

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 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dengan KI dalam wadah tertutup menghasilkan PbI_2 dan KNO_3 pada Tabel 1.

Tabel 1. Data percobaan massa zat sebelum dan sesudah reaksi

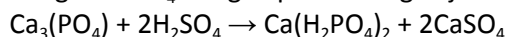
No. Percobaan	Massa sebelum reaksi $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{KI}$ (gram)	Massa sesudah reaksi PbI_2 dan KNO_3 (gram)
1.	3,315	3,315
2.	4,970	4,970
3.	6,630	6,630

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”.

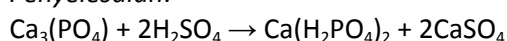
Contoh soal:

Superfosfat adalah pupuk yang mudah larut dalam air. Pupuk ini merupakan campuran antara $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ dengan CaSO_4 dengan perbandingan jumlah molekul 1 : 2. Pupuk ini dibuat melalui reaksi berikut:



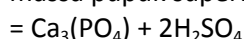
Jika 300 g $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ bereaksi sempurna dengan 189,7 g H_2SO_4 , berapa massa pupuk superfosfat yang dihasilkan?

Penyelesaian:



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



$$= 300 \text{ g} + 189,7 \text{ g} = 489,7 \text{ g}$$

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.”

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 di antaranya 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.

$$\frac{\text{Massa nitrogen dalam senyawa nitrogen dioksida}}{\text{Massa nitrogen dalam senyawa nitrogen monoksida}} = \frac{1,75 \text{ gram}}{0,87 \text{ gram}} = \frac{2}{1}$$

“Jika dua jenis unsur bergabung membentuk lebih dari satu senyawa, dan jika, massa salah satu unsur dalam senyawa tersebut sama, sedangkan massa unsur lainnya berbeda, maka perbandingan massa unsur lainnya dalam senyawa tersebut merupakan bilangan bulat sederhana.”

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.”

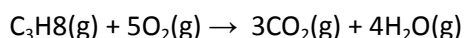
Berikut contoh perbandingan volum pada reaksi-reaksi gas pada kondisi (suhu dan tekanan) yang sama.

- a) $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HCl}(\text{g})$ Perbandingan volum gas $\text{H}_2 : \text{Cl}_2 : \text{HCl} = 1 : 1 : 2$
 1 vol 1 vol 2 vol
- b) $2\text{NH}_3(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ Perbandingan volum $\text{NH}_3 : \text{N}_2 : \text{H}_2 = 2 : 1 : 3$
 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:

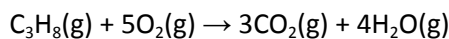
Salah satu komponen gas elpiji yang biasa digunakan dalam kegiatan rumah tangga adalah gas propana (C_3H_8). Pada suhu dan tekanan tertentu, gas propana terbakar sempurna dengan oksigen menurut reaksi berikut:



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

Penyelesaian:

Persamaan reaksi:



? 3 L

Perbandingan volume = perbandingan koefisien.

$$\frac{\text{Volum C}_3\text{H}_8}{\text{Volum O}_2} = \frac{\text{Koefisien C}_3\text{H}_8}{\text{Koefisien O}_2} \rightarrow \frac{\text{Volum C}_3\text{H}_8}{3\text{L}} = \frac{1}{5} \rightarrow \text{Volum C}_3\text{H}_8 = \frac{1}{5} \times 3\text{L} = 0,6\text{L}$$

$$\text{Volume C}_3\text{H}_8 = \frac{1}{5} \times 3\text{L} = 0,6\text{L}$$

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 volumenya 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?