukup lama. Menurut Sawyer dan McCarty, 1978 (Effendi, 2003) proses penguraian bahan buangan organik melalui proses oksidasi oleh mikroorganisme atau oleh bakteri aerobik adalah :

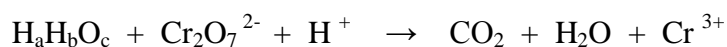


Untuk kepentingan praktis, proses oksidasi dianggap lengkap selama 20 hari, tetapi penentuan BOD selama 20 hari dianggap masih cukup lama. Penentuan BOD ditetapkan selama 5 hari inkubasi, maka biasa disebut BOD₅. Selain memperpendek waktu yang diperlukan, hal ini juga dimaksudkan untuk meminimumkan pengaruh oksidasi ammonia yang menggunakan oksigen juga. Selama 5 hari masa inkubasi, diperkirakan 70% - 80% bahan organik telah mengalami oksidasi. (Effendi, 2003).

Jumlah mikroorganisme dalam air lingkungan tergantung pada tingkat kebersihan air. Air yang bersih relative mengandung mikroorganisme lebih sedikit dibandingkan yang tercemar. Air yang telah tercemar oleh bahan buangan yang bersifat antiseptic atau bersifat racun, seperti fenol, kreolin, detergen, asam cianida, insektisida dan sebagainya, jumlah mikroorganismenya juga relative sedikit. Sehingga makin besar kadar BOD nya, maka merupakan indikasi bahwa perairan tersebut telah tercemar, sebagai contoh adalah kadar maksimum BOD₅ yang diperkenankan untuk kepentingan air minum dan menopang kehidupan organisme akuatik adalah 3,0 – 6,0 mg/L berdasarkan UNESCO/WHO/UNEP, 1992. Sedangkan berdasarkan Kep.51/MENKLH/10/1995 nilai BOD₅ untuk baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri golongan I adalah 50 mg/L dan golongan II adalah 150 mg/L.

Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)

COD adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang ada dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia baik yang dapat didegradasi secara biologis maupun yang sukar didegradasi. Bahan buangan organik tersebut akan dioksidasi oleh kalium bichromat yang digunakan sebagai sumber oksigen (*oxidizing agent*) menjadi gas CO₂ dan gas H₂O serta sejumlah ion chrom. Reaksinya sebagai berikut :



Jika pada perairan terdapat bahan organik yang resisten terhadap degradasi biologis, misalnya tannin, fenol, polisakarida dan sebagainya, maka lebih cocok dilakukan pengukuran COD daripada BOD. Kenyataannya hampir semua zat organik dapat dioksidasi oleh oksidator kuat seperti kalium permanganat dalam suasana asam, diperkirakan 95% - 100% bahan organik dapat dioksidasi.

Seperti pada BOD, perairan dengan nilai COD tinggi tidak diinginkan bagi kepentingan perikanan dan pertanian. Nilai COD pada perairan yang tidak tercemar biasanya kurang dari 20

mg/L, sedangkan pada perairan tercemar dapat lebih dari 200 mg/L dan pada limbah industri dapat mencapai 60.000 mg/L (UNESCO,WHO/UNEP, 1992).

SUMBER PENCEMARAN AIR

Banyak penyebab sumber pencemaran air, tetapi secara umum dapat dikategorikan menjadi 2 (dua) yaitu sumber kontaminan langsung dan tidak langsung. Sumber langsung meliputi efluen yang keluar dari industri, TPA sampah, rumah tangga dan sebagainya. Sumber tak langsung adalah kontaminan yang memasuki badan air dari tanah, air tanah atau atmosfer berupa hujan (Pencemaran Ling. Online, 2003). Pada dasarnya sumber pencemaran air berasal dari industri, rumah tangga dan pertanian. Tanah dan air tanah mengandung sisa dari aktivitas pertanian misalnya pupuk dan pestisida. Kontaminan dari atmosfer juga berasal dari aktifitas manusia yaitu pencemaran udara yang menghasilkan hujan asam. Pengaruh bahan pencemar yang berupa gas, bahan terlarut, dan partikulat terhadap lingkungan perairan dan kesehatan manusia dapat ditunjukkan secara skematik sebagai berikut :

Komponen Pencemaran Air

Saat ini hampir 10 juta zat kimia telah dikenal manusia, dan hampir 100.000 zat kimia telah digunakan secara komersial. Kebanyakan sisa zat kimia tersebut dibuang ke badan air atau air tanah. Sebagai contoh adalah pestisida yang biasa digunakan di pertanian, industri atau rumah tangga, detergen yang biasa digunakan di rumah tangga atau PCBs yang biasa digunakan pada alat-alat elektronik.

Erat kaitannya dengan masalah indikator pencemaran air, ternyata komponen pencemaran air turut menentukan bagaimana indikator tersebut terjadi. Menurut Wardhana (1995), komponen pencemaran air dapat dikelompokkan sebagai bahan buangan:

1. padat
2. organik dan olahan bahan makanan
3. anorganik
4. cairan berminyak
5. berupa panas
6. zat kimia.

Bahan buangan padat

Yang dimaksud bahan buangan padat adalah adalah bahan buangan yang berbentuk padat, baik yang kasar atau yang halus, misalnya sampah. Buangan tersebut bila dibuang ke air menjadi pencemaran dan akan menimbulkan pelarutan, pengendapan ataupun pembentukan koloidal. Apabila bahan buangan padat tersebut menimbulkan pelarutan, maka kepekatan atau berat jenis air akan naik. Kadang-kadang pelarutan ini disertai pula dengan perubahan warna air. Air yang mengandung larutan pekat dan berwarna gelap akan mengurangi penetrasi sinar matahari ke dalam air. Sehingga proses fotosintesa tanaman dalam air akan terganggu. Jumlah oksigen terlarut dalam air menjadi berkurang, kehidupan organisme dalam air juga terganggu.

Terjadinya endapan di dasar perairan akan sangat mengganggu kehidupan organisme dalam air, karena endapan akan menutup permukaan dasar air yang mungkin mengandung telur ikan sehingga tidak dapat menetas. Selain itu, endapan juga dapat menghalangi sumber makanan ikan dalam air serta menghalangi datangnya sinar matahari. Pembentukan koloidal terjadi bila buangan tersebut berbentuk halus, sehingga sebagian ada yang larut dan sebagian lagi ada yang melayang-layang sehingga air menjadi keruh. Kekeruhan ini juga menghalangi penetrasi sinar matahari, sehingga menghambat fotosintesa dan berkurangnya kadar oksigen dalam air.

Bahan buangan organic dan olahan bahan makanan

Bahan buangan organic umumnya berupa limbah yang dapat membusuk atau terdegradasi oleh mikroorganisme, sehingga bila dibuang ke perairan akan menaikkan populasi mikroorganisme. Kadar BOD dalam hal ini akan naik. Tidak tertutup kemungkinan dengan berambahnya mikroorganisme dapat berkembang pula bakteri pathogen yang berbahaya bagi manusia. Demikian pula untuk buangan olahan bahan makanan yang sebenarnya adalah juga bahan buangan organic yang baunya lebih menyengat. Umumnya buangan olahan makanan mengandung protein dan gugus amin, maka bila didegradasi akan terurai menjadi senyawa yang mudah menguap dan berbau busuk (misal. NH_3).

Bahan buangan anorganik

Bahan buangan anorganik sukar didegradasi oleh mikroorganisme, umumnya adalah logam. Apabila masuk ke perairan, maka akan terjadi peningkatan jumlah ion logam dalam air. Bahan buangan anorganik ini biasanya berasal dari limbah industri yang melibatkan penggunaan

unsure-unsur logam seperti timbal (Pb), Arsen (As), Cadmium (Cd), air raksa atau merkuri (Hg), Nikel (Ni), Calcium (Ca), Magnesium (Mg) dll. Kandungan ion Mg dan Ca dalam air akan menyebabkan air bersifat sadah. Kesadahan air yang tinggi dapat merugikan karena dapat merusak peralatan yang terbuat dari besi melalui proses pengkaratan (korosi). Juga dapat menimbulkan endapan atau kerak pada peralatan. Apabila ion-ion logam berasal dari logam berat maupun yang bersifat racun seperti Pb, Cd ataupun Hg, maka air yang mengandung ion-ion logam tersebut sangat berbahaya bagi tubuh manusia, air tersebut tidak layak minum.

Bahan buangan cairan berminyak

Bahan buangan berminyak yang dibuang ke air lingkungan akan mengapung menutupi permukaan air. Jika bahan buangan minyak mengandung senyawa yang volatile, maka akan terjadi penguapan dan luas permukaan minyak yang menutupi permukaan air akan menyusut. Penyusutan minyak ini tergantung pada jenis minyak dan waktu. Lapisan minyak pada permukaan air dapat terdegradasi oleh mikroorganisme tertentu, tetapi membutuhkan waktu yang lama. Lapisan minyak di permukaan akan mengganggu mikroorganisme dalam air. Ini disebabkan lapisan tersebut akan menghalangi difusi oksigen dari udara ke dalam air, sehingga oksigen terlarut akan berkurang. Juga lapisan tersebut akan menghalangi masuknya sinar matahari ke dalam air, sehingga fotosintesis pun terganggu. Selain itu, burungpun ikut terganggu, karena bulunya jadi lengket, tidak dapat mengembang lagi akibat kena minyak.

Bahan buangan berupa panas (polusi thermal)

Perubahan kecil pada temperatur air lingkungan bukan saja dapat menghalau ikan atau spesies lainnya, namun juga akan mempercepat proses biologis pada tumbuhan dan hewan bahkan akan menurunkan tingkat oksigen dalam air. Akibatnya akan terjadi kematian pada ikan atau akan terjadi kerusakan ekosistem. Untuk itu, polusi thermal inipun harus dihindari. Sebaiknya industri-industri jika akan membuang air buangan ke perairan harus memperhatikan hal ini.

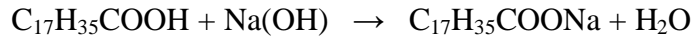
Bahan buangan zat kimia

Bahan buangan zat kimia banyak ragamnya, tetapi dalam bahan pencemar air dikelompokkan :

- a. Sabun (deterjen, sampo dan bahan pembersih lainnya),
- b. Bahan pemberantas hama (insektisida),
- c. Zat warna kimia,
- d. Zat radioaktif

a. Sabun

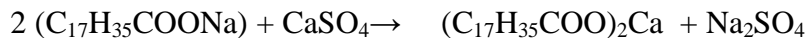
Adanya bahan buangan zat kimia yang berupa sabun (deterjen, sampo dan bahan pembersih lainnya) yang berlebihan di dalam air ditandai dengan timbulnya buih-buih sabun pada permukaan air. Sebenarnya ada perbedaan antara sabun dan deterjen serta bahan pembersih lainnya. Sabun berasal dari asam lemak (stearat, palmitat atau oleat) yang direaksikan dengan basa Na(OH) atau K(OH), berdasarkan reaksi kimia berikut ini :



Asam stearat basa sabun

Sabun natron (sabun keras) adalah garam natrium asam lemak seperti pada contoh reaksi di atas. Sedangkan sabun lunak adalah garam kalium asam lemak yang diperoleh dari reaksi asam lemak dengan basa K(OH). Sabun lemak diberi pewarna yang menarik dan pewangi (parfum) yang enak serta bahan antiseptic seperti pada sabun mandi. Beberapa sifat sabun antara lain adalah sebagai berikut :

- a. Larutan sabun mempunyai sifat membersihkan karena dapat mengemulsikan kotoran yang melekat pada badan atau pakaian
- b. Sabun dengan air sadah tidak dapat membentuk busa, tapi akan membentuk endapan :



endapan

- c. Larutan sabun bereaksi basa karena terjadi hidrolisis sebagian.

Sedangkan deterjen adalah juga bahan pembersih seperti halnya sabun, akan tetapi dibuat dari senyawa petrokimia. Deterjen mempunyai kelebihan dibandingkan dengan sabun, karena dapat bekerja pada air sadah. Bahan deterjen yang umum digunakan adalah dedocylbensulfonat. Deterjen dalam air akan mengalami ionisasi membentuk komponen bipolar aktif yang akan mengikat ion Ca dan/atau ion Mg pada air sadah. Komponen bipolar aktif terbentuk pada ujung dodecylbenzen-sulfonat. Untuk dapat membersihkan kotoran dengan baik, deterjen diberi bahan pembentuk yang bersifat alkalis. Contoh bahan pembentuk yang bersifat alkalis adalah natrium tripoliposfat.

Bahan buangan berupa sabun dan deterjen di dalam air lingkungan akan mengganggu karena alasan berikut :

- a. Larutan sabun akan menaikkan pH air sehingga dapat mengganggu kehidupan

organisme di dalam air. Deterjen yang menggunakan bahan non-Fosfat akan menaikkan pH air sampai sekitar 10,5-11

- b. Bahan antiseptic yang ditambahkan ke dalam sabun/deterjen juga mengganggu kehidupan mikro organisme di dalam air, bahkan dapat mematikan
- c. Ada sebagian bahan sabun atau deterjen yang tidak dapat dipecah (didegradasi) oleh mikro organisme yang ada di dalam air. Keadaan ini sudah barang tentu akan merugikan lingkungan. Namun akhir-akhir ini mulai banyak digunakan bahan sabun/deterjen yang dapat didegradasi oleh mikroorganisme

b. Bahan pemberantas Hama

Pemakaian bahan pemberantas hama (insektisida) pada lahan pertanian seringkali meliputi daerah yang sangat luas, sehingga sisa insektisida pada daerah pertanian tersebut cukup banyak. Sisa bahan insektisida tersebut dapat sampai ke air lingkungan melalui pengairan sawah, melalui hujan yang jatuh pada daerah pertanian kemudian mengalir ke sungai atau danau di sekitarnya. Seperti halnya pada pencemaran udara, semua jenis bahan insektisida bersifat racun apabila sampai ke dalam air lingkungan.

Bahan insektisida dalam air sulit untuk dipecah oleh mikroorganisme, walaupun biasanya hal itu akan berlangsung dalam waktu yang lama. Waktu degradasi oleh mikroorganisme berselang antara beberapa minggu sampai dengan beberapa tahun. Bahan insektisida seringkali dicampur dengan senyawa minyak bumi sehingga air yang terkena bahan buangan pemberantas hama ini permukaannya akan tertutup lapisan minyak

c. Zat Warna Kimia

Zat warna dipakai hampir pada semua industri. Tanpa memakai zat warna, hasil atau produk industri tidak menarik. Oleh karena itu hampir semua produk memanfaatkannya agar produk itu dapat dipasarkan dengan mudah.

Pada dasarnya semua zat warna adalah racun bagi tubuh manusia. Oleh karena itu pencemaran zat warna ke air lingkungan perlu mendapat perhatian sungguh-sungguh agar tidak sampai masuk ke dalam tubuh manusia melalui air minum. Ada zat warna tertentu yang relatif aman bagi manusia, yaitu zat warna yang digunakan pada industri bahan makanan dan minuman, industri farmasi/obat-obatan.

Zat warna tersusun dari *chromogen* dan *auxochrome*. Chromogen merupakan senyawa aromatic yang berisi chromopore, yaitu zat pemberi warna yang berasal dari radikal kimia,

misal kelompok nitroso (-NO), kelompok azo (-N=N-), kelompok etilen (>C=C<) dan lain lain. Macam-macam warna dapat diperoleh dari penggabungan radikal kimia tersebut di atas dengan senyawa lain. Sedangkan auxochrome adalah radikal yang memudahkan terjadinya pelarutan, sehingga zat warna dapat mudah meresap dengan baik ke dalam bahan yang akan diberi warna. Contoh auxochrome adalah -COOH atau -SO₃H atau kelompok pembentuk garam -NH₂ atau -OH.

Zat warna dapat pula diperoleh dari senyawa anorganik dan mineral alam yang disebut dengan pigmen. Ada pula bahan tambahan yang digunakan sesuai dengan fungsinya, misalnya bahan pembentuk lapisan film (misal, bahan vernis, emulsi lateks), bahan pengencer (misal, terpentin, naftalen), bahan pengering (misal, Co, Mn, naftalen), bahan anti mengelupas (misal, polihidroksi fenol) dan bahan pembentuk elastic (misal, minyak).

Berdasarkan bahan susunan zat warna dan bahan-bahan yang ditambahkan, dapat dimengerti bahwa hampir semua zat warna kimia adalah racun. Apabila masuk ke dalam tubuh manusia dapat bersifat *cocarcinogenik*, yaitu merangsang tumbuhnya kanker. Oleh sebab itu, pembuangan zat kimia ke air lingkungan sangatlah berbahaya. Selain sifatnya racun, zat warna kimia juga akan mempengaruhi kandungan oksigen dalam air mempengaruhi pH air lingkungan, yang menjadikan gangguan bagi mikroorganisme dan hewan air.

d. Zat radioaktif

Tidak tertutup kemungkinan adanya pembuangan sisa zat radioaktif ke air lingkungan secara langsung. Ini dimungkinkan karena aplikasi teknologi nuklir yang menggunakan zat radioaktif pada berbagai bidang sudah banyak dikembangkan, sebagai contoh adalah aplikasi teknologinuklir pada bidang pertanian, kedokteran, farmasi dan lain lain. Adanya zat radioaktif dalam air lingkungan jelas sangat membahayakan bagi lingkungan dan manusia. Zat radioaktif dapat menimbulkan kerusakan biologis baik melalui efek langsung atau efek tertunda.

DAMPAK PENCEMARAN AIR

Pencemaran air dapat berdampak sangat luas, misalnya dapat meracuni air minum, meracuni makanan hewan, menjadi penyebab ketidak seimbangan ekosistem sungai dan danau, pengrusakan hutan akibat hujan asam dsb.

Di badan air, sungai dan danau, nitrogen dan fosfat dari kegiatan pertanian telah menyebabkan pertumbuhan tanaman air yang di luar kendali yang disebut eutrofikasi (*eutrofication*). Ledakan pertumbuhan tersebut menyebabkan oksigen yang seharusnya digunakan bersama oleh seluruh hewan/tumbuhan air, menjadi berkurang. Ketika tanaman air tersebut mati, dekomposisinya menyedot lebih banyak oksigen. Akibatnya ikan akan mati dan aktivitas bakteri akan menurun.

Dampak pencemaran air pada umumnya dibagi dalam 4 kategori (KLH, 2004)

- dampak terhadap kehidupan biota air
- dampak terhadap kualitas air tanah
- dampak terhadap kesehatan
- dampak terhadap estetika lingkungan

Dampak terhadap kehidupan biota air

Banyaknya zat pencemar pada air limbah akan menyebabkan menurunnya kadar oksigen terlarut dalam air tersebut. Sehingga akan mengakibatkan kehidupan dalam air yang membutuhkan oksigen terganggu serta mengurangi perkembangannya. Selain itu kematian dapat pula disebabkan adanya zat beracun yang juga menyebabkan kerusakan pada tanaman dan tumbuhan air.

Akibat matinya bakteri-bakteri, maka proses penjernihan air secara alamiah yang seharusnya terjadi pada air limbah juga terhambat. Dengan air limbah menjadi sulit terurai. Panas dari industri juga akan membawa dampak bagi kematian organisme, apabila air limbah tidak didinginkan dahulu.

Dampak terhadap kualitas air tanah

Pencemaran air tanah oleh tinja yang biasa diukur dengan *faecal coliform* telah terjadi dalam skala yang luas, hal ini telah dibuktikan oleh suatu survey sumur dangkal di Jakarta. Banyak penelitian yang mengindikasikan terjadinya pencemaran tersebut.

Dampak terhadap kesehatan

Peran air sebagai pembawa penyakit menular bermacam-macam antara lain :

- air sebagai media untuk hidup mikroba pathogen

- air sebagai sarang insekta penyebar penyakit
- jumlah air yang tersedia tak cukup, sehingga manusia bersangkutan tak dapat membersihkan diri
- air sebagai media untuk hidup vector penyakit

Ada beberapa penyakit yang masuk dalam katagori *water-borne diseases*, atau penyakit-penyakit yang dibawa oleh air, yang masih banyak terdapat di daerah-daerah. Penyakit-penyakit ini dapat menyebar bila mikroba penyebabnya dapat masuk ke dalam sumber air yang dipakai masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Sedangkan jenis mikroba yang dapat menyebar lewat air antara lain, bakteri, protozoa dan metazoa.

Tabel : Beberapa Penyakit Bawaan Air dan Agennya

Agen	Penyakit
<i>Virus</i>	
Rotavirus	Diare pada anak
Virus Hepatitis A	Hepatitis A
Virus Poliomyelitis	Polio (myelitis anterior acuta)
<i>Bakteri</i>	
Vibrio cholerae	Cholera
Escherichia Coli	Diare/Dysenterie
Enteropatogenik	
Salmonella typhi	Typhus abdominalis
Salmonella paratyphi	Paratyphus
Shigella dysenteriae	Dysenterie
<i>Protozoa</i>	
Entamuba histolytica	Dysentrie amoeba
Balantidia coli	Balantidiasis
Giarda lamblia	Giardiasis
<i>Metazoa</i>	
Ascaris lumbricoides	Ascariasis
Clonorchis sinensis	Clonorchiasis
Diphyllobothrium latum	Diphyllobothriasis
Taenia saginata/solium	Taeniasis
Schistosoma	Schistosomiasis

Sumber : KLH, 2004

Dampak terhadap estetika lingkungan

Dengan semakin banyaknya zat organik yang dibuang ke lingkungan perairan, maka perairan tersebut akan semakin tercemar yang biasanya ditandai dengan bau yang menyengat

disamping tumpukan yang dapat mengurangi estetika lingkungan. Masalah limbah minyak atau lemak juga dapat mengurangi estetika. Selain bau, limbah tersebut juga menyebabkan tempat sekitarnya menjadi licin. Sedangkan limbah detergen atau sabun akan menyebabkan penumpukan busa yang sangat banyak. Inipun dapat mengurangi estetika.

PENANGGULANGAN PENCEMARAN AIR

Pengendalian/penanggulangan pencemaran air di Indonesia telah diatur melalui Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas dan Pengendalian Pencemaran Air. Secara umum hal ini meliputi pencemaran air baik oleh instansi ataupun non-instansi. Salah satu upaya serius yang telah dilakukan Pemerintah dalam pengendalian pencemaran air adalah melalui Program Kali Bersih (PROKASIH). Program ini merupakan upaya untuk menurunkan beban limbah cair khususnya yang berasal dari kegiatan usaha skala menengah dan besar, serta dilakukan secara bertahap untuk mengendalikan beban pencemaran dari sumber-sumber lainnya. Program ini juga berusaha untuk menata pemukiman di bantaran sungai dengan melibatkan masyarakat setempat (KLH, 2004).

Pada prinsipnya ada 2 (dua) usaha untuk menanggulangi pencemaran, yaitu penanggulangan secara non-teknis dan secara teknis. Penanggulangan secara non-teknis yaitu suatu usaha untuk mengurangi pencemaran lingkungan dengan cara menciptakan peraturan perundangan yang dapat merencanakan, mengatur dan mengawasi segala macam bentuk kegiatan industri dan teknologi sehingga tidak terjadi pencemaran. Peraturan perundangan ini hendaknya dapat memberikan gambaran secara jelas tentang kegiatan industri yang akan dilaksanakan, misalnya meliputi AMDAL, pengaturan dan pengawasan kegiatan dan menanamkan perilaku disiplin. Sedangkan penanggulangan secara teknis bersumber pada perlakuan industri terhadap perlakuan buangnya, misalnya dengan mengubah proses, mengelola limbah atau menambah alat bantu yang dapat mengurangi pencemaran.

Sebenarnya penanggulangan pencemaran air dapat dimulai dari diri kita sendiri. Dalam keseharian, kita dapat mengurangi pencemaran air dengan cara mengurangi produksi sampah (*minimize*) yang kita hasilkan setiap hari. Selain itu, kita dapat pula mendaur ulang (*recycle*) dan mendaur pakai (*reuse*) sampah tersebut. Kitapun perlu memperhatikan bahan kimia yang kita buang dari rumah kita. Karena saat ini kita telah menjadi masyarakat kimia, yang menggunakan ratusan jenis zat kimia dalam keseharian kita, seperti mencuci, memasak,

membersihkan rumah, memupuk tanaman, dan sebagainya. Kita harus bertanggung jawab terhadap berbagai sampah seperti makanan dalam kemasan kaleng, minuman dalam botol dan sebagainya, yang memuat unsur pewarna pada kemasannya dan kemudian terserap oleh air tanah pada tempat pembuangan akhir. Bahkan pilihan kita untuk bermobil atau berjalan kaki, turut menyumbangkan emisi asam atau hidrokarbon ke dalam atmosfer yang akhirnya berdampak pada siklus air alam. Menjadi konsumen yang bertanggung jawab merupakan tindakan yang bijaksana. Sebagai contoh, kritis terhadap barang yang dikonsumsi, apakah nantinya akan menjadi sumber bencana yang persisten, eksplosif, korosif dan beracun atau *degradable* (dapat didegradasi alam)? Apakah barang yang kita konsumsi nantinya dapat meracuni manusia, hewan, dan tumbuhan aman bagi makhluk hidup dan lingkungan ?

Teknologi dapat kita gunakan untuk mengatasi pencemaran air. Instalasi pengolahan air bersih, instalasi pengolahan air limbah, yang dioperasikan dan dipelihara baik, mampu menghilangkan substansi beracun dari air yang tercemar. Dari segi kebijakan atau peraturanpun mengenai pencemaran air ini telah ada. Bila kita ingin benar-benar hal tersebut dapat dilaksanakan, maka penegakan hukumnya harus dilaksanakan pula. Pada akhirnya, banyak pilihan baik secara pribadi ataupun social (kolektif) yang harus ditetapkan, secara sadar maupun tidak, yang akan mempengaruhi tingkat pencemaran dimanapun kita berada. Walaupun demikian, langkah pencegahan lebih efektif dan bijaksana.

Melalui penanggulangan pencemaran ini diharapkan bahwa pencemaran akan berkurang dan kualitas hidup manusia akan lebih ditingkatkan, sehingga akan didapat sumber air yang aman, bersih dan sehat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Wood, JH & Keenan, Fundamental of College Chemistry
2. Keyser, Carl A, Material of Engineering
3. Lewis Waren K, Industryal Stochiometry
4. Theodore L., Chemistry
5. Tegart, W.J. Elements of Materials Science and Engineering, The Macmillan Co. New York. 1986.