



BAHAN AJAR

Hukum Dasar Kimia

KIMIA KELAS X

KELAS

X



PENYUSUN

Sunartri, S.Pd., M.Pd.

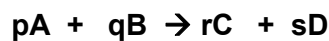
A. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

1. Mengidentifikasi hukum-hukum dasar kimia.
2. Menerapkan hukum-hukum dasar kimia untuk menyelesaikan perhitungan kimia.
3. Menginterpretasi data hasil percobaan menggunakan hukum-hukum dasar kimia

B. Uraian Materi

1. Persamaan Reaksi

Perlu anda ketahui bahwa di dalam suatu reaksi kimia terdapat 2 zat yaitu pereaksi atau reaktan dan hasil reaksi atau produk. Rumus persamaan reaksi sebagai berikut:



Keterangan: A dan B = Reaktan

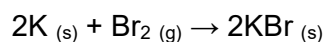
C dan D = Produk

p,q,r,dan s = Koefisien reaksi

a) 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 atau fase zat.

Perhatikan contoh berikut:



- Rumus kimia zat-zat

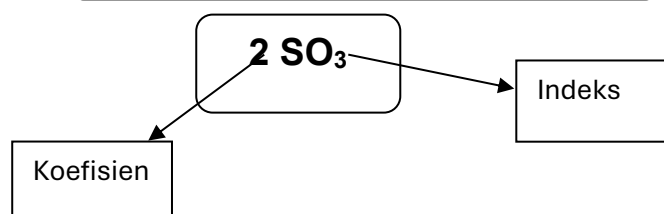
Zat-zat yang terlibat dalam reaksi kimia dinyatakan oleh rumus kimianya. Rumus pereaksi diletakkan di ruas kiri dan hasil reaksi diletakkan di ruas kanan. Kedua ruas dihubungkan oleh tanda panah yang menyatakan arah reaksi.

- Koefisien reaksi

Koefisien reaksi menyatakan jumlah partikel dari setiap reaktan dan produk reaksi. Pada contoh di atas, 2 molekul K bereaksi dengan 1 molekul Br_2 menghasilkan 2 molekul KBr. Koefisien reaksi 1 umumnya tidak ditulis. Untuk menghitung jumlah atom unsur, perlu memerhatikan rumus berikut:

Rumus menghitung: Jumlah atom unsur = indeks x koefisien

Contoh:



Pada 2 molekul SO_3 terdapat 2 atom S dan 6 atom O

Reaksi dikatakan setara apabila jumlah atom di ruas kiri sama dengan jumlah atom di ruas kanan. Jika suatu reaksi belum setara, maka cara menyetarakan dengan urutan penyetaraan sebagai berikut:

Atom logam – atom non logam selain H dan O – atom H – atom O

- Wujud atau fase Zat

Menuliskan wujud atau fase suatu zat bukan merupakan suatu keharusan, namun kita tetap perlu mencantulkannya dalam suatu reaksi. Ada 4 fase dalam reaksi kimia.

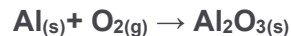
Gas $\rightarrow$ (g)
 Cair (*liquid*) $\rightarrow$ (l)
 Padat (*solid*) $\rightarrow$ (s)
 Larutan (*aqueous*) $\rightarrow$ (aq)

- b) Cara menyetarakan suatu reaksi

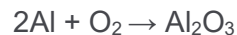
- Penyetaraan reaksi sederhana

Anda harus tulis persamaan reaksi yaitu terdiri dari nama zat yang berasal dari reaktan (pereaksi) dan produk (hasil reaksi) disertai wujud zat. Langkah berikutnya melakukan penyetaraan terhadap persamaan reaksi dengan cara memberikan koefisien yang sesuai dengan penyetaraan tersebut.

Contoh: Setarakan reaksi berikut:



- Atom Al di kiri ada 1 dan di kanan ada 2, maka yang di kiri dikalikan 2:



- Atom O di kiri ada 2 dan di kanan ada 3, maka yang di kiri dikalikan 3/2:



- Agar tidak ada pecahan, maka semua ruas dikalikan 2:



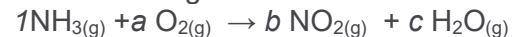
- Penyetaraan reaksi kompleks

Persamaan reaksi sederhana dapat disetarakan dengan mudah. Untuk menyetarakan reaksi-reaksi yang kompleks memang cukup sulit, akan tetapi kita dapat memakai “metode Aljabar atau abjad”.

Perhatikan contoh berikut:



- Menganggap NH_3 mempunyai koefisien 1 dan koefisien senyawa lain dimisalkan dengan huruf:



Atom	Ruas kiri	Ruas kanan
N	1	b
H	3	$2c$
O	$2a$	$2b + c$

Diketahui harga $b = 1$

Dari persamaan $3 = 2c$, maka diperoleh harga $c = 3/2$

Kemudian harga a bisa dicari dengan:

$$2a = 2b + c$$

$$2a = 2(1) + 3/2$$

$$2a = 2 + 3/2$$

$$2a = 7/2$$

$$a = 7/4$$

- Langkah berikutnya memasukkan koefisien ke dalam persamaan reaksi

$$\text{NH}_{3(g)} + 7/4 \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{NO}_{2(g)} + 3/2 \text{H}_2\text{O}_{(g)}$$
- Agar tidak ada pecahan, maka semua ruas dikalikan 4:

$$4 \text{NH}_{3(g)} + 7 \text{O}_{2(g)} \rightarrow 4 \text{NO}_{2(g)} + 6 \text{H}_2\text{O}_{(g)} \quad (\text{setara})$$

2. Hukum Dasar Kimia

a) Hukum Kekekalan Massa (Hukum Lavoisier)

Hukum Kekekalan Massa (Hukum Lavoisier) yaitu : **“Dalam sistem tertutup, massa zat sebelum dan sesudah reaksi adalah sama.”**

Contoh :



Contoh soal 1:

Pada wadah tertutup, 4 gram logam kalsium dibakar dengan oksigen, menghasilkan kalsium oksida. Jika massa kalsium oksida yang dihasilkan adalah 5,6 gram, maka berapa massa oksigen yang diperlukan?

Jawab :

$$m \text{ Ca} = 4 \text{ gram}$$

$$m \text{ CaO} = 5,6 \text{ gram}$$

$$m \text{ O}_2 = \text{..?}$$

Berdasarkan hukum kekekalan massa:

Massa sebelum reaksi = massa

sesudah reaksi

$$m \text{ Ca} + m \text{ O}_2 = m \text{ CaO}$$

$$m \text{ O}_2 = m \text{ CaO} - m \text{ Ca}$$

$$= (5,6 - 4,0) \text{ gram}$$

$$= 1,6 \text{ gram}$$

Jadi massa oksigen yang diperlukan adalah 1,6 gram.

Contoh soal 2:

7 gram besi	4 gram sulfur	→	11 gram besi (II) sulfida	$\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$
7 gram hidrogen	16 gram oksigen	→	23 gram air	$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
8 gram tembaga	2 gram oksigen	→	10 gram tembaga(II) oksida	$2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$
24 gram magnesium	28 gram nitrogen	→	52 gram magnesium nitrida	$3 \text{Mg} + \text{N}_2 \rightarrow \text{Mg}_3\text{N}_2$
64 gram tembaga	32 gram sulfur	→	96 gram tembaga(II) sulfida	$\text{Cu} + \text{S} \rightarrow \text{CuS}$

b) Hukum Perbandingan Tetap (Hukum Proust)

Hukum Perbandingan Tetap (Hukum Proust) yaitu : **“Perbandingan**

massa unsur unsur dalam suatu senyawa adalah tertentu dan tetap.”

Contoh :

Air tersusun oleh unsur-unsur hidrogen (H₂) dan oksigen (O₂) dengan perbandingan yang selalu tetap yaitu :

$$11,91 \% : 88,81 \% = 1 : 8$$

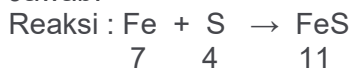
Massa H ₂ (gram)	Massa O ₂ (gram)	Massa H ₂ O (gram)	Massa zat sisa
1	8	9	-
2	16	18	-
3	16	18	1 gram H ₂
3	25	27	1 gram O ₂
4	25	28,125	0,875 gram H ₂

Contoh soal:

Jika diketahui perbandingan massa besi (Fe) dan belerang (S) dalam pembentukan senyawa besi (II) sulfida (FeS) adalah 7 : 4 maka tentukan:

- Massa besi yang dibutuhkan untuk bereaksi dengan 8 gram belerang!
- Massa belerang yang tersisa, jika sebanyak 21 gram Fe direaksikan dengan 15 gram S!
- Massa S dan massa Fe yang dibutuhkan untuk menghasilkan 22 gram senyawa FeS!

Jawab:



- Massa zat sebelum dan sesudah reaksi adalah sama, sehingga 7 gram Fe akan bereaksi dengan 4 gram S membentuk 11 gram FeS.

Massa S = 8 gram Massa Fe = ...?

$$\text{Massa Fe} = \frac{7}{4} \times 8 \text{ gram} = 14 \text{ gram}$$

Jadi massa Fe yang dibutuhkan adalah 14 gram.

- 21 gram Fe direaksikan dengan 15 gram S, berarti : Fe : S = 21 : 15 = 7 : 5
Belerang berlebih, berarti seluruh Fe habis bereaksi. Massa Fe yang bereaksi = 21 gram

$$\text{Massa S yang bereaksi} = \frac{4}{7} \times 21 \text{ gram} = 12 \text{ gram}$$

$$\text{Massa S yang tersisa} = (15 - 12) \text{ gram} = 3 \text{ gram}$$

Jadi massa S yang tersisa adalah 3 gram.

- Untuk membentuk 22 gram FeS:

$$m \text{ Fe} = \frac{7}{11} \times 22 \text{ gram} = 14 \text{ gram}$$

$$m S = 4/11 \times 22 \text{ gram} = 8 \text{ gram}$$

Jadi massa Fe dan S yang dibutuhkan adalah 14 gram dan 8 gram.

c) Hukum Kelipatan Perbandingan (Hukum Dalton)

Hukum kelipatan perbandingan yaitu “ **Bila dua unsur dapat membentuk lebih dari satu senyawa dan jika massa salah satu unsur tetap (sama), maka perbandingan massa unsur yang lain dalam senyawa-senyawa tersebut merupakan bilangan bulat dan sederhana**”.

Contoh:

Nitrogen dan Oksigen dapat membentuk senyawa-senyawa N_2O , NO , N_2O_3 , N_2O_4 dengan komposisi massa terlihat dalam tabel berikut:

Senyawa	Massa Nitrogen (gram)	Massa Oksigen (gram)	Perbandingan
N_2O	28	16	7 : 4
NO	14	16	7 : 8
N_2O_3	28	48	7 : 12
N_2O_4	28	64	7 : 16

Dari data tersebut bila N dibuat tetap sebanyak 7 gram maka perbandingan Oksigen di dalam N_2O , NO , N_2O_3 , N_2O_4 adalah 4 : 8 : 12 : 16 atau 1 : 2 : 3 : 4

Contoh soal

Unsur X dan Y dapat membentuk 2 senyawa yang masing-masing mengandung 50% dan 60% unsur X. Tentukan perbandingan massa unsur Y pada X tetap!

Jawab

Pada senyawa pertama, massa unsur X adalah 50 % maka massa unsur Y adalah 50%.

Pada senyawa kedua, massa unsur X adalah 60%, maka massa unsur Y adalah 40%
Jadi

Senyawa I $\rightarrow X : Y = 50\% : 50\% = 1 : 1$

Senyawa II $\rightarrow X : Y = 60\% : 40\% = 3 : 2$

Untuk X tetap berarti harga X harus sama

Senyawa I $\rightarrow X : Y = 3 : 3$

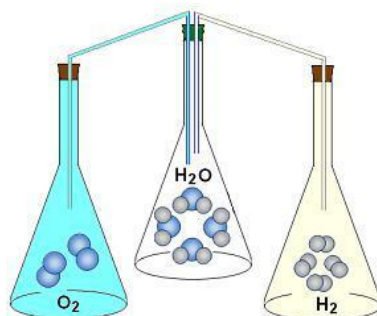
Senyawa II $\rightarrow X : Y = 3 : 2$

Sehingga Y pada senyawa I dan II = 3 : 2

d) Hukum Perbandingan volume (Hukum Gay - Lussac)

Hukum perbandingan volume yaitu “**volume gas-gas yang bereaksi dan volume gas-gas hasil reaksi bila diukur pada suhu dan tekanan yang sama, berbanding sebagai bilangan bulat dan sederhana**”.

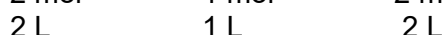
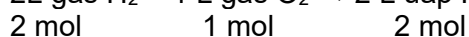
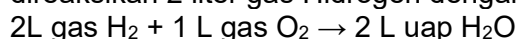
Menurut Gay Lussac 2 volume gas hidrogen bereaksi dengan 1 volume gas oksigen membentuk 2 volume uap air. Reaksi pembentukan uap air berjalan sempurna, memerlukan 2 volume gas hidrogen dan 1 volume gas oksigen, untuk menghasilkan 2 volume uap air, lihat model percobaan pembentukan uap air pada gambar berikut:



Gambar 11. Hukum perbandingan volume

Sumber: <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fujiansma.com>

Dari percobaan ini ternyata diketahui bahwa 2 liter uap air dapat terjadi, jika direaksikan 2 liter gas Hidrogen dengan 1 liter gas Oksigen. Reaksi ini ditulis:



Dari persamaan reaksi yang dituliskan diatas tampak bahwa perbandingan volume dari

H_2 : gas O_2 : uap H_2O adalah 2 : 1 : 2.

Perhatikan data percobaan di bawah ini:

Tabel 6. Data Percobaan Hukum Perbandingan Volume

NO	Volum gas yang bereaksi	Hasil Reaksi	Perbandingan Volum
1	1 L Hidrogen + 0,5 L Oksigen	1 L Uap air	2 : 1 : 2
2	2 L Nitrogen + 6 L Hidrogen	4 L Amonia	1 : 3 : 2
3	1 L Hidrogen + 1 L Klor	2 L Hidrogen klorida	1 : 1 : 2
4	1 L Etilena + 1 L Hidrogen	1 L Etana	1 : 1 : 1

Dari data percobaan di atas, perbandingan volume gas yang bereaksi dan hasil reaksi adalah berbanding sebagai bilangan bulat. Data percobaan ini sesuai dengan Hukum perbandingan volume atau yang dikenal sebagai Hukum Gay Lussac.

e. Hukum Avogadro (Hipotesis Avogadro)

Hukum Avogadro yaitu “ **Pada suhu dan tekanan yang sama, semua gas yang volumenya sama akan mengandung jumlah molekul yang sama pula**”.

Untuk lebih memahaminya, perhatikan data percobaan penentuan jumlah molekul beberapa gas pada volum 1 L, suhu dan tekanan standar (0°C , 76 cmHg) pada tabel dibawah ini :

Tabel 7. Data percobaan hukum Avogadro

Nama	Massa (gram)	Volum (L)	Jumlah Molekul
Oksigen	1,460	1	$2,688 \times 10^{-22}$
Nitrogen	1,250	1	$2,688 \times 10^{-22}$
Karbon dioksida	1,961	1	$2,688 \times 10^{-22}$

Dari data tersebut ternyata dalam volum yang sama dan keadaan yang sama terdapat jumlah molekul yang sama pula. Hipotesis ini dijadikan suatu hukum, yang dikenal sebagai hipotesis Avogadro. Artinya, jumlah molekul atau atom dalam suatu volum gas tidak tergantung kepada ukuran dari molekul gas.

Sebagai Contoh: 1 liter gas hidrogen dan nitrogen akan mengandung jumlah molekul yang sama, selama suhu dan tekanannya sama. Aspek ini dapat dinyatakan secara matematis,

$$\frac{V}{n} = k$$

Dimana:

V = volume gas.

n = jumlah mol dalam gas tersebut.

k = tetapan

Akibat paling penting dari hukum Avogadro adalah bahwa Konstanta gas ideal memiliki nilai yang sama bagi semua gas.

$$\frac{p_1.v_1}{T_1n_1} = \frac{p_2.v_2}{T_2n_2} = \text{Konstan}$$

Dimana:

P = tekanan gas

T = temperatur

V = volume

n = jumlah mol

Satu mol gas ideal memiliki volume 22,4 liter pada kondisi standar (STP), dan ini sering disebut volum molar gas ideal, untuk gas-gas nyata (nonideal) memiliki nilai yang berbeda.

C. 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 kompleks dapat memakai “metode aljabar”
- 6.

Hukum Dasar Kimia

