



# Stoikiometri, Persamaan Reaksi

Mata Kuliah Kimia Dasar



# Apa pentingnya Stoikiometri

## Prediksi:

- Massa Produk
- Volume Produk
- Ratio jumlah reaktan/produk

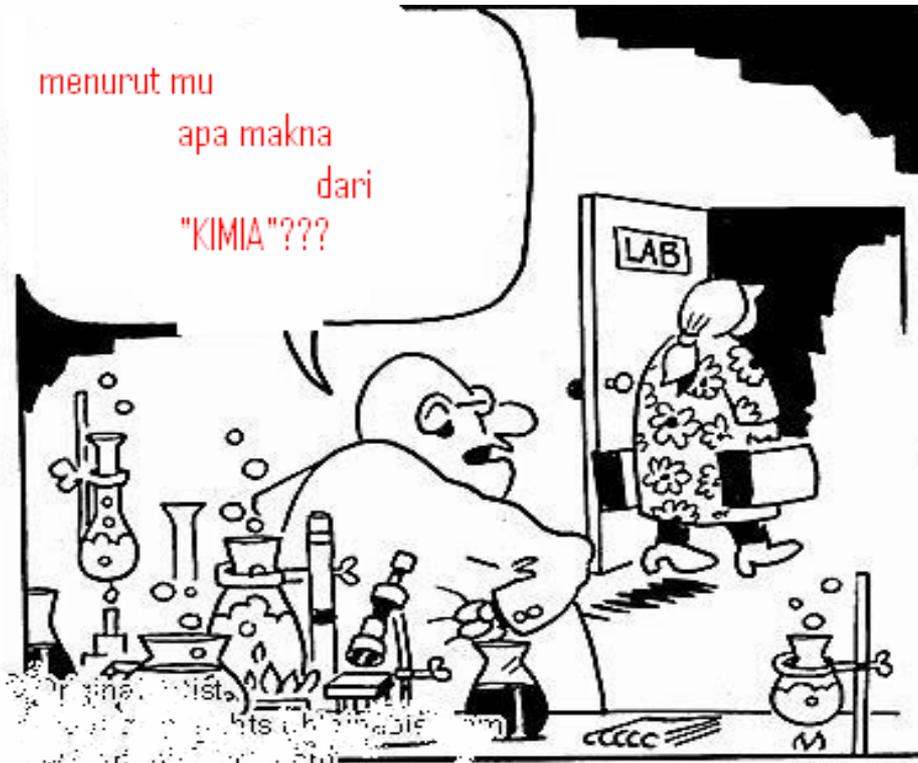


# Perhitungan kimia, rumus kimia dan persamaan reaksi

1. Konsep mol
2. Menentukan rumus molekul dari senyawa asing
3. Penulisan dan menyeimbangkan reaksi
4. Menghitung jumlah reaktan dan produk
5. Dasar-dasar stokiometri larutan



# Perhitungan kimia, rumus kimia dan persamaan reaksi



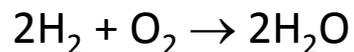
“We may lay it down as an incontestable axiom that, in all the operations of art and nature, nothing is created; an equal amount of matter exists both before and after the experiment. Upon this principle, the whole art of performing chemical experiments depends.”  
--Antoine Lavoisier, 1789



# Konsep mol

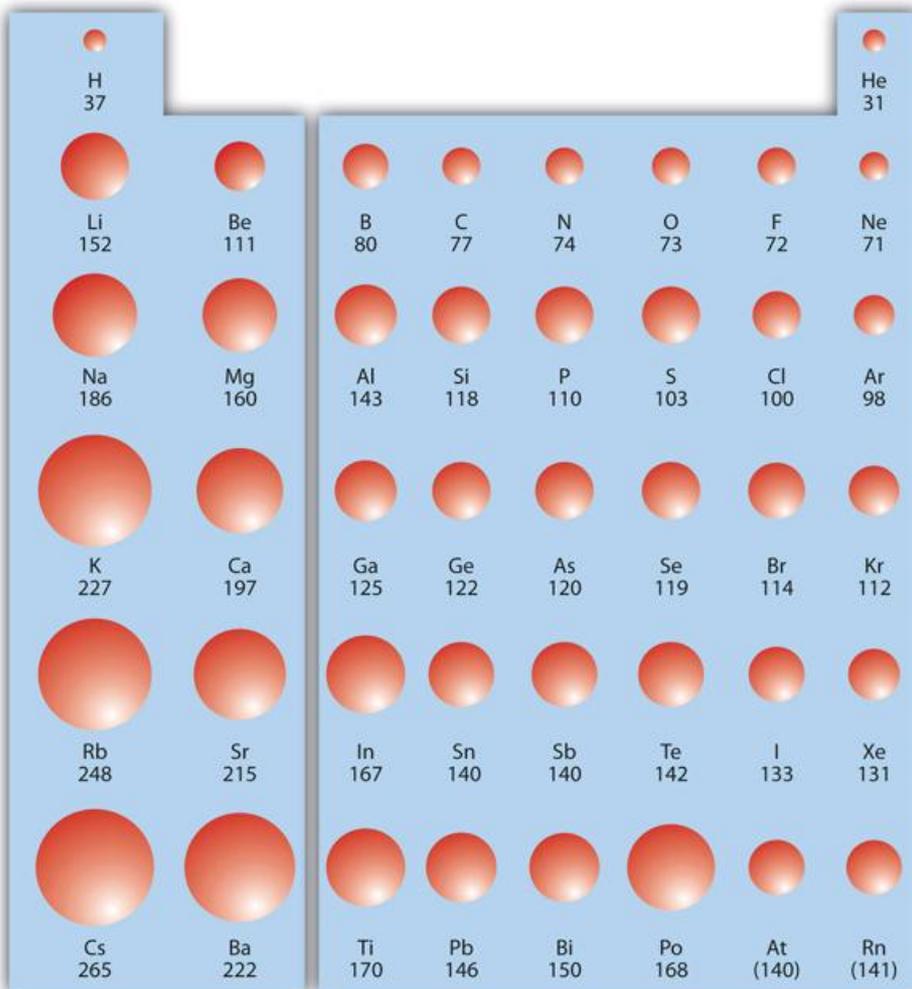
## Konsep terdahulu

- Dalton teori: atom tidak bisa diciptakan dan dimusnahkan selama reaksi kimia. terjadi perubahan kimia
- Lavoisier mengamati bahwa total masa zat sebelum dan sesudah reaksi kimia tetap.
  - 💡 **hukum kekekalan masa.**
- **Stoichiometry.**: study yang menjelaskan quantitas zat yang terlibat dalam reaksi dan produk yang dihasilkan
- **Persamaan Kimia** (penyerdehanaan) memberikan gambaran ttg reaksi kimia.
- Ada dua bagian pada tiap persamaan:
  - 💡 **Reactants** (ditulis disebelah kiri tanda panah) dan
  - 💡 **Products** (ditulis disebelah kanan dari tanda panah):



# Konsep mol

Massa atom berbeda, mis H = 1 sma, O = 16 sma, C = 12 sma



H 37							He 31
Li 152	Be 111	B 80	C 77	N 74	O 73	F 72	Ne 71
Na 186	Mg 160	Al 143	Si 118	P 110	S 103	Cl 100	Ar 98
K 227	Ca 197	Ga 125	Ge 122	As 120	Se 119	Br 114	Kr 112
Rb 248	Sr 215	In 167	Sn 140	Sb 140	Te 142	I 133	Xe 131
Cs 265	Ba 222	Ti 170	Pb 146	Bi 150	Po 168	At (140)	Rn (141)

- Berapakah jumlah atom H agar menjadi 1 gram?
- Jawabannya sebanyak bilangan avogadro  $N_A$  atau L (Loschmidt)
- Jean Baptist Perrin → Bil Avogadro
- Loschmidt → Bil Loschmidt





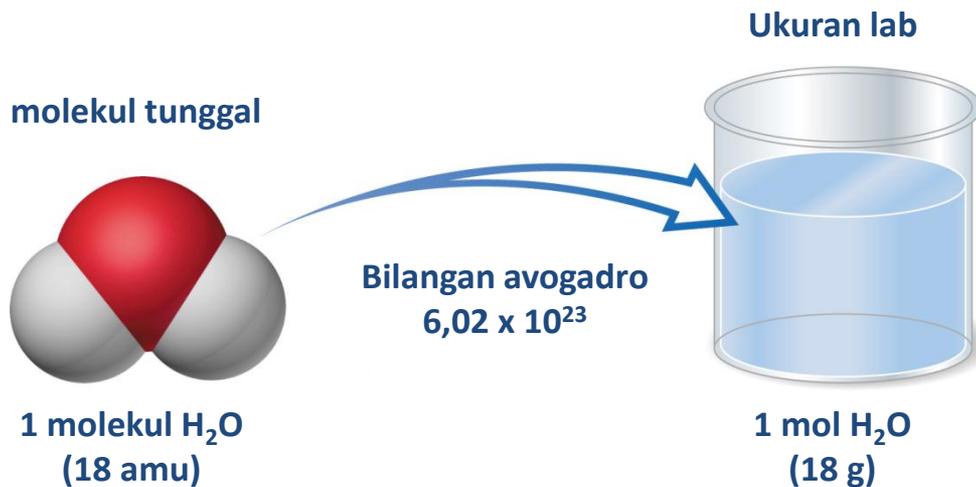
# Konsep mol

Massa atom berbeda, mis H = 1 sma, O = 16 sma, C = 12 sma

- ☉ Perrin mendefinisikan: 1mol = jumlah atom O dengan berat 16 g
- ☉ Mol adalah, satuan SI yang menunjukkan banyaknya (jumlah) materi yang terkandung pada jumlah yang sama dengan 12 g atom C-12.
- ☉ Bilangan Avogadro adalah, bilangan yang menunjukkan jumlah partikel di dalam setiap mol zat.  
 $1 \text{ mol} = 6,022 \times 10^{23} \text{ partikel}$

# Perhitungan Kimia

- 1 mol carbon-12 mengandung  $6,022 \times 10^{23}$  atom C-12 memiliki berat 12 g
- 1 mol  $\text{H}_2\text{O}$  mengandung  $6,022 \times 10^{23}$  molekul  $\text{H}_2\text{O}$  memiliki berat 18.02 g
- 1 mol  $\text{NaCl}$  mengandung  $6,022 \times 10^{23}$  senyawa  $\text{NaCl}$  memiliki berat 58.44 g





# Konsep mol

**Masa Molar** suatu Molekul adalah, merupakan jumlah massa atom-atom yang menyusun molekul tersebut atau sesuai dengan rumus molekul.

## 🕒 Unsur-Unsur

- 💜 Unsur monoatom: nilai numerik dari [tabel berkala](#) (gram per mol)
- 💜 Unsur molekular: unsur yang berada sebagai molekul. Misal  $O_2$ ,  $S_8$ ,  $P_4$ ,  $H_2$  dsb

## 🕒 Senyawa : jumlah dari massa molar atom-atom penyusunnya.

- 💜 Molekuler :  $H_2O$ ,  $CH_3OH$  dsb
- 💜 Satuan formula (senyawa ionik):  $NaCl$ ,  $NH_4NO_3$  dsb.

**Massa molar dari  $NaCl$  adalah,**

$$= \text{BA. Na} + \text{BA. Cl} = 23,0 + 35,453 = 58,453 \text{ g/mol}$$

**Massa molar dari  $H_2SO_4$  adalah,**

$$\begin{aligned} &= 2 (\text{BA. H}) + (\text{BA. S}) + 4 (\text{BA. O}) \\ &= 2 (1,008) + (32,06) + 4 (15,9994) \\ &= 98,0736 \text{ g/mol} \end{aligned}$$





# Konsep mol

## Contoh soal:

☉ Massa molar dari  $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  adalah

$$\begin{aligned} &= \text{BA Ca} + 4 \text{ BA C} + 6 \text{ BA H} + 4 \text{ BA O} \\ &= 40 + 4 \times 12 + 6 \times 1 + 4 \times 16 \\ &= 158 \end{aligned}$$

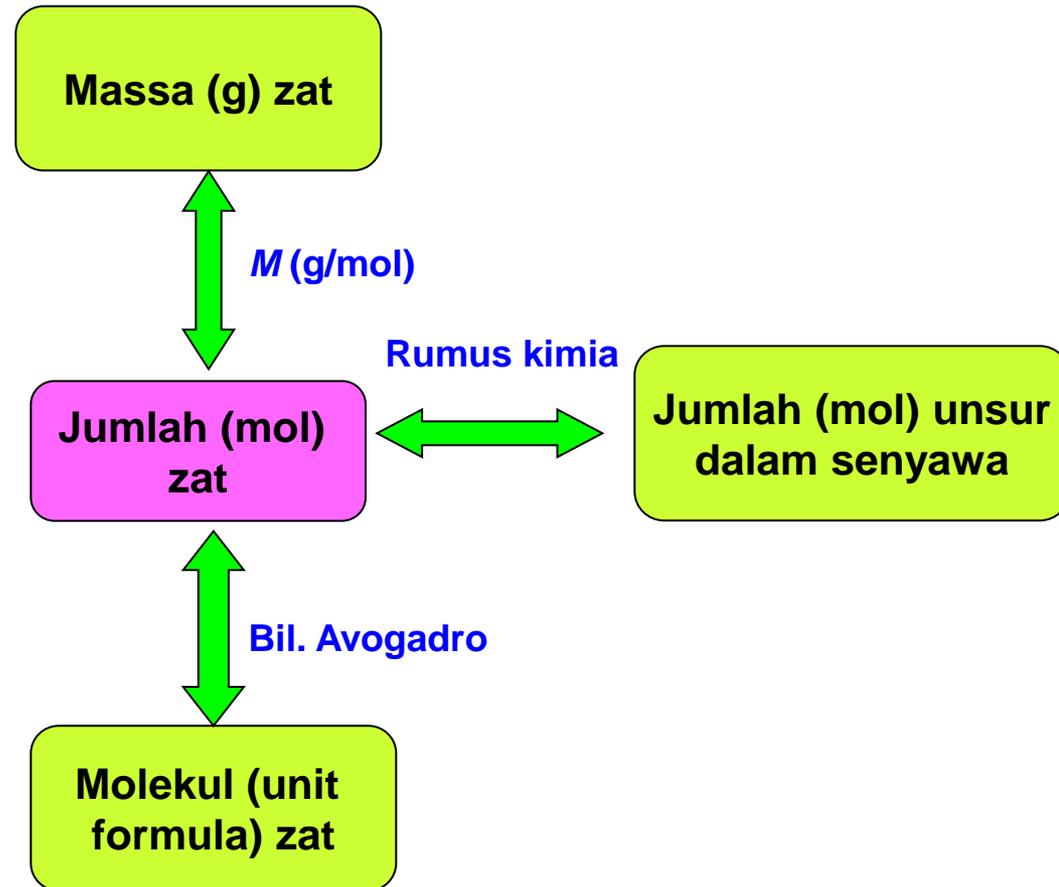
☉ Massa molar dari  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  adalah

$$\begin{aligned} &= \text{BA Ca} + \text{BA S} + 4 \text{ BA O} + 4 \text{ BA H} + 2 \text{ BA O} \\ &= 40 + 32 + 4 \times 16 + 4 \times 1 + 2 \times 16 \\ &= 172 \end{aligned}$$



# Konversi mol, massa dan jumlah zat

- Konversi antara massa dan jumlah mol zat menggunakan massa molar (g/mol)
- Konversi antara jumlah mol dan jumlah zat menggunakan bil. Avogadro ( $6,02 \times 10^{23}$  zat/mol)
- Jumlah mol unsur-unsur dalam senyawa ditentukan dengan rumus kimianya



# Contoh soal

Hitunglah jumlah atom sulfur yang terdapat dalam 1,0 g sampel unsur S

$$\begin{aligned} \text{S atoms} &= (1,0\text{g}) \\ &= (1,0\text{g}) (1 \text{ mol}/32,07 \text{ g}) \\ &= (1,0) (1/32,07) \text{ mol} \end{aligned}$$

**(diketahui 1 mol =  $6,022 \times 10^{23}$  atom)**

$$\begin{aligned} &= (1,0) (1/32,07) \text{ mol} \times (6,022 \times 10^{23} \text{ atom/mol}) \\ &= (1,0) (1/32,07) \times (6,022 \times 10^{23} \text{ atom}) \\ &= 1,878 \times 10^{22} \text{ atom} \end{aligned}$$



# Menentukan rumus molekul

- Atom-atom dapat berikatan dengan penataan yang bervariasi, rumus molekul yang sama memiliki jenis senyawa yang berbeda (isomer)
- Rumus empiris** : perbandingan mol terkecil dari setiap unsur dalam suatu senyawa.
- Rumus molekul** : jumlah atom-atom unsur dalam senyawa yang sebenarnya



Water, H<sub>2</sub>O



Carbon dioxide, CO<sub>2</sub>



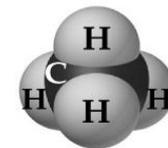
Hydrogen peroxide, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>



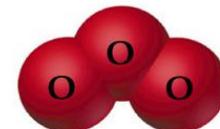
Oxygen, O<sub>2</sub>



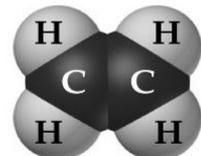
Carbon monoxide, CO



Methane, CH<sub>4</sub>



Ozone, O<sub>3</sub>



Ethylene, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>



# Menghitung Rumus Empiris

diketahui

**%massa unsur**



Asumsi  
100 g



**Massa (g)  
setiap unsur**



Massa molar



**mol  
setiap unsur**



rasio mol



**Rumus empiris**

didapatkan

Kita dapat menghitung rumus empiris dari persen kandungan unsur-unsurnya.



# Menghitung Rumus Empiris

Senyawa asam *para*-aminobenzoat (bisa dilihat sebagai PABA pada botol sunscreen) mengandung karbon (61.31%), hidrogen (5.14%), nitrogen (10.21%), dan oksigen (23.33%). Tentukan rumus empiris dari PABA.

asumsi *para*-aminobenzoic acid adalah 100.00 g

$$\text{C: } 61.31 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{12.01 \text{ g}} = 5.105 \text{ mol C}$$

$$\text{H: } 5.14 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{1.01 \text{ g}} = 5.09 \text{ mol H}$$

$$\text{N: } 10.21 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{14.01 \text{ g}} = 0.7288 \text{ mol N}$$

$$\text{O: } 23.33 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{16.00 \text{ g}} = 1.456 \text{ mol O}$$



# Menghitung Rumus Empiris

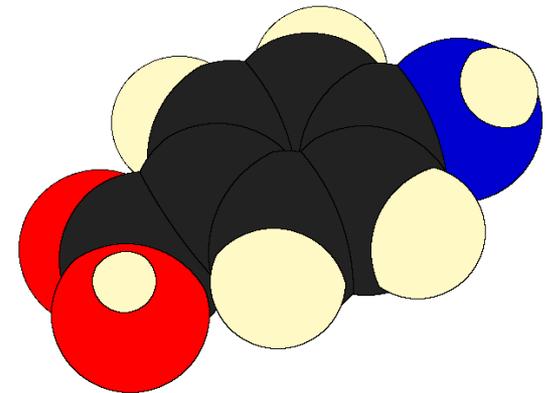
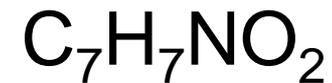
Hitung rasio mol dengan membagi dengan nilai mol terkecil :

$$\text{C: } \frac{5.105 \text{ mol}}{0.7288 \text{ mol}} = 7.005 \approx 7$$

$$\text{H: } \frac{5.09 \text{ mol}}{0.7288 \text{ mol}} = 6.984 \approx 7$$

$$\text{N: } \frac{0.7288 \text{ mol}}{0.7288 \text{ mol}} = 1.000$$

$$\text{O: } \frac{1.458 \text{ mol}}{0.7288 \text{ mol}} = 2.001 \approx 2$$

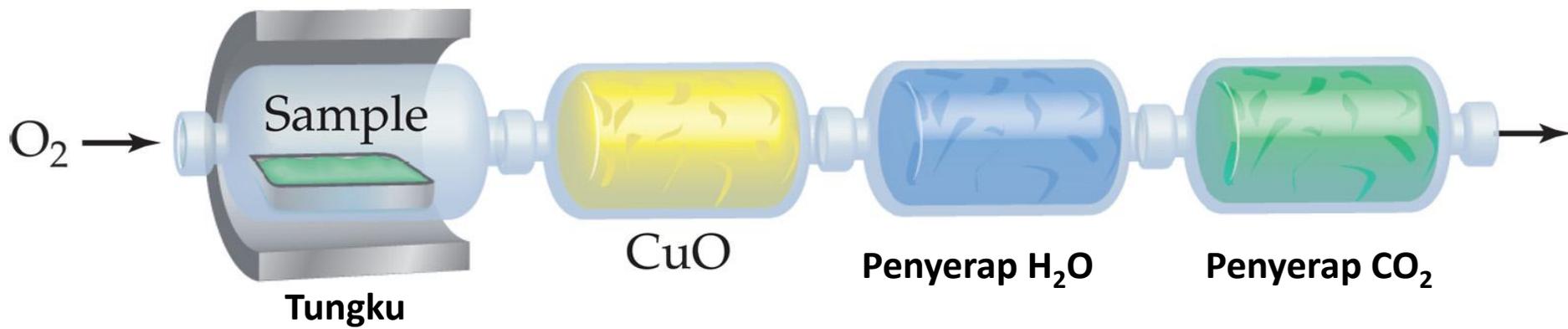


# Penentuan komposisi senyawa

## Analisis Pembakaran

Senyawa yang mengandung C, H dan O dianalisis dengan pembakaran pada tungku spt dibawah.

- ❖ C ditentukan dari massa  $\text{CO}_2$  yang dihasilkan.
- ❖ H ditentukan dari massa  $\text{H}_2\text{O}$  yang dihasilkan.
- ❖ O ditentukan dari beda persentase setelah C dan H ditentukan.





# Contoh soal

🕒 Vitamin C ( $M = 176.12 \text{ g/mol}$ ) adalah senyawa yang mengandung C, H dan O ditemukan pada berbagai sumber alami seperti buah citrun. Ketika 1 g vit C ditempatkan pada tungku pembakaran dan dibakar menghasilkan data sbb:

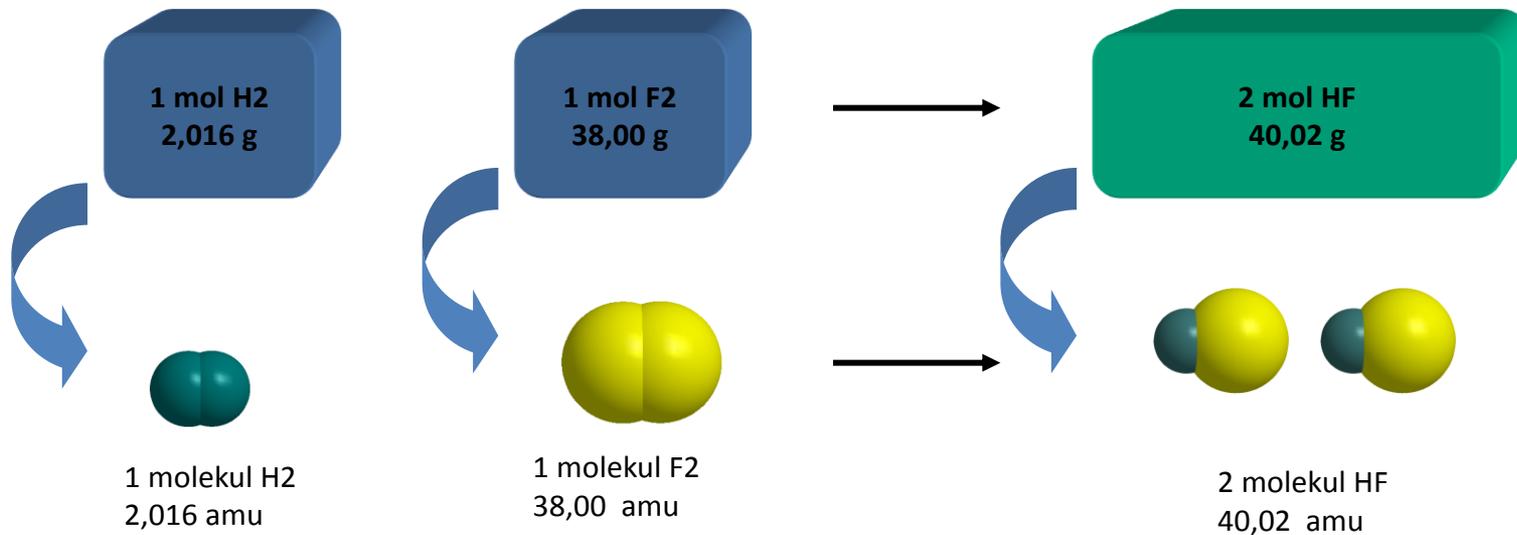
- 🍇 Massa  $\text{CO}_2$  absorber setelah pembakaran = 85,35 g
- 🍇 Massa  $\text{CO}_2$  absorber sebelum pembakaran = 83,85 g
- 🍇 Massa  $\text{H}_2\text{O}$  absorber setelah pembakaran = 37,96 g
- 🍇 Massa  $\text{H}_2\text{O}$  absorber sebelum pembakaran = 37,55 g

bagaimanakah rumus molekul dari vit C?



# Penulisan reaksi

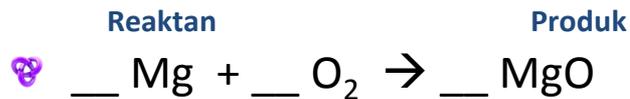
- Persamaan reaksi harus setimbang baik dalam jumlah berat ataupun tipe atom-atomnya.
- Hukum kekekalan massa : Massa total zat pada akhir proses kimia adalah sama dengan massa zat sebelum proses berlangsung.



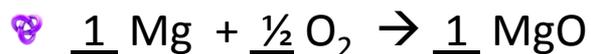
# Penulisan reaksi

Tahap-tahap menyeimbangkan persamaan reaksi

- Menyatakan reaktan dan produk



- Menyeimbangkan atom-atomnya

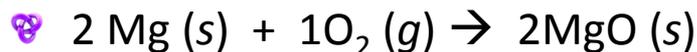


- Menyesuaikan koefisien reaksi



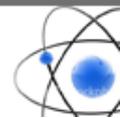
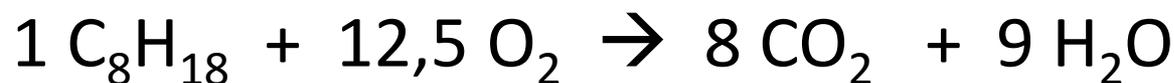
- Cek kembali apakah semua koefisien telah setimbang

- Nyatakan wujud materi pada reaktan dan produk



# Contoh soal

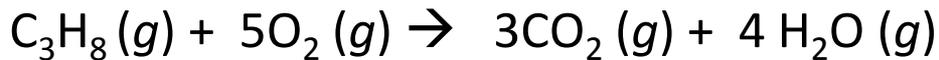
Seimbangkan reaksi berikut ini



# Menghitung jumlah reaktan dan produk

- Koefisien – koefisien dalam suatu persamaan reaksi menyajikan angka rasio antara mol zat-zat yang bereaksi dengan mol zat-zat yang terbentuk.
- Pada reaksi; jumlah mol satu zat secara stoikiometri ekuivalen dengan jumlah mol zat lainnya.

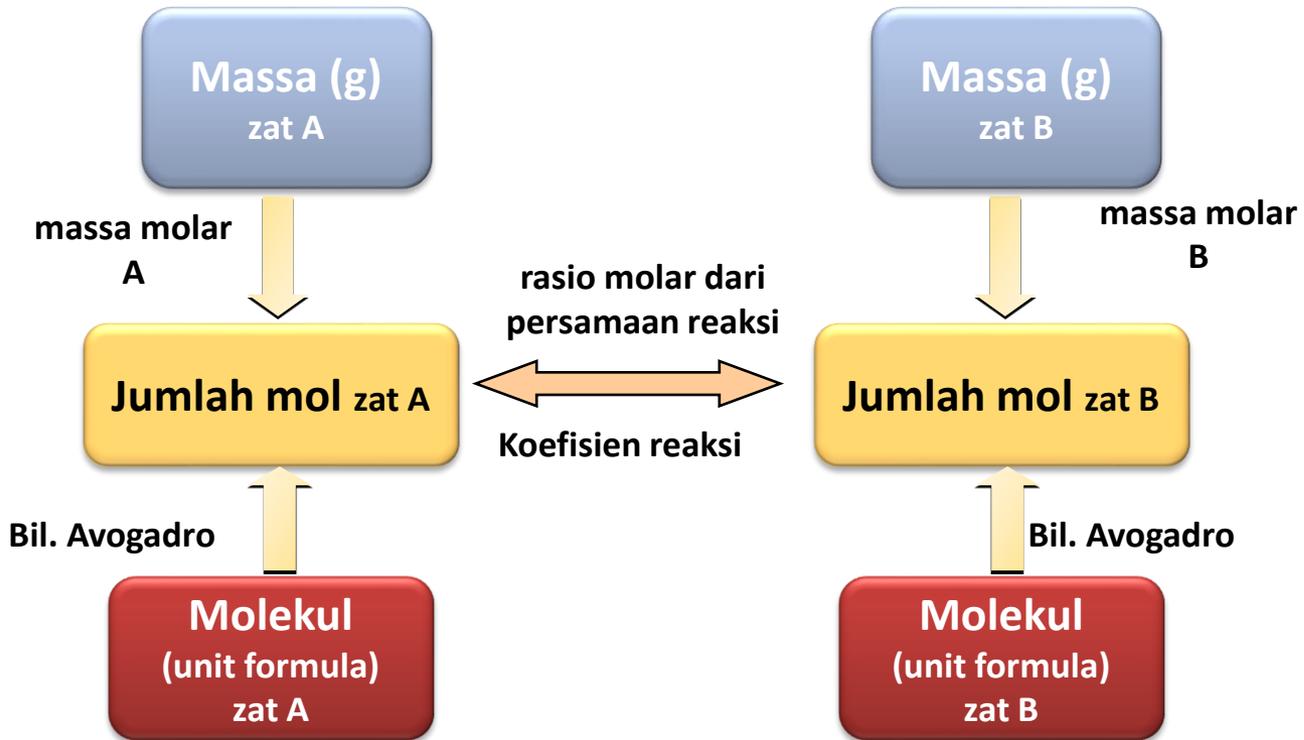
misal pada reaksi



maka satu mol  $\text{C}_3\text{H}_8$  ekuivalen dengan 5 mol  $\text{O}_2$ , 3 mol  $\text{CO}_2$  dan 4 mol  $\text{H}_2\text{O}$



# Menghitung jumlah reaktan dan produk



# Menghitung jumlah reaktan dan produk

## 🕒 Contoh Soal:

- 🕒 Tembaga dihasilkan dari pengolahan bijih sulfidanya seperti kalkosit atau tembaga(I) sulfida dengan proses multistep. Setelah proses penggerusan, tahap awal adalah pembakaran bijih (dengan  $O_2$ ) membentuk tembaga(I) oksida dan gas  $SO_2$ 
  - 💜 Berapa mol oksigen yang dibutuhkan untuk membakar 10.0 mol tembaga(I) sulfida?
  - 💜 Berapa gram  $SO_2$  yang terbentuk?
  - 💜 Berapa kilogram oksigen yang dibutuhkan untuk menghasilkan 2,86 kg tembaga(I) oksida?

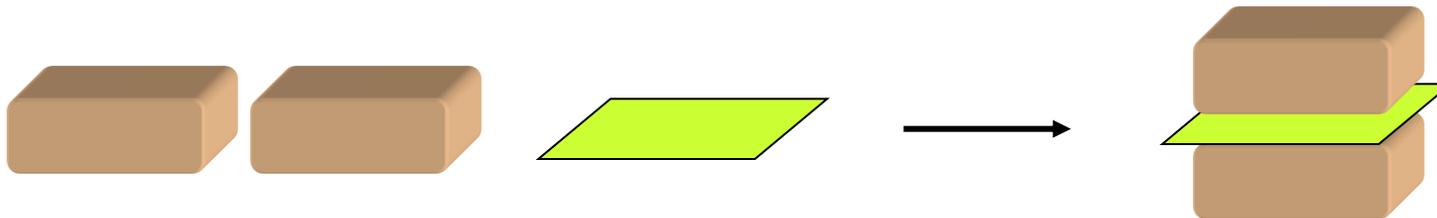


# Reaktan pembatas

Membuat Sandwich keju bakar

Persamaan seimbang

2 (potong roti ) + 1 iris keju  $\rightarrow$  1 sandwich



Kalau punya 10 potong roti dan 8 iris keju. Berapa sandwich yang dapat dibuat? Komponen apa yang berlebih, seberapa banyak?





# Reaktan pembatas



Bahan bakar roket saat ini menggunakan campuran dua cairan hidrazin ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ) dan dinitrogen tetraoksida ( $\text{N}_2\text{O}_4$ ) yang bereaksi membentuk nitrogen dan uap air. Berapa gram  $\text{N}_2$  yang terbentuk ketika 100 g  $\text{N}_2\text{H}_4$  dan 200 g  $\text{N}_2\text{O}_4$  dicampur?





# Hasil Teoritis

- Hasil teoritis adalah jumlah maksimum dari produk yang bisa dihasilkan.
  - Dengan kata lain jumlah produk yang bisa dihitung secara stoikiometri.
- Perbedaan dari nilai aktual yang berdasarkan pengukuran.

$$\text{Persen hasil} = \frac{\text{Hasil aktual}}{\text{Hasil teoritis}} \times 100\%$$





# Hasil Teoritis

- ☉ Silikon karbida ( $\text{SiC}$ ) adalah material keramik yang sangat penting yang dibuat dengan mereaksikan pasir ( $\text{SiO}_2$ ) dan serbuk karbon pada temperatur tinggi. Karbon monoksida juga terbentuk dalam reaksi ini. Jika 100,0 kg pasir direaksikan akan terbentuk 51,4 kg  $\text{SiC}$ . Berapakah persen hasil dari reaksi ini?



# Stoikiometri Larutan

- Konsentrasi adalah perbandingan jumlah zat terlarut dengan pelarut.
- Konsentrasi :
  - 💜 Molalitas (**m**) : jumlah mol zat (ions or molecules) per kilogram pelarut.
  - 💜 Molaritas (**M**) : jumlah mol zat (ions or molecules) per liter larutan.
  - 💜 Persen Berat (**% m**) : berat zat terlarut per berat total larutan x 100 %
  - 💜 Fraksi mol ( $\chi_A$ ) : mol zat terlarut per Total jumlah mol larutan
- molaritas : Perbandingan jumlah mol zat terlarut dalam terhadap massa pelarut (mol/kg)

$$\text{Molalitas (m)} = \frac{\text{mol zat terlarut}}{\text{massa pelarut (kg)}}$$

$$m = \frac{\text{massa zat terlarut}}{M_r \text{ zat terlarut}} \times \frac{1000}{\text{massa pelarut (gram)}}$$



# Stoikiometri Larutan

- Fraksi mol (X) menyatakan perbandingan mol salah satu komponen zat terhadap total mol semua komponen yang berada dalam larutan tersebut.

$$X = \frac{\text{mol komponen zat}}{\text{mol total semua komponen}}$$

- Menjelaskan jumlah zat terlarut di dalam 100 bagian larutan

- % Berat

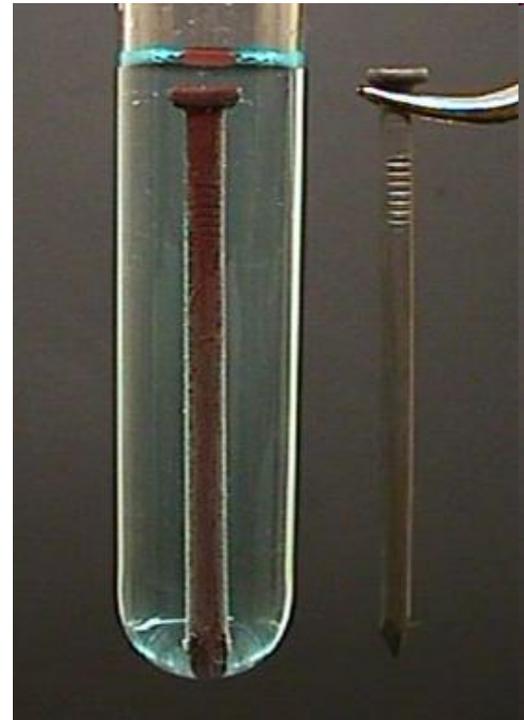
$$\% \text{ massa/massa} = \frac{\text{g zat terlarut}}{100 \text{ g Larutan}} \times 100\%$$

- % Volume

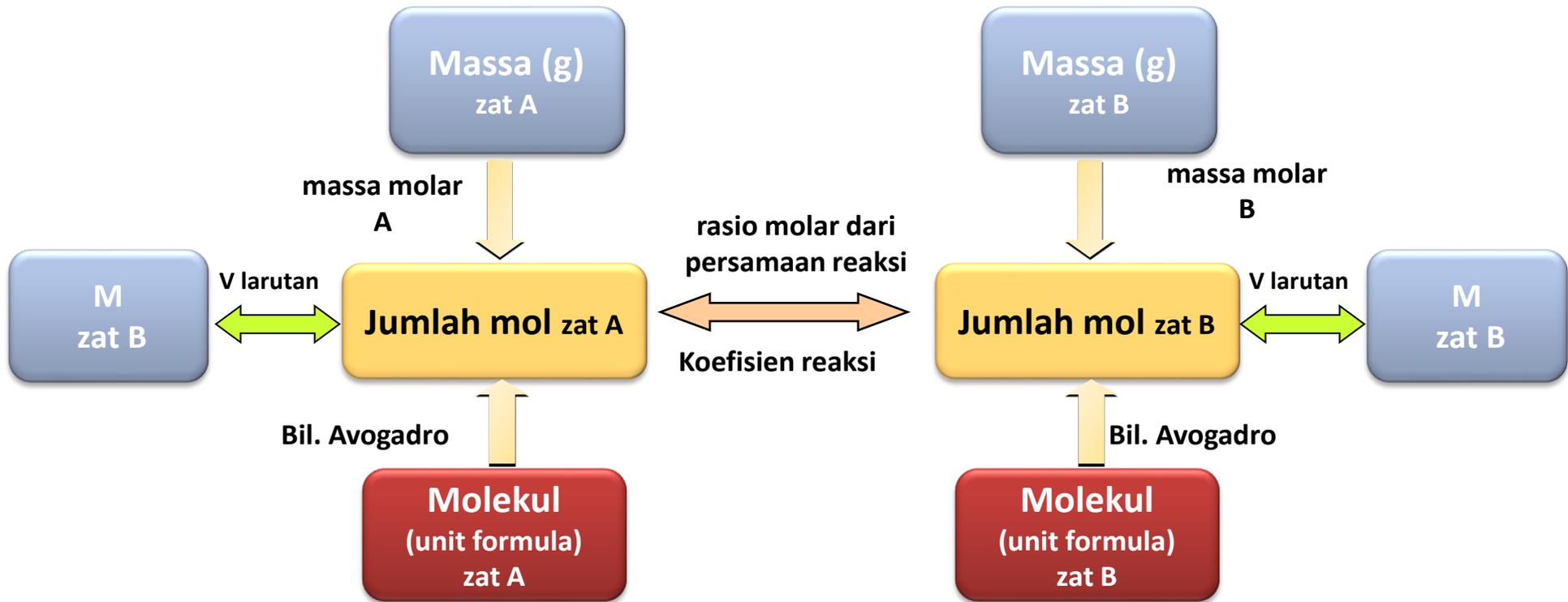
$$\% \text{ volume/volume} = \frac{\text{mL zat terlarut}}{100 \text{ mL Larutan}} \times 100 \%$$

- % massa/volume

$$\% \text{ massa/volume} = \frac{\text{g zat terlarut}}{100 \text{ mL Larutan}} \times 100\%$$



# Stoikiometri Larutan





# Stoikiometri Larutan

## Menyiapkan larutan dengan pengenceran

- ☉ Menimbang zat yang ingin dibuat larutan
- ☉ Secara perlahan pindahkan zat kedalam labu volumetrik yang sesuai
- ☉ Tambahkan pelarut (air) setengah, kemudian dikocok hingga homogen
- ☉ Tambahkan lagi pelarut (air) hingga volume yang diinginkan.





# Stoikiometri Larutan

- ☉ Sel khusus pada perut kita melepaskan HCl untuk membantu proses pencernaan. Jika HCl yang dibebaskan terlalu banyak akan menyebabkan penyakit asam lambung (mag) yang bisa dinetralsir dengan atacid yang mengandung  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ .  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  ini akan bereaksi dengan asam tersebut menghasilkan  $\text{MgCl}_2$  dan air. Pada pengetesan antacid komersial oleh Ditjen POM digunakan 0,10 M HCl. Berapa liter “asam lambung” yang bereaksi dengan tablet yang mengandung 0.10 g  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ?





**I Am A Chemist  
I Have All The Solution  
For Everything**

[www.linkchemist.com](http://www.linkchemist.com)

