

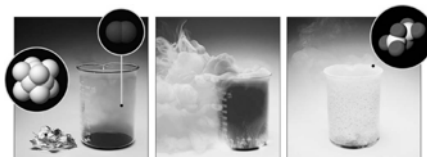
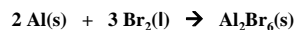
Molekul, Ion dan Senyawa Kimia

Drs. Iqmal Tahir, M.Si.
iqmal@gadjahmada.edu

I. Molekul, Senyawa dan rumus molekul

Molekul - Bentuk satuan terkecil yang dapat diidentifikasi menjadi unsur-unsur melalui suatu reaksi peruraian dan memiliki komposisi dan sifat kimia sebagai senyawa tersebut.

- Molekul terdiri dari atom-atom terdiri dua atau lebih unsur yang bergabung melalui ikatan kimia.



I. Molekul, Senyawa dan rumus molekul

Rumus molekul - Pernyataan singkat untuk menggambarkan jumlah atom yang terdapat dalam molekul.

- Terdapat empat macam tipe yang dapat digunakan untuk menjabarkan molekul :

- Rumus molekul (Molecular Formulas)
- Rumus termampatkan (Condensed Formulas)
- Rumus struktur (Structural Formulas)
- Model molekul (Molecular Models)

I. Molekul, Senyawa dan rumus molekul

1. Rumus molekul - Menjabarkan komposisi atom dari molekul tetapi tidak menggambarkan informasi struktur.

- Tipe atom direpresentasikan menggunakan simbol dalam tabel periodik.
- Angka subskrip di belakang atom mengindikasikan jumlah atom tersebut dalam molekul.

Contoh: $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$

- Rumus yang dapat menggambarkan beberapa molekul yang berbeda (contoh : etil metil eter, 1-propanol, atau 2-propanol).

I. Molekul, Senyawa dan rumus molekul

2. Rumus termampatkan - Beberapa atom dalam gugus disatukan untuk memberikan informasi struktur.

Contoh:

Rumus termampatkan	Nama
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	1-propanol
$\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$	2-propanol
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_3$	etil metil eter

I. Molekul, Senyawa dan rumus molekul

3. Rumus struktur - Menunjukkan bagaimana semua atom saling terikat, menggambarkan struktur secara lebih detail.

Contoh:

Rumus Struktur	Rumus termampatkan	Nama
	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	1-propanol
	$\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$	2-propanol
	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_3$	etil metil eter

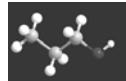
I. Molekul, Senyawa dan rumus molekul

4. **Model molekul** - Suatu model tiga dimensi yang menggambarkan struktur molekul.

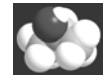
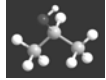
Bola dan tongkat

Pengisian ruang

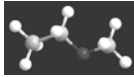
Nama



1-propanol



2-propanol



etil metil eter

II. Senyawa Ionik : Struktur, nama dan sifat

Senyawa ionik - Suatu senyawa yang terbentuk dari kombinasi ion, atom atau gugus atom yang memasangkan muatan listrik positif dan negatif dan terbentuk karena ikatan ionik (**ionic bonds**). Senyawa ionik ini sering dikenal dengan istilah garam.

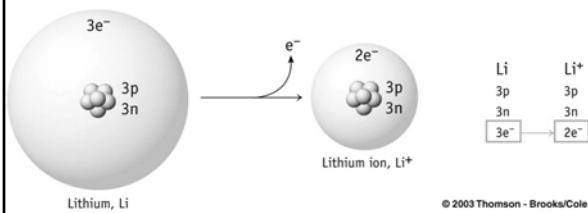
Ikatan ionik - Tarikan antara ion positif dan ion negatif yang dihasilkan dari transfer 1 atau lebih elektron dari satu atom ke atom lainnya.

Ion - Suatu atom atau gugus atom yang kehilangan atau menangkap satu atau lebih elektron sehingga tidak netral lagi.

II. Senyawa Ionik : Struktur, nama dan sifat

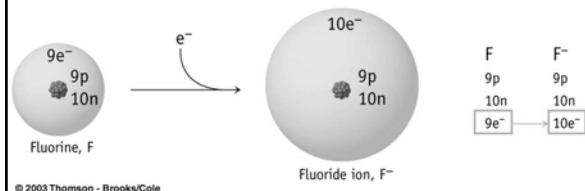
A. Ion

Kation - Suatu ion dengan muatan listrik positif akibat kehilangan satu atau lebih elektron.



II. Senyawa Ionik : Struktur, nama dan sifat

Anion - Suatu ion dengan muatan listrik negatif akibat menangkap satu atau lebih elektron.



II. Senyawa Ionik : Struktur, nama dan sifat

Ion Monatomik - Ion yang terbentuk dari atom tunggal karena kehilangan atau menangkap elektron.

Non-metals
Metals
Metalloids

II. Senyawa Ionik : Struktur, nama dan sifat

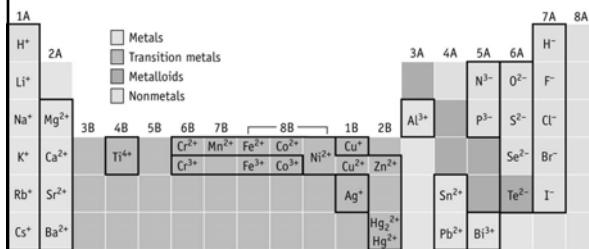
Muatan tipikal dari ion monatomik.

© 2003 Thomson - Brooks/Cole

• Logam golongan 1A – 3A membentuk ion positif dengan jumlah yang sama dengan nomor golongan.

II. Senyawa Ionik : Struktur, nama dan sifat

Muatan tipikal dari ion monatomik.

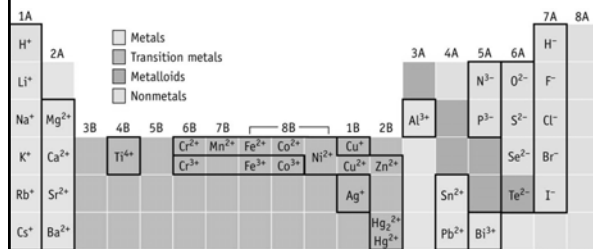


© 2003 Thomson - Brooks/Cole

- Logam transisi (unsur golongan B) tidak memiliki pola muatan ionik yang tetap.

II. Senyawa Ionik : Struktur, nama dan sifat

Muatan tipikal dari ion monatomik.

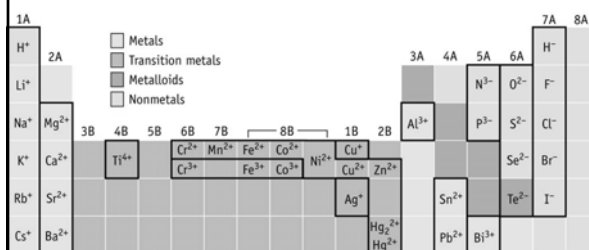


© 2003 Thomson - Brooks/Cole

- Nonlogam kebanyakan membentuk ion negatif dengan jumlah 8 dikurangi no golongan dari unsur tersebut.

II. Senyawa Ionik : Struktur, nama dan sifat

Muatan tipikal dari ion monatomik.



© 2003 Thomson - Brooks/Cole

- Metalloid memiliki muatan yang bervariasi dan dapat membentuk anion atau kation tergantung dengan unsur yang berikatan.

II. Senyawa Ionik : Struktur, nama dan sifat

Ion Poliatomik - Ion-ion yang terbentuk dari dua atau lebih atom dan memiliki suatu muatan listrik.

Table 3.1 • Formulas and Names of Some Common Polyatomic Ions

Formula	Name	Formula	Name
CATIONS: Positive Ions			
NH_4^+	ammonium ion		
ANIONS: Negative Ions			
Based on a Group 4A element		Based on a Group 7A element	
CN^-	cyanide ion	ClO^-	hypochlorite ion
CH_3CO_2^-	acetate ion	ClO_2^-	chlorite ion
CO_3^{2-}	carbonate ion	ClO_3^-	chlorate ion
HCO_3^-	hydrogen carbonate ion (or bicarbonate ion)	ClO_4^-	perchlorate ion
Based on a Group 5A element		Based on a transition metal	
NO_2^-	nitrite ion	CrO_4^{2-}	chromate ion
NO_3^-	nitrate ion	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	dichromate ion
H_2PO_4^-	phosphate ion	MnO_4^-	permanganate ion
HPO_4^{2-}	hydrogen phosphate ion		
H_2PO_3^-	dihydrogen phosphate ion		
Based on a Group 6A element			
OH^-	hydroxide ion		
SO_4^{2-}	sulfate ion		
SO_3^{2-}	sulfite ion		
HSO_4^-	hydrogen sulfate ion (or bisulfate ion)		

© 2003 Thomson - Brooks/Cole

II. Senyawa Ionik : Struktur, nama dan sifat

B. Rumus senyawa ionik

- Senyawa ionik umumnya bermuatan netral.
- Jumlah ion positif dan ion negatif dalam senyawa ionik haruslah seimbang.

II. Senyawa Ionik : Struktur, nama dan sifat

C. Penamaan senyawa ionik

1. Ion positif (kation) disebut pertama kali.
 - a. Jika kation (logam) telah dikenal memiliki bilangan oksidasi (atau muatan), gunakan nama logam tersebut.
 - b. Untuk logam transisi yang memiliki variasi bilangan oksidasi, muatan dari ion diindikasikan dengan bilangan romawi dalam kurung dituliskan di belakang nama logam tersebut.

Ion	Nama
K^+	ion kalium
Al^{3+}	ion aluminium
Cu^{3+}	ion tembaga(III)
Fe^{2+}	ion besi(II)

II. Ionic Compounds: Formulas, Names, and Properties

C. Penamaan senyawa ionik

2. Ion negatif (anion) dinamakan belakangkan.
 - a. Jika anion berupa ion monoatomik, tambahkan akhiran -*ida* di belakang nama unsur
 - b. Jika anion berupa poliatomik, gunakan nama ion poliatomik tersebut.

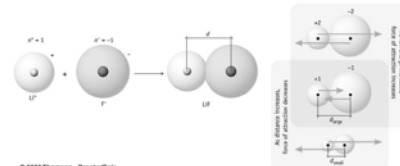
<u>Ion</u>	<u>Nama</u>
Br ⁻	ion bromida
N ³⁻	ion nitrida
CrO ₄ ²⁻	ion khromat
NO ₂ ⁻	ion nitrit

II. Ionic Compounds: Formulas, Names, and Properties

D. Sifat senyawa ionik

- Senyawa ionik terbentuk karena gaya elektrostatis (**electrostatic forces**), dan gaya tolakan yang terjadi antar ion yang disebut gaya Coulomb (**Coulomb's Law**).

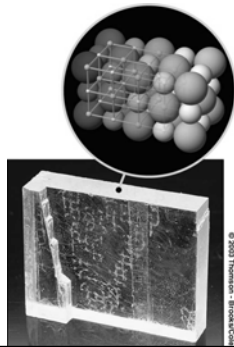
$$\text{Gaya tolakan} = k \frac{(n^+ e)(n^- e)}{d^2}$$



II. Senyawa Ionik : Struktur, nama dan sifat

D. Sifat senyawa ionik

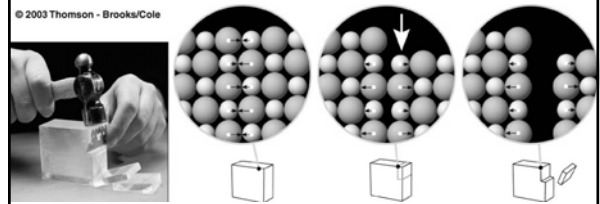
- Dalam bentuk padat, padatan ionik tersusun secara 3D dalam bentuk bidang kristal (**crystal lattice**).
- Senyawa ionik umumnya berupa padatan keras pada temperatur kamar.
- Titik leleh padatan ionik meningkat sesuai dengan peningkatan gaya elektrostatis yang terjadi pada ion-ion.



II. Senyawa Ionik : Struktur, nama dan sifat

D. Sifat senyawa ionik

- Padatan ionik dapat terbelah pada bidang yang jelas sesuai dengan struktur bidang kristal.



III. Senyawa molekular : Struktur, nama dan sifat

- Senyawa molekular terbentuk dari kombinasi dua atau lebih non logam atau metaloid yang saling terikat dengan ikatan kovalen (**covalent bonds**).

Ikatan Kovalen - Suatu tarikan interatomik yang dihasilkan dari penggunaan elektron bersama (sharing) dari atom-atomnya.

- Secara virtual, semua senyawa molekular biner dari kombinasi nonlogam di antara golongan 4A – 7A dengan unsur yang lain atau dengan hidrogen.

III. Senyawa molekular : Struktur, nama dan sifat

Penamaan Senyawa molekular

1. Namai unsur-unsur sesuai dengan kenaikan nomor golongan.
2. Tunjukkan jumlah tiap unsur dalam senyawa dengan awalan bahasa Yunani

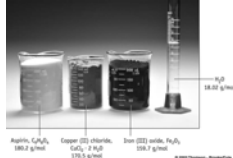
<u>Jumlah</u>	<u>Awalan</u>
1	mono-
2	di-
3	tri-
4	tetra-
5	penta-
6	heksa-
7	hepta-
8	okta-
9	nona-
10	deka-

IV. Struktur senyawa dan konsep mol

- Massa molar (*molar mass*) dari suatu senyawa adalah jumlah massa molar dari unsur-unsur pembentuk senyawa tersebut.

C	+	2 O	→	CO ₂
6.02 x 10 ²³ C atom		2 x 6.02 x 10 ²³ O atom		6.02 x 10 ²³ CO ₂ atom
= 1.00 mol C		= 2.00 mol O		= 1.00 mol CO ₂
= 12.01 g C		= 32.00 g O		= 44.01 g CO ₂

- Massa molar sering juga dikenal sebagai massa rumus atau berat molekul dari senyawa.



IV. Penentuan struktur kimia

- Salah satu cabang utama ilmu kimia adalah kimia analitik (*chemical analysis*), yang terkait dengan penentuan rumus kimia dan rumus struktur.

Hukum komposisi tetap (Law of Constant Composition) -

Menyatakan bahwa setiap contoh dari senyawa murni selalu terdiri unsur-unsur yang sama dengan perbandingan massa yang selalu sama.

Komposisi molekul dapat dinyatakan dengan 3 cara berikut:

1. Dalam bentuk jumlah atom untuk tiap tipe atom tersebut per molekul atau per satuan molekul (contoh rumus kimia).
2. Dalam bentuk massa tiap unsur per mol senyawa.
3. Dengan massa tiap unsur dalam senyawa secara relatif terhadap massa total senyawa (persen massa = **mass percent**).

IV. Penentuan struktur kimia

A. Persen komposisi

- Massa dari tiap unsur dalam suatu senyawa adalah relatif terhadap massa total dari senyawa.

$$\% \text{ unsur (massa)} = \frac{\text{massa satu unsur}}{\text{massa senyawa}} \times 100$$

- Persen komposisi (massa) senyawa dapat ditentukan dari rumus struktur serta massa molar dari senyawa dan unsur-unsur penyusunnya.

Contoh: Tentukan persen komposisi dari oksigen dan hidrogen dalam air !

IV. Penentuan struktur kimia

B. Rumus empirik dan rumus molekul dari persen komposisi

Rumus empirik - bentuk rasio atom terkecil yang mungkin dalam suatu senyawa.

- Rumus empirik dapat ditentukan dari persen komposisi senyawa.

Contoh: Tentukan rumus empirik dari senyawa yang tersusun dari 5.93% massa hidrogen dan 94.07% massa oksigen!

IV. Penentuan struktur kimia

B. Rumus empirik dan rumus molekul dari persen komposisi

Rumus molekul - Rumus ini memuat jumlah atom sebenarnya yang terdapat dalam senyawa.

- Rumus molekul dapat ditentukan dari persen komposisi dan massa molekul dari senyawa..

Contoh: Tentukan rumus formula dari contoh di depan jika diketahui massa molekul senyawa adalah 34.01 g/mol.

IV. Penentuan struktur kimia

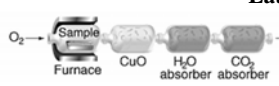
C. Penentuan rumus molekul dari data massa di laboratorium.

1. Tentukan massa suatu senyawa yang tidak diketahui dari massa satu atau lebih komponen unsur yang diketahui untuk membentuk senyawa tersebut.
2. Tentukan jumlah mol untuk tiap komponen yang digunakan untuk sintesis senyawa tersebut.
3. Gunakan rasio mol untuk menentukan rumus struktur senyawa tersebut.

Contoh: Gallium oksida, Ga_xO_y, terbentuk jika gallium direaksikan dengan oksigen. Dari percobaan diketahui 1,25 g Ga akan bereaksi dengan oksigen dan diperoleh 1.68 g Ga_xO_y. Apakah rumus struktur dari produk oksida ini ?

IV. Penentuan struktur kimia

Latihan : Antifreeze, is composed of 38.7 percent C, 9.7 percent H, and 51.6 percent O. What is the empirical formula?



$$(0.561 \text{ g CO}_2) \left(\frac{1 \text{ mol CO}_2}{44.0 \text{ g CO}_2} \right) \left(\frac{1 \text{ mol C}}{1 \text{ mol CO}_2} \right) \left(\frac{12.0 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} \right) = 0.153 \text{ g C}$$

$$(0.306 \text{ g H}_2\text{O}) \left(\frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18.0 \text{ g H}_2\text{O}} \right) \left(\frac{2 \text{ mol H}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \right) \left(\frac{1.01 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} \right) = 0.0343 \text{ g H}$$

$$0.255 \text{ g} - (0.153 \text{ g} + 0.0343 \text{ g}) = 0.0668 \text{ g O}$$

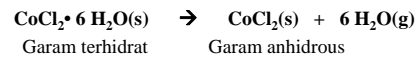
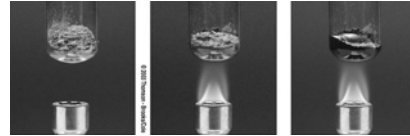
$$\text{Moles C} = (0.153 \text{ g C}) \left(\frac{1 \text{ mol C}}{12.0 \text{ g C}} \right) = 0.0128 \text{ mol C}$$

$$\text{Moles H} = (0.0343 \text{ g H}) \left(\frac{1 \text{ mol H}}{1.01 \text{ g H}} \right) = 0.0340 \text{ mol H}$$

$$\text{Moles O} = (0.0668 \text{ g O}) \left(\frac{1 \text{ mol O}}{16.0 \text{ g O}} \right) = 0.0042 \text{ mol O}$$

C:H:O = 2.98:7.91:1
C₃H₈O

V. Senyawa terhidrat - Senyawa dengan mengandung molekul air yang terikat dengan ion atau molekul air yang terdapat dalam bidang kristal dari garam ionik padat.



Contoh: Nikel(II) klorida terhidrat berupa pdatan kristlain berwarna hijau. Saat dipanaskan dengan kuat, senyawa akan terdehidrasi. Jika 0,235 g Nikel(II) khlorida terhidrat dipanaskan akan menghasilkan 0.128 g Nikel(II) khlorida anhidrous, apakah rumus molekul dari Nikel(II) khlorida terhidrat ?