Lembar Kegiatan Peserta Didik

Rumus Empiris, Rumus Molekul, dan Senyawa Hidrat

Kelompok: Kelas :

1.
2.
3.
4.
5.
6.

Kegiatan Belajar

Mata Pelajaran	**: Kimia**
Kelas	**: X / 2 (genap)**
Materi Pokok	**: Stokiometri Senyawa**
Sub Materi	**: Rumus Empiris, Rumus Molekul, dan Senyawa hidrat**

A. Capaian Pembelajaran
Peserta didik mampu mengamati, menyelidiki dan menjelaskan fenomena sesuai kaidah kerja ilmiah dalam menjelaskan konsep kimia dalam kehidupan sehari hari; menerapkan konsep kimia dalam pengelolaan lingkungan termasuk menjelaskan fenomena pemanasan global; menuliskan reaksi kimia dan menerapkan hukum-hukum dasar kimia; memahami struktur atom dan aplikasinya dalam nanoteknologi.

B. Alur Tujuan Pembelajaran
Menggunakan prinsip hukum dasar kimia, konsep mol, konsentrasi larutan dan pereaksi pembatas dalam penyelesaian perhitungan kimia
C. Asesmen
10.18.1 Mengkomunikasikan rumus empiris dan rumus molekul
10.18.2 Menggunakan konsep mol dalam menyelesaikan perhitungan kimia
10.18.3 Menentukan rumus empiris suatu senyawa berdasarkan data yang diberikan
10.18.4 Menentukan rumus molekul suatu senyawa berdasarkan data yang diberikan
10.18.5 Menentukan kadar unsur dalam senyawa berdasarkan rumus kimia senyawa
10.15.5 Menentukan rumus kimia suatu hidrat

LIVEWORKSHEETS

D. Materi Pembelajaraan

Pendahuluan

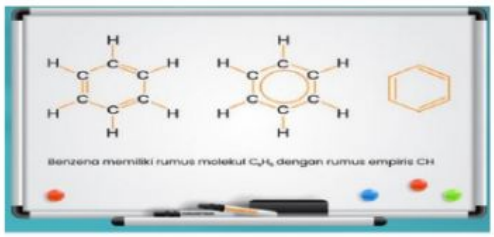
Apa yang dimaksud dengan rumus empiris dari suatu senyawa? Apa bedanya dengan rumus molekul?

Untuk lebih memahami tentang rumus empiris, rumus molekul, dan senyawa hidrat, lakukanlah kegiatan berikut !

Bacalah wacana dan amati gambar di bawah ini !

Kamu pasti sudah tahu bahwa rumus kimia merupakan salah satu ciri khas dari senyawa kimia? Nah, ternyata rumus kimia itu terbagi menjadi dua, yaitu rumus empiris dan rumus molekul. Apa bedanya?. Rumus empiris adalah rumus yang menyatakan perbandingan paling sederhana dari unsur-unsur penyusun molekul senyawa. Sedangkan rumus molekul adalah rumus sebenarnya yang menyatakan jumlah unsur-unsur yang menyusun suatu molekul.

Rumus empiris diperoleh berdasarkan percobaan. Contohnya, rumus molekul benzena adalah C_6H_6 dan rumus empirisnya adalah CH. Supaya kamu lebih paham, coba perhatikan gambar berikut!



Rumus empiris dapat digunakan untuk menunjukkan rumus molekul apabila tidak ada informasi tentang massa molekul relatif dari suatu senyawa. Misalnya, NO2 dapat dikatakan sebagai rumus molekul jika tidak ada informasi massa molekul relatifnya. Tapi, jika massa molekul relatifnya diketahui, misalnya 92, maka NO2 merupakan rumus empiris karena rumus molekul senyawa tersebut adalah N_2O_4.

Perbedaan Rumus Empiris dan Rumus Molekul

Perbedaan rumus empiris dan rumus molekul terletak pada **jumlah atomnya**, tapi jenis atom unsur penyusun senyawanya tetap sama. Misalnya, peroksida memiliki rumus molekul H_2O_2, sedangkan rumus empirisnya adalah HO. Jenis atom unsur penyusun senyawanya sama-sama H dan O. Tapi, jumlah atomnya saja yang berbeda. Jadi, perbedaan antara rumus molekul dan rumus empiris terletak pada jumlah atomnya.

Supaya lebih paham, kamu bisa perhatikan **contoh rumus empiris dan rumus molekul** pada tabel berikut ini.

Contoh Rumus Molekul dan Rumus Empiris

Zat	Rumus Molekul	Rumus Empiris
Peroksida	H_2O_2	HO
Glukosa	$C_6H_{12}O_6$	CH_2O
Amonia	NH_3	NH_3

Catatan: suatu zat bisa memiliki rumus molekul dan rumus empiris yang sama.

Cara Menghitung Rumus Empiris

Cara untuk menentukan rumus empiris yaitu perlu terlebih dahulu mencari **massa atau persentase massa** dalam senyawa. Setelah itu, dibagi dengan **massa atom relatif (Ar)** masing-masing unsur. Artinya, dalam menentukan rumus empiris, perlu dicari **perbandingan mol** dari unsur-unsur dalam senyawa tersebut. Rumus empiris dan rumus molekul bisa dijabarkan sebagai berikut:

(Rumus Empiris)n = Rumus Molekul

LIVEWORKSHEETS

Nilai n berkaitan dengan **massa molekul relatif (Mr)** dari suatu rumus kimia. Jika Mr dari rumus empiris dikalikan dengan n, maka menghasilkan Mr rumus molekul. Prinsip ini digunakan sebagai dasar dalam mencari rumus molekul senyawa.

Supaya lebih paham, coba kerjakan contoh soal di bawah ini

Contoh Soal Rumus Empiris

Suatu senyawa yang memiliki massa 100 gram mengandung unsur karbon, hidrogen, dan oksigen dengan persentase sebagai berikut:

41,82% untuk atom C
6,51% untuk atom H
51,67% untuk atom O

Tentukan rumus empiris senyawa tersebut!

Penyelesaian:

Diketahui:

Persentase unsur C = 41,82%
Persentase unsur H = 6,51%
Persentase unsur O = 51,67%

Ditanya: Rumus empiris?

Jawab:

Massa senyawa sebesar 100 gram, maka:

Massa C = 41,82 gram
Massa H = 6,51 gram
Massa O = 51,67 gram

Kemudian, cari jumlah mol masing-masing unsur dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{mol C} = \frac{\text{massa C}}{\text{massa molar C}} = \frac{41,82\ \text{g}}{12\ \text{g/mol}} = 3,485\ \text{mol}$$

$$\text{mol H} = \frac{\text{massa H}}{\text{massa molar H}} = \frac{6,51\ \text{g}}{1\ \text{g/mol}} = 6,51\ \text{mol}$$

$$\text{mol O} = \frac{\text{massa O}}{\text{massa molar O}} = \frac{51,67\ \text{g}}{16\ \text{g/mol}} = 3,229\ \text{mol}$$

Karena perbandingan jumlah mol juga menyatakan perbandingan jumlah atom, maka perbandingan jumlah mol dapat digunakan untuk menentukan rumus empiris.

mol C : mol H : mol O = atom C : atom H : atom O = 3,485 : 6,510 : 3,229

Karena atom-atom dalam molekul merupakan kelipatan bilangan bulat, maka perbandingan atom di atas harus bilangan bulat dan harus lebih sederhana, sehingga harus membagi ketiga bilangan di atas dengan kelipatan bilangan paling kecil yaitu 3,229. Perbandingannya menjadi:

1,07 : 2,01 : 1,00

Perbedaan angka di belakang koma pada desimal kedua dapat diabaikan, dengan demikian perbandingan atom C, H dan O adalah: **1 : 2 : 1**

Perbandingan ini menyatakan perbandingan atom-atom paling sederhana dalam molekul. Dengan demikian, rumus empiris senyawa adalah **CH_2O**.

Cara Mencari Rumus Molekul Unsur dan Senyawa

Rumus molekul menyatakan jenis dan jumlah atom yang sebenarnya di dalam molekul suatu senyawa. Rumus molekul dapat diartikan sebagai kelipatan dari rumus empirisnya. Untuk menyatakan rumus molekul suatu zat dilakukan dengan cara menuliskan lambang kimia tiap unsur yang ada dalam molekul dan jumlah atom dituliskan di kanan lambang kimia unsur secara subscript contohnya glukosa mempunyai rumus molekul $C_6H_{12}O_6$, yaitu setiap molekul glukosa mengandung enam atom karbon (C), dua belas atom hidrogen (H), dan enam atom oksigen (O).

LIVEWORKSHEETS

Cara mengetahui rumus molekul senyawa dari rumus empiris yaitu harus diketahui terlebih dahulu massa molekul relatifnya. Rumus molekul dan rumus empiris senyawa hanya terjadi perbedaan jumlah atom, sedangkan atom unsur penyusun senyawa tetap. Namun demikian beberapa senyawa memiliki rumus molekul dan rumus empirisnya yang sama, misalnya H_2O (air) dan NH_3 (amoniak).

Supaya kamu lebih paham, coba kerjakan **contoh soal** di bawah ini

Diketahui suatu senyawa mempunyai rumus empiris CH_2O. jika sebanyak 4,2 gram senyawa diuapkan pada 432 K dan 1 atm, diperleh volume sebesar 2,5 liter. Bagaimana rumus molekul senyawa tersebut?

Diketahui:
m = 4,2 gram
T = 435 K
P = 1 atm
V = 2,5 liter
Ditanya: Rumus molekul?

Jawab:
Asumsikan gas senyawa bersifat ideal maka jumlah mol uap dicari menggunakan persamaan gas ideal, yaitu:

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{1 \times 2,5}{0,082 \times 435} = 0,07 \text{ mol}$$

Setelah jumlah mol diketahui, selanjutnya menentukan massa molekul relatif senyawa (Mr) yang dapat dihitung melalui massa molar, nilai massa molar juga menyatakan nilai massa molekul relatif dari senyawa.

$$Mr = \frac{1}{0,07 \text{ mol}} \times 4,2 \text{ gram} = 60 \text{ gram/mol}$$

Dengan demikian massa molekul relatif adalah 60 sma.
Massa molekul relatif merupakan kelipatan dari massa rumus empiris. Dari rumus empiris, diketahui senyawa tersusun dari saru atom C, dua atom H dan satu atom O. Dengan demikian:

Mr = n x (Ar C + 2 Ar H + Ar O)
60 = n x (12 + 2 + 16)
60 = n x 30
n = 2

dengan n = 2, rumus molekul senyawa tersebut adalah:

2 x (CH_2O) = $C_2H_4O_2$

Jadi, rumus molekul senyawa adalah $C_2H_4O_2$. Berdasarkan rumus molekul dan sifat-sifat senyawa diketahui bahwa senyawa tersebut adalah asam asetat.

Menentukan Rumus Senyawa Hidrat

Senyawa hidrat adalah senyawa yang berbentuk kristal dengan mengikat beberapa molekul air dalam struktur kristalnya tersebut. Air ini diesbut air kristal, yang akan memberikan warna berbeda pada kristal yang mengikatnya. Berikut beberapa contoh senyawa gidrat yang ada:

Contoh:
1. Terusi ($CuSO_4.5\ H_2O$) : tembaga(II) sulfat pentahidrat
2. Gipsum ($CaSO_4.2\ H_2O$) : kalsium sulfat dihidrat
3. Garam inggris ($MgSO_4.7\ H_2O$) : magnesium sulfat heptahidrat
4. Soda hablur ($Na_2CO_3.10\ H_2O$) : natrium karbonat dekahidrat

Jika suatu senyawa hidrat dipanaskan, maka ada sebagian atau seluruh air kristalnya dapat dilepas (menguap). Jika suatu hidrat dilarutkan dalam air, maka air kristalnya akan lepas.

Contoh: $CuSO_4.5\ H_2O(s) \rightarrow CuSO_4(aq) + 5\ H_2O(l)$

LIVEWORKSHEETS

Dengan prinsip reaksi diatas yaitu dengan menghitung jumlah kristal anhidrat yang tersisa dari senyawa hidrat yang dipanaskan kita dapat menentukan jumlah molekul air dalam kristal hidrat tersebut. Jumlah molekul air kristal dari suatu senyawa hidrat dapat ditentukan melalui cara sebagai berikut.

Contoh Soal:
Sebanyak 2 gram kalsium klorida ($CaCl_2$) menyerap uap air dari udara dan membentuk hidrat dengan massa 3,94 gram. Tentukan rumus hidrat tersebut! (Ar Ca = 40, Cl = 35,5, H = 1, dan O = 16)
Pembahasan :
Massa senyawa $CaCl_2$ hidratnya = 3,94 gram
Massa senyawa $CaCl_2$ anhidrat = 2 gram
Maka,
Massa air yang diserap adalah = massa hidrat – massa anhidrat
= 3,94 – 2
= 1,94 gram
Reaksi yang terjadi saat senyawa $CaCl_2$ anhidrat menyerap air adalah sebagai berikut.

$$CaCl_2 + n\ H_2O \rightarrow CaCl_2.nH_2O$$

Yang perlu kita cari adalah harga n. harga n ini dapat diketahui dengan membandingkan mol $CaCl_2$ dengan H_2O, karena perbandingan mol akan sama dengan perbandingan koefisien.

Mol $CaCl_2$ = gr/Mr = 2/111 = 0,018 mol
Mol H_2O = gr/Mr = 1,94/18 = 0,107 mol

Perbandingan mol $CaCl_2$: mol H_2O = 0,018 : 0,107 = 1 : 5,98 = 1 : 6
Artinya 1 molekul $CaCl_2$ akan mengikat 6 mol molekul H_2O. Maka rumus senyawa hidrat tersebut adalah : $CaCl_2.6H_2O$

Untuk lebih memahami materi ini, mari simak video berikut.

1. Rumus empiris dan rumus molekul

2. Senyawa hidrat

LIVEWORKSHEETS

E. Penilaian

1. Suatu senyawa terdiri dari 20 % massa Mg, 26,67 % massa S, dan 53,33 % massa O. tentukan rumus empiris senyawa tersebut (Ar Mg = 24: S = 32; O = 16)

Penyelesaian:

Komponen Penyusun Senyawa	Massa (gram)	Mol komponen
Mg	20 % = 20 gram	mol Mg = $\frac{20\ gram}{24\ gram/mol} = \ldots\ldots mol$
S	26,67 % = ... gram	mol S = $\frac{\ldots\ldots\ gram}{32\ gram/mol} = 0{,}83\ mol$
O	..... % = ... gram	mol O = $\frac{\ldots\ldots\ gram}{16\ gram/mol} = \ldots\ldots mol$

maka, diperoleh Perbandingan Mol Mg : mol S : mol O = ... mol : ..... mol : ..... mol

= ..... : ..... : .....

jadi, rumus empiris senyawa adalah $Mg_xS_yO_z$ = ...

2. Dalam 30,8 gram senyawa hidrokarbon terdapat 5,6 gram massa hidrogen dan sisanya adalah karbon. Tentukan rumus empiris senyawa hidrokarbon tersebut ! ... (Ar C = 12; H = 1)

Penyelesaian:

Diketahui :

Massa senyawa = 30,8 gram

Massa hidrogen = 5,6 gram

maka massa Karbon = (30,8 - .....) gram = ... gram

berdasarkan data di atas maka lengkapilah tabel berikut !

Komponen Penyusun Senyawa	Massa (gram)	Mol komponen
C	5,6 gram	mol C = $\frac{\ldots\ldots\ldots\ gram}{\ldots\ldots\ldots\ gram/mol} = \ldots\ldots mol$
H	..... gram	mol H = $\frac{\ldots\ldots\ gram}{\ldots\ldots\ldots\ gram/mol} = \ldots\ldots mol$

maka diperoleh perbandingan Mol C : mol H = ... mol : ..... mol

jadi rumus empiris senyawa C_xH_y = ...

LIVEWORKSHEETS

3. Suatu senyawa memiliki rumus empiris C_2H_5 dengan Mr 58. tentukan rumus molekul senyawa tersebut! (Ar C = 12; H = 1)

Penyelesaian:

Rumus empiris = ...

massa molekul relatif senyawa = ...

misalkan rumus molekul senyawa $(C_2H_5)n$

Mr $(C_2H_5)n$ = Mr senyawa

..... n = 58

$n = \frac{.....}{.....}$

n = ...

rumus molekul senyawa adalah (C_2H_5)..... = ...

4. Suatu senyawa ester terdiri atas unsur karbon, hidrogen dan oksigen. 5 gram senyawa tersebut dibakar di udara menghasilkan 10 gram CO_2 dan 4 gram H_2O. Massa 1 mol senyawa tersebut adalah 88 g/mol. Tentukanlah rumus molekul dari senyawa ester tersebut! (Ar C = 12; H = 1, O = 16).

Penyelesaian:

CxHyOz	+	O_2	→	CO_2	+	H_2O
5 gram		..... gram		..... gram		..... gram

Massa zat sebelum dan sesudah reaksi adalah sama, sehingga massa unsur karbon (C) dalam senyawa ester (CxHyOz) sama dengan massa unsur karbon (C) di CO_2. Massa karbon (C) dalam senyawa **CO_2** dapat di cari dengan memakai kadar unsur dalam senyawa.

Massa C dalam CO_2 = $\frac{jumlah\ atom\ C\ X\ Ar\ C}{Mr\ CO2}$ X massa CO_2

$= \frac{..... \ x\ 12}{.....}$ X ..... gram

= ..... gram

Dengan cara yang sama, kita dapat mencari massa H dalam **H_2O**

Massa H dalam H_2O = $\frac{jumlah\ atom\ H\ X\ Ar\ H}{Mr\ H2O}$ X massa H_2O

$= \frac{..... \ x\ 1}{.....}$ X ..... gram

= ..... gram

LIVEWORKSHEETS

Untuk mencari massa unsur oksigen (O) dapat diperoleh dari:

Massa CxHyOz = massa C + massa H + massa O

5 gram = ... gram + ... gram + massa O

massa O = 5 gram − (..... gram + ... gram)

massa O = ... gram

Rumus empiris adalah perbandingan paling sederhana dari unsur-unsur penyusun senyawa.

Perbandingan: mol C : mol H : mol O

$\frac{\text{.....}}{12}$ mol : $\frac{\text{.....}}{1}$ mol : $\frac{\text{.....}}{16}$ mol

..... mol : ..... mol : ..... mol

..... : ..... : .....

Hasil mol terkecil dijadikan sebagai pembagi untuk menentukan perbandingannya.

Dari perhitungan diperoleh mol C : mol H : mol O = ... : ..... : ....., sehingga rumus empiris senyawa ester tersebut adalah .....

Mr (rumus empiris) n = Mr rumus molekul

Mr (.....)n = Mr senyawa

..... n = 88

$n = \frac{\text{.....}}{\text{.....}}$

n = ...

rumus molekul senyawa adalah (.....)..... = ...

5. Sebanyak 40 gram kristal $CuSO_4$. x H_2O dipanaskan, pada akhir pemanasan terdapat kristal $CuSO_4$ sebanyak 25,6 gram. Tentukan rumus molekul kristal tersebut? (Ar Cu = 63,5, S= 32, O = 16, H=1)

Jawaban:

Diketahui: massa CuSO4. x H_2O = ... gram

massa $CuSO_4$ = ... gram

Ditanyakan : rumus molekul kristal = ...?

Penyelesaian:

massa air = massa CuSO4. x H_2O − massa $CuSO_4$

massa air = ... − .....

massa air = ... gram

Mr $CuSO_4$ = ... Mr H_2O = ...

LIVEWORKSHEETS

Perbandingan mol $CuSO_4$: mol H_2O

$\frac{\text{.....}}{\text{.....}}$ mol : $\frac{\text{.....}}{\text{.....}}$ mol

..... mol : ..... mol

..... : .....

Jadi rumus kristal tersebut adalah $CuSO_4$ . .....H_2O

Selamat Bekerja

LIVEWORKSHEETS