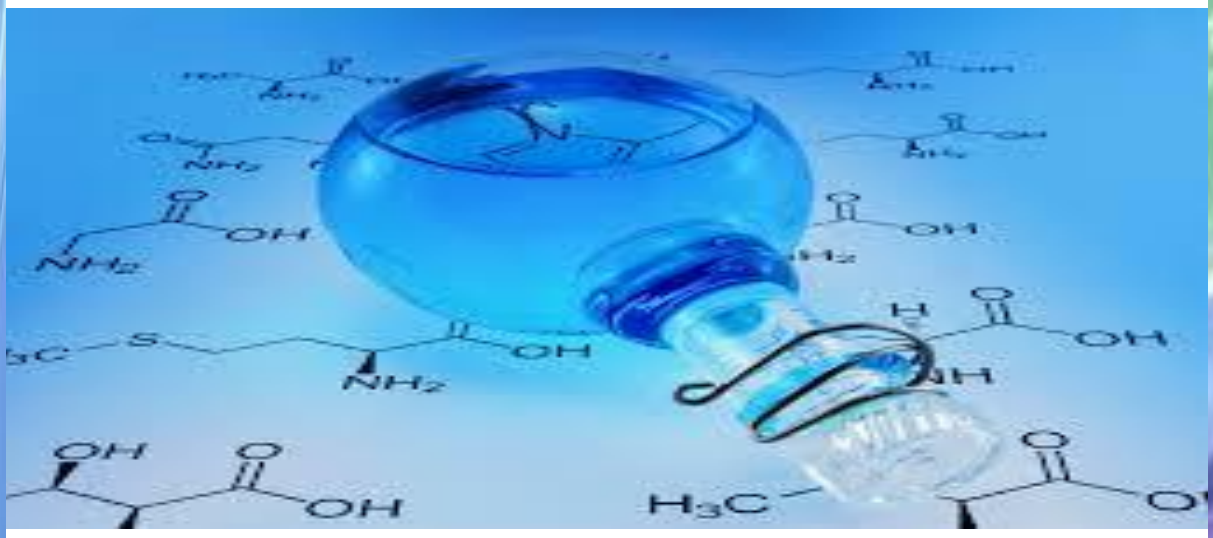
MODUL
KIMIA UMUM

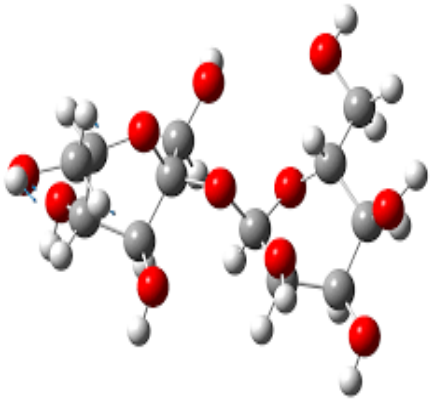


PENYUSUN :

HISAR MARULITUA MANURUNG, S.Pd., M.Pd

MATERI PEMBELAJARAN : STOIKIOMETRI

- ✓ **PERSAMAAN REAKSI**
- ✓ **HUKUM-HUKUM DASAR KIMIA**
- ✓ **KONSEP MOL**
- ✓ **KOMPOSISI ZAT DAN PEREAKSI PEMBATAS**



PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA

UNIVERSITAS HKBP NOMMENSEN PEMATANGSIANTAR

2020/2021

DAFTAR ISI

PENYUSUN..... 1
DAFTAR ISI…..... 2
GLOSARIUM 3
PENDAHULUAN 4
1. Identitas Modul 4
2. Kompetensi Dasar …..... 4
3. Deskripsi Singkat Materi …..... 4
4. Petunjuk Penggunaan Modul …..... 5
5. Materi Pembelajaran 5
6. Uraian Materi 5
7. Rangkuman 15
8. Penugasan Mandiri 17

GLOSARIUM

Keadaan standar (STP)	: keadaan suhu 0 ºC dan tekanan 1 atmosfer
Koefisien reaksi	: angka yang terdapat di depan rumus kimia dalam suatu persamaan reaksi.
Massa atom relatife	: Perbandingan massa atom dengan suatu unsur terhadap 1/12 massa atom C-12.
Massa molekul relative	: jumlah massa relatif semua atom dalam molekul.
Mol	: kuantitas zat yang mempunyai massa (dalam gram) sebanyak massa atom/molekul relatifnya
Pereaksi	: zat yang berubah selama reaksi dan ditulis di sebelah kiri persamaan reaksi.
Pereaksi pembatas	: pereaksi yang habis lebih dahulu dan membatasi jalannya reaksi sehingga tidak ada reaksi lebih lanjut.
Persamaan reaksi	: suatu persamaan yang menggambarkan zat-zat kimia yang terlibat sebelum dan sesudah reaksi kimia, baik secara kualitatif maupun kuantitatif.
Rumus empiris	: menyatakan perbandingan terkecil atom-atom dalam senyawa.
Rumus molekul	: menyatakan jumlah atom-atom dalam senyawa, merupakan kelipatan dari rumus empirisnya

PENDAHULUAN

1. Identitas Modul

Mata Kuliah : Kimia Umum

SKS : 3

Semester : Ganjil

Tahun Akademik : 2020/2021

Judul Modul : Stoikiometri

Status Mata Kuliah : Wajib

Program Studi : Pendidikan Kimia

2. Kompetensi Dasar

- ✓ Memahami pengertian persamaan reaksi dan konsep mol
- ✓ Mendeskripsikan metode penyetaraan reaksi kimia
- ✓ Menghitung massa, volume STP, dan jumlah partikel dari persamaan reaksi kimia.
- ✓ Menentukan pereaksi pembatas dalam suatu reaksi
- ✓ Menentukan rumus empiris dan rumus molekul serta senyawa hidrat
- ✓ Menerapkan hukum-hukum dasar kimia, konsep massa molekul relatif, persamaan kimia, konsep mol, dan kadar zat untuk menyelesaikan perhitungan kimia.
- ✓ Mengkonversikan jumlah mol dengan jumlah partikel, massa dan volume zat.
- ✓ Menganalisis berlakunya hukum perbandingan berganda (Dalton), hukum Gay Lussac dan hukum Avogadro melalui data percobaan
- ✓ Menghubungkan kadar unsur penyusun senyawa dengan kadar zat dalam campuran

3. Deskripsi Singkat Materi

Apa kabar peserta didik yang hebat? Semoga Ananda selalu sehat dan semangat dalam kondisi apapun ya. Aamiin. Selamat berjumpa Kembali di modul pembelajaran Kimia.

Pada modul ini Ananda akan belajar tentang hukum-hukum dasar kimia, konsep massa molekul relatif, persamaan kimia, konsep mol, dan kadar zat untuk menyelesaikan perhitungan kimia. Materi ini sangat erat jika dikaitkan dalam kehidupan sehari-hari. Contohnya manfaat stoikiometri dalam bidang pertanian untuk menganalisis komposisi pupuk, dalam bidang kedokteran untuk menentukan unsur atau senyawa dalam sebuah sampel misalnya sampel darah, urin, rambut dan lain sebagainya.

Stoikiometri juga merupakan materi prasyarat untuk belajar materi kimia berikutnya. Oleh sebab itu Ananda harus secara sungguh-sungguh mempelajari materi dalam modul ini. Mari kita pelajari bersama.

4. Petunjuk Penggunaan Modul

Untuk menggunakan modul ini Ananda diminta mengikuti langkah-langkah berikut:

1. Bacalah pahami materi Stoikiometri.

2. Berikan respon pada kegiatan mengamati gambar, kemudian pahami materi pembelajaran dan contoh soal.

3. Perdalam pemahamanmu tentang materi Stoikiometri dengan membuat ringkasan seperti pada bagian rangkuman, baru kemudian mengerjakan latihan soal.

4. Kerjakan kegiatan yang terdapat pada Penugasan Mandiri dengan penuh kejujuran dan tanggung jawab untuk penguatan pemahaman terhadap materi yang telah dipelajari.

5. Akhiri kegiatan dengan mengisi penilaian diri dengan jujur dan ulangi lagi pada bagian yang masih belum sepenuhnya dimengerti.

6. Kerjakan soal evaluasi di akhir modul.

5. Materi Pembelajaran

Materi pembelajaran yang akan dikaji oleh mahasiswa tentang stoikiometri yang terdiri dari sub-sub sebagai berikut : Persamaan Reaksi, Hukum-Hukum Dasar Kimia, Konsep Mol, dan Komposisi Zat dan Pereaksi Pembatas

6. Uraian Materi

PERSAMAAN REAKSI

Ananda yang hebat, pada suatu reaksi kimia terdapat dua jenis zat yaitu pereaksi atau reaktan dan produk atau hasil reaksi. Penulisan reaksi dengan menyatakan lambang unsur atau rumus kimia senyawa yang terlibat dalam reaksi disebut persamaan reaksi. Rumus umum persamaan reaksi sebagai berikut.

$$mA + nB \rightarrow pC + qD$$

Reaktan Produk

Jika Ananda menjumpai reaksi kimia yang belum setara (jumlah atom unsur ruas kiri tidak sama dengan jumlah atom unsur ruas kanan), maka harus disetarakan dulu atau lebih dikenal dengan istilah penyetaraan reaksi kimia. Untuk dapat menyetarakan reaksi kimia silakan Ananda pahami uraian berikut.

1. Aturan penulisan persamaan reaksi

Persamaan reaksi menyatakan kesetaraan jumlah zat-zat yang bereaksi dengan jumlah zat-zat hasil reaksi. Untuk menyatakannya digunakan rumus kimia zat-zat, koefisien reaksi, dan wujud zat.

Perhatikan contoh berikut: $2Na\ (s) + Cl2\ (g) \rightarrow 2NaCl\ (s)$

a. Rumus kimia zat-zat

Zat-zat yang terlibat dalam reaksi kimia dinyatakan oleh rumus kimianya. Rumus pereaksi diletakkan di ruas kiri dan hasil reaksi diletakkan di ruas kanan. Kedua ruas dihubungkan oleh tanda panah yang menyatakan arah reaksi.

b. Koefisien reaksi

Koefisien reaksi menyatakan jumlah partikel dari setiap pereaksi dan produk reaksi. Pada contoh di atas, 2 molekul Na bereaksi dengan 1 molekul Cl2 menghasilkan 2 molekul NaCl. Koefisien reaksi 1 umumnya tidak ditulis. Untuk menghitung jumlah atom unsur, Ananda perhatikan berikut. Rumus menghitung jumlah atom unsur :

Jumlah atom unsur = indeks X koefisien

Contoh : $3H_2O$

Koefisien =3 indeks = 2

Pada 3 molekul H2O di atas terdapat 6 atom H dan 3 atom O

Pada suatu persamaan reaksi kimia berlaku : Jumlah atom ruas kiri = Jumlah atom ruas kanan

Jika suatu reaksi kimia belum setara maka harus disetarakan dulu dengan

urutan atom-atom yang disetarakan sebagai berikut : “Atom Logam – Atom Non Logam selain H dan O – Atom H – Atom O”

c. Wujud zat

Meskipun bukan keharusan, terkadang kita perlu mencantumkan wujud zat-zat yang terlibat Dalam suatu reaksi. Wujud zat ditulis dengan singkatan dalam tanda kurung, sebagai subskrip di belakang rumus kimia zat yang bersangkutan.

Wujud Zat	**Subskrip**
Padat (solid)	s
Cair (liquid)	l
Gas (gase)	g
Larutan (aquades)	aq

2. Kiat penyetaraan persamaaan reaksi

Sebagian besar persamaan reaksi sederhana dapat disetarakan dengan mudah. Untuk menyetarakan reaksi-reaksi yang cukup sulit, kita dapat memakai “metode abjad”.

Perhatikan contoh berikut: $Pb(NO_3)_2 \rightarrow PbO + NO_2 + O_2$

➢ Masing-masing koefisien dimisalkan dengan huruf:

$a\ Pb(NO_3)_2 \rightarrow b\ PbO + c\ NO_2 + d\ O_2$

ruas kiri = ruas kanan

Jumlah atom

Pb a = b

N 2a = c

O 6a = b + 2c + 2d (*)

➢ Salah satu koefisien huruf dimisalkan dengan angka. Misalnya, a =1: b = a b = 1

c = 2a = 2 × 1 = 2

Untuk mencari d, maka harga a, b, c dimasukkan ke persamaan (*):

6a = b + 2c + 2d

6 × 1 = 1 + (2 x 2) + 2d

6 = 5 + 2d

d = 1/2

Diperoleh harga koefisien a = 1, b = 1, c = 2, dan d = 1/2

, maka:

$1Pb(NO_3)_2 \rightarrow 1PbO + 2NO_2 + 1/2O_2$

➢ Agar tidak ada koefisien berbentuk pecahan, maka masing-masing ruas

dikalikan 2:

$2Pb(NO_3)_2 \rightarrow 2PbO + 4NO_2 + O_2$ (setara)

HUKUM-HUKUM DASAR KIMIA

Perlu Ananda ketahui bahwa pada awal abad ke-18 para ilmuwan telah melakukan percobaan-percobaan yang mempelajari secara kuantitatif susunan zat dari beberapa reaksi kimia. Mereka menemukan adanya keteraturan-keteraturan yang dinyatakan sebagai hukum-hukum dasar kimia. Hukum dasar kimia yang akan dibahas di sini adalah Hukum Kekekalan Massa (Lavoisier), Hukum Perbandingan Tetap (Proust), Hukum Kelipatan Perbandingan (Dalton), Hukum Perbandingan Volum (Gay Lussac), dan Hipotesis Avogadro.

1. Hukum Kekekalan Massa (Hukum Lavoisier)

Perhatikan reaksi pembakaran kertas. Sepintas lalu dapat kita lihat bahwa massa abu hasil pembakaran lebih kecil daripada massa kertas yang dibakar. Apakah pembakaran kertas disertai pengurangan massa? Antoine Laurent Lavoisier telah menyelidiki massa zat-zat sebelum dan sesudah reaksi. Lavoisier menimbang zat sebelum bereaksi, kemudian menimbang hasil reaksinya. Ternyata massa zat sebelum dan sesudah reaksi selalu sama. Perubahan materi yang kita amati dalam kehidupan sehari-hari umumnya berlangsung dalam wadah terbuka. Jika hasil reaksi ada yang berupa gas (seperti pada pembakaran kertas), maka massa zat yang tertinggal menjadi lebih kecil daripada massa semula. Tetapi jika gas yang

dihasilkan pada pembakaran kertas juga ditimbang massanya, maka massa zat-zat hasil reaksi akan sama dengan sebelum reaksi.

Ananda dapat lihat data hasil reaksi antara $Pb(NO_3)_2$ dengan KI dalam wadah tertutup menghasilkan PbI_2 dan KNO_3 pada Tabel 1.

Tabel 1. Data percobaan massa zat sebelum dan sesudah reaksi

No. Percobaan	Massa sebelum reaksi $Pb(NO_3)_2$ + KI (gram)	Massa sesudah reaksi PbI_2 dan KNO_3 (gram)
1.	3,315	3,315
2.	4,970	4,970
3.	6,630	6,630

Dari data percobaan tersebut dapat diketahui massa zat sebelum dan sesudah reaksi tidak ada perubahan. Hal tersebut membuktikan Hukum Kekekalan Massa.

“Di dalam suatu sistem tertutup, massa zat-zat sebelum reaksi sama dengan massa zat sesudah reaksi”.

Contoh soal:

Superfosfat adalah pupuk yang mudah larut dalam air. Pupuk ini merupakan campuran antara $Ca(H_2PO_4)_2$ dengan $CaSO_4$ dengan perbandingan jumlah molekul 1 : 2. Pupuk ini dibuat melalui reaksi berikut:

$Ca_3(PO_4)_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow Ca(H_2PO_4)_2 + 2CaSO_4$

Jika 300 g $Ca_3(PO_4)_2$ bereaksi sempurna dengan 189,7 g H_2SO_4, berapa massa pupuk superfosfat yang dihasilkan?

Penyelesaian:

$Ca_3(PO_4)_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow Ca(H_2PO_4)_2 + 2CaSO_4$

300 g 189,7 g

Berdasarkan hukum kekekalan massa, massa zat sebelum reaksi sama dengan massa zat sesudah reaksi. Jadi, massa pupuk superfosfat yang dihasilkan = massa Ca3(PO4)2 + 2H2SO4 = 300 g + 189,7 g = 489,7 g

“Di dalam suatu sistem tertutup, massa zat-zat sebelum reaksi sama dengan massa zat sesudah reaksi”.

2. Hukum Perbandingan Tetap (Hukum Proust)

Senyawa yang sama meskipun berasal dari daerah berbeda atau dibuat dengan cara yang berbeda ternyata mempunyai komposisi yang sama. Contohnya, hasil analisis terhadap garam natrium klorida dari berbagai daerah sebagai berikut.

Asal	Massa Garam	Massa Natrium	Massa Klorida	Massa Na : Cl
Indramayu	2 gram	0,786 gram	1,214 gram	1 : 1,54
Madura	1,5 gram	0,59 gram	0,91 gram	1 : 1,54
Impor	2,5 gram	0,983 gram	1,517 gram	1 : 1,54

Sebagaimana ditunjukkan dalam perhitungan di atas, bahwa perbandingan massa Na terhadap Cl ternyata tetap, yaitu 1 : 1,54. Jadi, senyawa tersebut memenuhi hukum Proust.

"Perbandingan massa unsur-unsur dalam suatu senyawa adalah tetap."

Contoh soal:

Jika reaksi antara gas hidrogen dengan gas oksigen menghasilkan 18 gram uap air, berapakah massa H dan O dalam H_2O? (massa atom relatif H = 1; O = 16).

Penyelesaian:

hidrogen + oksigen →air

H ? O ?

Dalam molekul H_2O, massa atom H : massa atom O

= 2(1) : 16

"Perbandingan massa unsur-unsur dalam suatu senyawa adalah tetap."

= 1 : 8

Oleh karena itu, massa 1 molekul H2O = 1 + 8 = 9 satuan.

3. Hukum Kelipatan Perbandingan (Hukum Dalton)

Hukum Proust dikembangkan lebih lanjut oleh para ilmuwan untuk unsur-unsur yang dapat membentuk lebih dari satu jenis senyawa. Salah seorang diantaranya adalah John Dalton (1766 – 1844). Dalton mengamati adanya suatu keteraturan yang terkait dengan perbandingan massa unsur-unsur dalam suatu senyawa. Untuk memahami hal ini, perhatikan tabel hasil percobaan reaksi antara nitrogen dengan oksigen berikut.

Tabel 2. Reaksi antara Nitrogen dan Oksigen

Jenis Senyawa	Massa Nitrogen yang Direaksikan	Massa Oksigen yang Direaksikan	Massa Senyawa yang Terbentuk
Nitrogen monoksida	0,875 gram	1,00 gram	1,875 gram
Nitrogen dioksida	1,75 gram	1,00 gram	2,75 gram

Dengan massa oksigen yang sama, ternyata perbandingan massa nitrogen dalam senyawa nitrogen dioksida dan senyawa nitrogen monoksida merupakan bilangan bulat dan sederhana.

Massa nitrogen dalam senyawa nitrogen dioksida dibagi Massa nitrogen dalam senyawa nitrogen monoksida = 1,75 gram dibagi 0,87 gram = 2

Contoh soal:

Karbon bereaksi dengan oksigen membentuk senyawa A dan B dengan komposisi sebagai berikut:

Senyawa A : 2,41 g karbon dan 3,22 g oksigen

Senyawa B : 6,71 g karbon dan 17,9 g oksigen

Tentukan angka banding karbon yang paling sederhana yang bereaksi dengan

oksigen dengan massa yang sama.

Penyelesaian:

	Karbon	Oksigen	Karbon : Oksigen
Senyawa A	2,41	3,22	1 : 1,33 = 0,75 : 1
Senyawa B	6,71	17,9	1: 2,67 = 0,37 : 1

Jadi, perbandingan jumlah atom C dalam senyawa A dan senyawa B adalah 2 : 1.

4. Hukum Perbandingan Volum (Hukum Gay - Lussac)

Pada tahun 1808 Josep Louis Gay Lussac dari Perancis menyelidiki hubungan antara volum gas-gas dalam suatu reaksi kimia. Ia menemukan bahwa pada suhu dan tekanan yang sama, satu volum gas oksigen bereaksi dengan dua volum gas hidrogen menghasilkan dua volum uap air.

Dari data percobaan tersebut Gay Lussac menyimpulkan :

"Pada suhu dan tekanan yang sama, volume gas-gas yang bereaksi dan volume gas-gas hasil reaksi berbanding sebagai bilangan bulat dan sederhana."

Berikut contoh perbandingan volum pada reaksi-reaksi gas pada kondisi (suhu dan tekanan) yang sama.

a) $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$ Perbandingan volum $H_2 : Cl_2 : HCl = 1 : 1 : 2$

1 vol 1 vol 2 vol

b) $2\,NH_3(g) \rightarrow N_2(g) + 3\,H_2(g)$ Perbandingan volum $NH_3 : N_2 : H_2 = 2 : 1 : 3$

2 vol 1 vol 3 vol

Hukum ini hanya berlaku untuk reaksi-reaksi gas yang susunan molekulnya sederhana. Hukum perbandingan volum ini diperoleh semata-mata dari hasil percobaan. Berdasarkan hukum ini, kita dapat menghitung volum gas pada suatu reaksi, jika volum salah satu gas diketahui.

Contoh soal:

Salah satu komponen gas elpiji yang biasa digunakan dalam kegiatan rumah tangga adalah gas propana (C_3H_8). Pada suhu dan tekanan tertentu, gas propane terbakar sempurna dengan oksigen menurut reaksi berikut:

$C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g)$

Bila reaksi ini memerlukan 3 L gas oksigen, berapa volume C_3H_8 yang bereaksi dan gas-gas lain yang dihasilkan?

Penyelesaian:

Persamaan reaksi: $C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g)$

? 3 L

"Perbandingan volume = perbandingan koefisien"

$Volume\ C3H8$ dibagi $Volume\ O2 = Koefisien\ C3H8$ dibagi $Koefisien\ O2$

Volume C_3H_8 = ($Koefisien\ C3H8$ dibagi $Koefisien\ O2$) x Volume O_2 = (1 dibagi 5) x 3L
= 0,6 L

5. Hipotesis Avogadro

Hipotesis Avogadro berbunyi : **"Pada suhu dan tekanan yang sama, semua gas bervolume sama mengandung jumlah molekul yang sama pula".**

Berdasarkan hipotesis tersebut Ananda dapat menentukan jumlah molekul

gas lain, jika volumnya diketahui.

Contoh Soal :

Gas nitrogen dan gas hidrogen dapat bereaksi membentuk gas amoniak (NH_3) pada keadaan tekanan dan suhu yang sama. Jika 40 molekul gas nitrogen, berapa molekul gas hidrogen yang diperlukan dan berapa molekul gas NH_3 yang dihasilkan?

Penyelesaian:

Reaksi : $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$

Perbandingan koefisien : 1 : 3 : 2

Perbandingan volum : 1 vol : 3 vol : 2 vol

Perbandingan molekul : 40 molekul : (3 dibagi 1) x 40 $molekul$: (2 dibagi 1) 40 $molekul$

Gas H_2 yang diperlukan : 3 x 40 molekul = 120 molekul

Gas NH_3 yang terjadi : 2 x 40 molekul = 80 molekul

Jadi, gas H_2 yang diperlukan adalah 120 molekul dan NH_3 yang terjadi adalah 80 molekul.

KONSEP MOL

1. Massa Atom Relatif (Ar) dan Massa Molekul Relatif (Mr)

Pada materi kimia sebelumnya tentang Struktur Atom, Ananda telah mengenal Ar atau massa atom relatif. Nah, pada kegiatan pembelajaran kali ini kita Kembali membahas tentang Ar ditambah tentang Mr (massa molekul relatif). Massa Molekul Relatif (Mr) dan Massa

Atom Relatif (Ar) menyatakan perbandingan massa atom unsur dengan massa atom C-12 atau secara matematik ditulis:

Ar = (Massa 1 atom Unsur dibagi 1/12 x Massa 1 atom C-12)

Massa atom relatif suatu unsur diperlukan untuk menentukan massa molekul relatif suatu senyawa baik yang berupa molekul unsur, molekul senyawa, dan senyawa ion. Massa molekul relatif dinyatakan dengan Mr. Massa molekul relatif (Mr) dapat dinyatakan dengan menjumlahkan massa atom relatif (Ar) atom-atom unsur pembentuk senyawa.

$$Mr = \boldsymbol{\Sigma\ Ar}$$

Contoh :

Diketahui Ar H = 1; O = 16; S = 32; C = 12; N = 14.

Tentukan :

a. Mr H2SO4

b. Mr CO(NH2)2

Penyelesaian :

a. Mr H2SO4

Mr = $\boldsymbol{\Sigma\ Ar}$

= (2 x Ar H) + (1 x Ar S) + (4 x Ar O)

= (2 x 1) + (1 x 32) + (4 x 16)

= 2 + 32 + 64

= 98

b. Mr CO(NH2)2 = (1 x Ar C) + (1 x Ar O) + (2 x Ar N) + (4 x Ar H)

= (1 x 12) + (1 x 16) + (2 x 14) + (4 x 1)

= 12 + 16 + 28 + 4

= 60

2. Mol

Ananda, untuk menyatakan banyaknya suatu benda, sehari-hari dikenal satuan lusin, kodi, gros, dan rim. 1 lusin banyaknya 12, 1 gros banyaknya 144, 1 kodi banyaknya 20, dan 1 rim banyaknya 500. Nah, tahukah Ananda apa satuan zat dalam kimia?

Zat-zat yang terlibat dalam reaksi kimia tersebut mengandung partikel-partikel seperti atom, molekul, atau ion. Bayangkanlah bahwa 1 gram besi mengandung lebih dari 10^{20} butir-butir atom besi dan 1 mL air mengandung lebih dari 10^{20}molekul air, jadi sangat sulit menghitungnya.

Agar tidak mengalami kesulitan, maka jumlah partikel yang banyak itu diungkapkan dengan satuan jumlah. Para ahli kimia menyatakan satuan jumlah zat dalam kimia adalah mol. Bagaimana menentukan mol suatu zat? Ananda dapat melihat pada bagan Jembatan Mol berikut.

Volume gas bergantung pada suhu dan tekanan. Beberapa keadaan suhu dan tekanan yang biasa dijadikan acuan penentuan volume gas sebagai berikut.

1. Keadaan Standar

Kondisi dengan suhu 0 °C dan tekanan 1 atm disebut keadaan standar dan dinyatakan dengan STP (Standard Temperature and Pressure). Rumus yang digunakan untuk mencari volume sama dengan yang tercantum pada Jembatan Mol.

2. Keadaan Kamar

Kondisi pengukuran gas pada suhu 25 °C dan tekanan 1 atm disebut keadaan kamar dan dinyatakan dengan RTP (Room Temperature and Pressure). Untuk mencari volume menggunakan persamaan gas ideal.

3. Keadaan Tertentu dengan Suhu dan Tekanan yang Diketahui

Volume gas pada suhu dan tekanan yang diketahui dapat dihitung dengan menggunakan persamaan gas yang disebut persamaan gas ideal. Persamaan gas ideal, yaitu PV = nRT, untuk menentukan volume gas menjadi:

V = $\boldsymbol{nRT}$ dibagi $\boldsymbol{P}$

4. Keadaan yang Mengacu pada Keadaan Gas Lain

Pada suhu dan tekanan yang sama, volume gas hanya bergantung pada jumlah molnya. Misalkan gas pertama dengan jumlah mol n1 dan volume V1 dan gas kedua dengan jumlah mol n2 dan volume V2, maka pada suhu dan tekanan yang sama berlaku:

Perhatikan contoh-contoh berikut agar Ananda lebih memahami tentang hubungan mol dengan besaran lainnya.

Contoh Soal

1. Suatu sampel logam mengandung 5 mol emas murni (Au).

a. Apakah jenis partikel unsur emas?

b. Berapakah jumlah partikel dalam sampel tersebut?

Penyelesaian:

a. Emas adalah unsur logam, sehingga jenis partikelnya adalah atom emas.

b. Jumlah partikel dalam 5 mol emas murni adalah:

$X = n \times 6{,}02 \times 10^{23}$ partikel/mol

$= 5 \text{ mol} \times 6{,}02 \times 10^{23}$ partikel/mol

$= 3{,}01 \times 10^{24}$ atom emas

2. Menghitung Massa Jika Diketahui Jumlah Mol Zat

Hitunglah massa dari:

a. 5 mol besi (Ar Fe = 56)

b. 0,75 mol urea CO(NH2)2 (Ar C = 12, O = 16, N = 14, dan H = 1)

Penyelesaian:

a. massa besi = g = n × Ar Fe

= 5 mol × 56 mol/gram

= 80 gram

b. massa urea = g = n × Mr CO(NH2)2

= 0,75 mol × 60 mol/gram

= 45 gram

3. Penentuan Rumus Kimia Senyawa

Ananda yang hebat, suatu senyawa mempunyai dua macam rumus yaitu Rumus Molekul (RM) dan Rumus Empiris (RE). Rumus Molekul adalah rumus sebenarnya dari senyawa, sedangkan Rumus Empiris adalah rumus paling sederhana dari senyawa.

a. Menentukan Rumus Empiris (RE) Berdasarkan Ar dan Mr

Dalam menentukan rumus empiris zat, perbandingan mol unsur-unsur dalam zat haruslah merupakan perbandingan paling sederhana.

Berdasarkan Ar, Mr, dan persentase unsur-unsur pembentuk senyawa, Ananda dapat menentukan rumus kimia senyawa dengan langkah-langkah sebagai berikut.

a. Tuliskan lambang unsur.

b. Tuliskan perbandingan % massanya.

c. Bagi % massa dengan Ar unsur tersebut, sehingga didapat perbandingan jumlah unsur-unsur.

d. Bagi dengan angka terkecil sehingga didapat perbandingan yang sederhana. Agar lebih memahami, perhatikan contoh soal berikut.

Contoh Soal

Tentukan rumus empiris dari senyawa yang mengandung 59% natrium dan 41%

belerang! (Ar Na = 23, S = 32).

Penyelesaian:

Perbandingan % massa Na dan S = 59% : 41%

Perbandingan jumlah unsur Na dan S = 59/23 : 41/32 = 2,56 : 1,28

= 2,56/1,28 :1,28/1,28

Perbandingan unsur Na dan S = 2 : 1

Rumus Empiris = Na2S

b. Menentukan Rumus Molekul (RM)

Rumus molekul atau rumus sebenarnya dari senyawa merupakan kelipatan dari rumus empirisnya.

Mr Rumus Molekul = n x Mr Rumus Empiris

RM = (RE)n

Contoh soal

Suatu senyawa organik dengan Mr = 90 tersusun dari 40% karbon; 6,6% hidrogen; dan sisanya oksigen (Ar C=12; H = 1; O = 16). Tentukan rumus molekul senyawa tersebut!

Penyelesaian:

C = 40%; H= 6,6% ; O= 53,4%

mol C : mol H : mol O = 40/12 : 6,6/1 : 53,4/16

= 3,3 : 6,6 : 3,3

= 1 : 2 : 1

Rumus Empirisnya adalah : CH_2O

RM = (RE)n

90 = (CH2O)n

90 = (Ar C + 2Ar H + Ar O)n

90 = (12 + (2x1) + 16)n

90 = (30)n

n = 90/30

n = 3

Jadi, Rumus Molekulnya adalah $(CH_2O)_3 = C_3H_6O_3$

7. Rangkuman

1. Pada suatu reaksi kimia terdapat zat pereaksi (reaktan) dan hasil reaksi (produk).

2. Jumlah atom unsur reaktan (ruas kiri panah) harus sama dengan jumlah atom unsur produk (ruas kanan panah).

3. Cara menghitung jumlah atom unsur menggunakan rumus indeks dikalikan koefisien.

4. Urutan atom yang disetarakan adalah atom logam – atom non logam selain H dan O – atom H – atom O.

5. Untuk menyetarakan reaksi-reaksi yang cukup sulit, dapat memakai “metode abjad”

6. Hukum Kekekalan Massa (Hukum Lavoisier) berbunyi jumlah massa zat-zat sebelum dan sesudah reaksi adalah sama.

Zat A + Zat B → Zat C

Massa A + B = massa C

7. Hukum Perbandingan Tetap (Hukum Proust) berbunyi perbandingan massa unsur-unsur penyusun dalam tiap senyawa selalu tetap.

Unsur A + Unsur B → Senyawa C

Massa A: massa B selalu tetap membentuk senyawa C

8. Hukum Kelipatan Perbandingan (Hukum Dalton) berbunyi jika ada dua senyawa yang dibentuk dari dua unsur yang sama dan massa satu unsur pada kedua senyawa itu sama maka massa unsur yang lainnya mempunyai angka perbandingan yang sederhana dan bulat.

Unsur A + Unsur B → Senyawa I : AB

Senyawa II : A_2B_3

Massa unsur A sama, maka massa unsur BI : BII = 2 : 3

9. Hukum Perbandingan Volum (Hukum Gay Lussac) berbunyi pada temperatur dan tekanan yang sama perbandingan volum gas-gas yang bereaksi dan gas hasil reaksi merupakan bilangan bulat dan mudah.

1 volum gas A + 1 volum gas B → 2 volum gas C

Volum A : Volum B : Volum C = 1 : 1 : 2

10. Hukum Avogadro berbunyi pada temperatur dan tekanan yang sama, semua gas pada volum yang sama mengandung jumlah molekul yang sama pula.

P dan T sama: $A_2 + B_2 \rightarrow 2AB$

Jumlah molekul A_2: Jumlah molekul B_2: Jumlah molekul AB = 1 : 1 : 2

11. Massa molekul relatif (Mr) merupakan jumlah massa atom relatif unsur-unsur pembentuk satu molekul suatu senyawa.

12. Satuan jumlah zat dalam kimia adalah mol.

13. Volume gas dipengaruhi oleh suhu dan tekanan.

14. Kondisi dengan suhu 0 °C dan tekanan 1 atm disebut keadaan standar dan dinyatakan dengan STP (Standard Temperature and Pressure).

15. Kondisi pengukuran gas pada suhu 25 °C dan tekanan 1 atm disebut keadaan kamar dan dinyatakan dengan RTP (Room Temperature and Pressure).

16. Volume gas pada suhu dan tekanan yang diketahui dapat dihitung dengan menggunakan persamaan gas yang disebut persamaan gas ideal, yaitu PV = nRT.

17. Pada suhu dan tekanan yang sama, volume gas hanya bergantung pada jumlah molnya.

18. Suatu senyawa mempunyai Rumus Empiris (RE) dan Rumus Molekul (RM).

19. Hubungan RE dan RM dinyatakan dengan rumus RM = (RE)n

8. Penugasan Mandiri

1. Hukum dasar kimia sangat penting bagi pemecahan masalah pada ilmu kimia dan ilmu pengetahuan alam lainnya. Ada beberapa ahli yang berjasa pada penemuan ini. Cobalah cari informasi tentang penemu hukum-hukum ini secara lengkap, bagaimana sejarahnya sampai mendapatkan penemuan-penemuan yang berharga untuk memotivasimu dalam belajar kimia. Informasi bisa didapat dari buku-buku, internet, majalah atau ensiklopedia. Buat laporannya dengan singkat!

2. Agar Ananda semakin memahami tentang materi di Kegiatan Pembelajaran ini, lakukanlah kegiatan berikut ini secara mandiri ! Carilah 10 senyawa yang Ananda sering jumpai dalam kehidupan sehari-hari (di rumah atau lingkungan sekitar), kemudian tuliskan rumus molekul, rumus empiris dan carilah massa molekul relatifnya! Buatlah laporannya!