

## Bab 4 Stoikiometri

*Jacqueline Bennett • SUNY Oneonta*  
[www.cengage.com/chemistry/brown](http://www.cengage.com/chemistry/brown)

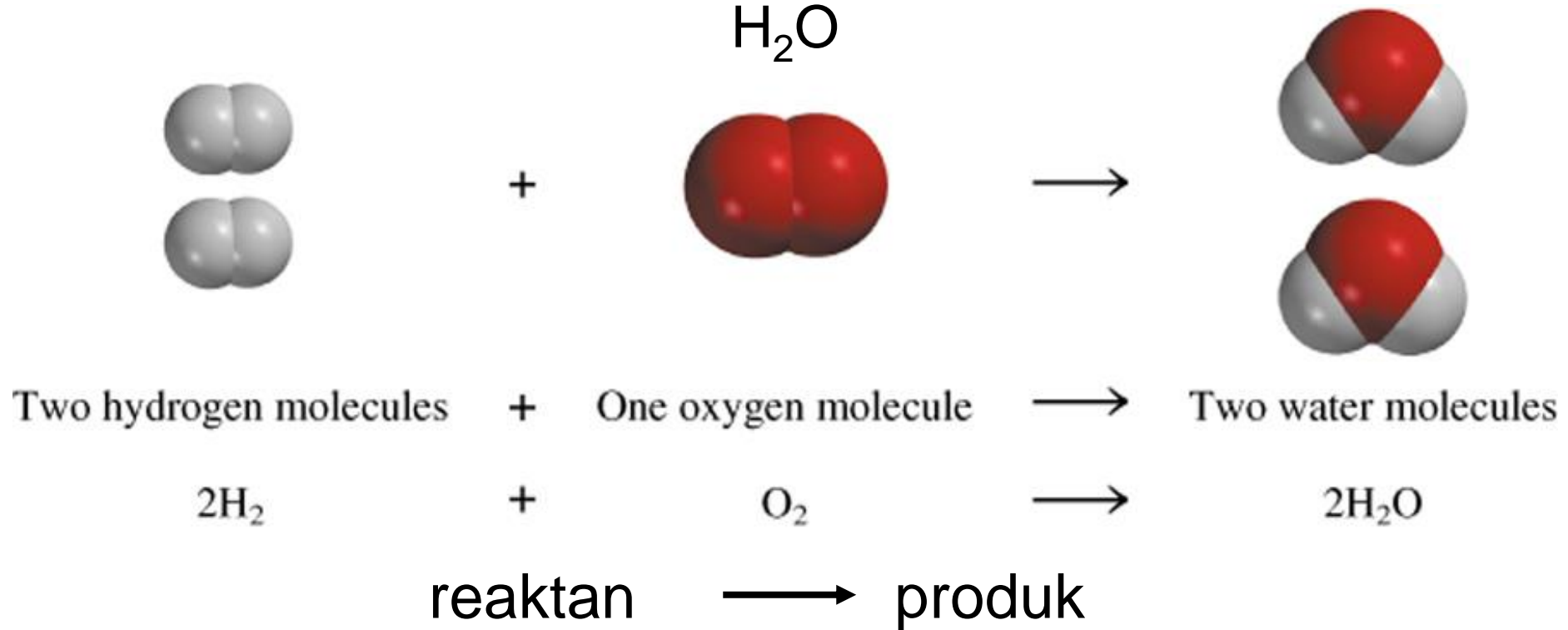
# Tujuan bab

- Menyetarakan persamaan kimia
- Menghitung jumlah produk yang diharapkan dalam reaksi kimia dari jumlah pereaksi yang diberikan
- Menghitung jumlah pereaksi yang diperlukan dalam reaksi kimia untuk menghasilkan jumlah produk tertentu
- Mengidentifikasi **pereaksi pembatas** dan menghitung jumlah produk yang terbentuk dari campuran pereaksi nonstoikiometri
- Menghitung **persentase (*yield*)** hasil reaksi kimia

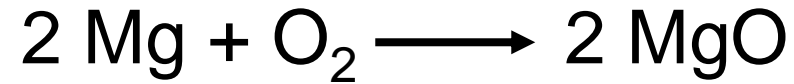
Proses di mana satu/lebih zat diubah menjadi satu/lebih zat lain disebut **REAKSI KIMIA**

**Persamaan kimia** menggunakan lambang kimia untuk menunjukkan perubahan yang terjadi dalam reaksi kimia

3 cara untuk menunjukkan reaksi  $\text{H}_2$  dengan  $\text{O}_2$  membentuk  $\text{H}_2\text{O}$



# Bagaimana “membaca” persamaan kimia



2 atom Mg + 1 molekul O<sub>2</sub> menghasilkan 2 unit formula MgO

**2 mol Mg + 1 mol O<sub>2</sub> menghasilkan 2 mol MgO**

48,6 gram Mg + 32,0 gram O<sub>2</sub> menghasilkan 80,6 g MgO

**Stoikiometri:** istilah yang digunakan untuk menggambarkan hubungan kuantitatif dalam reaksi kimia

# Perbandingan dalam persamaan reaksi kimia yang setara



- Perbandingan mol diperoleh dari koefisien reaksi yang setara
  - 1 mol  $\text{CH}_4$  : 2 mol  $\text{O}_2$  : 1 mol  $\text{CO}_2$  : 2 mol  $\text{H}_2\text{O}$

# PENYETARAAN REAKSI KIMIA

1. Tulis formula reaktan yang BENAR di sebelah KIRI dan formula produk yang BENAR di sebelah KANAN.

Etana bereaksi dengan oksigen membentuk karbon dioksida dan air

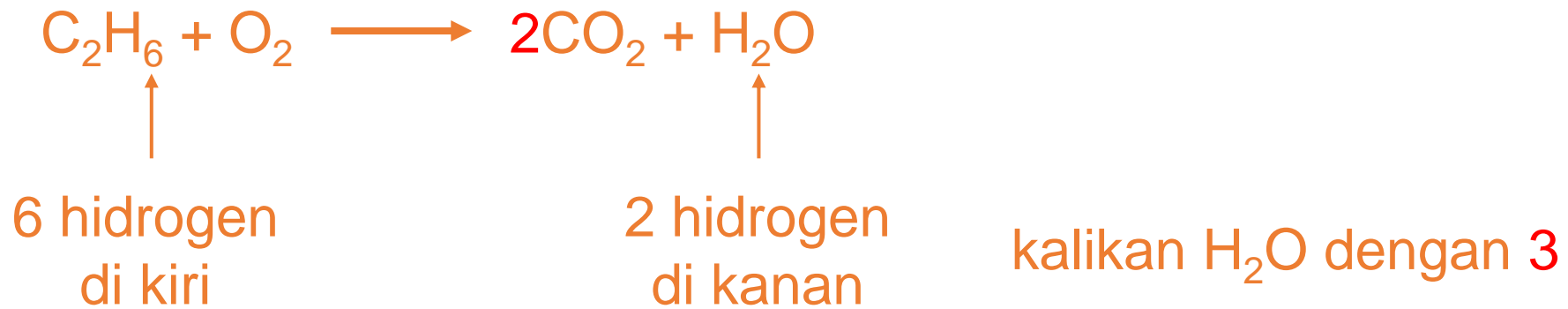
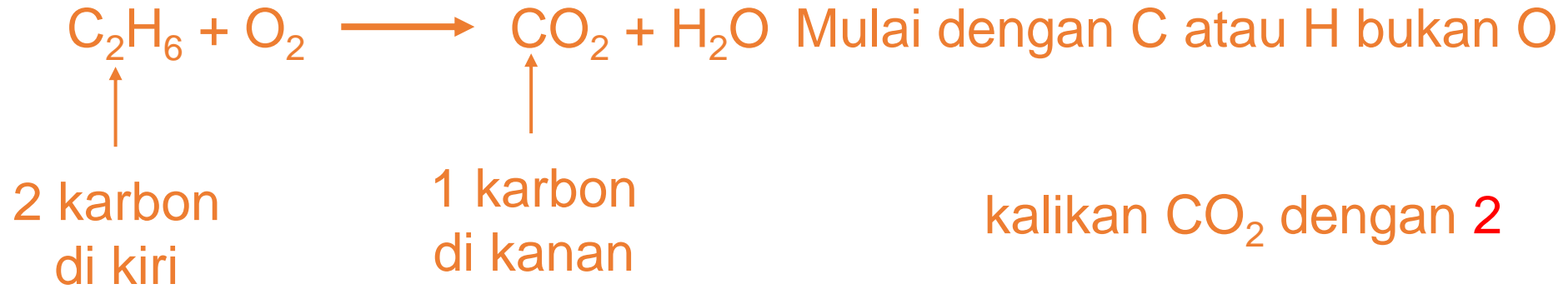


2. Ubah bilangan di depan lambang unsur/senyawa (disebut **koefisien**) untuk menyamakan jumlah atom dari tiap unsur di tiap sisi reaksi. Jangan mengubah lambang senyawa.



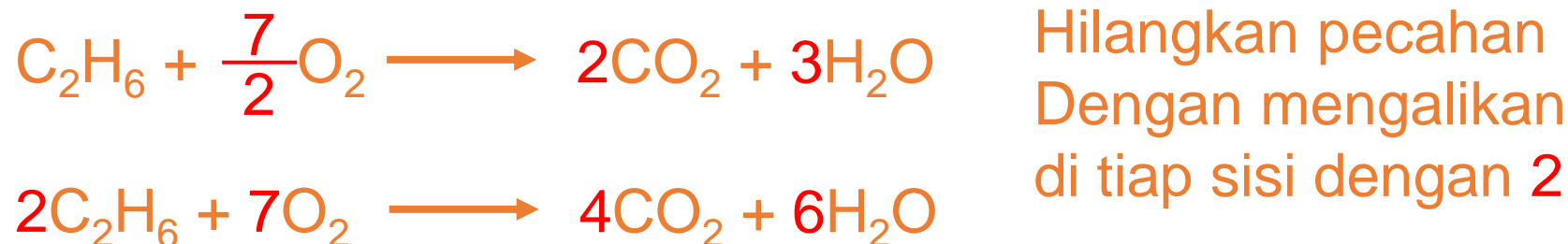
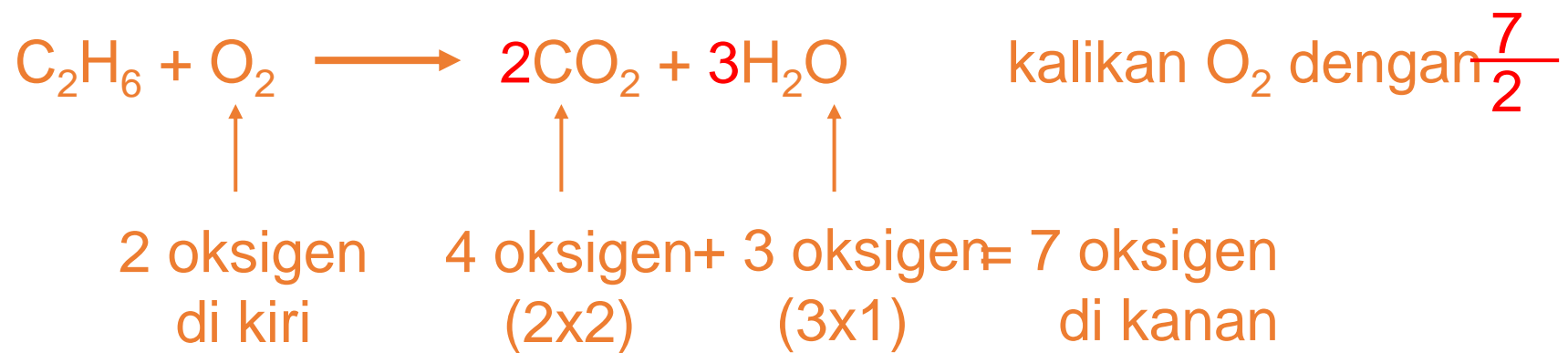
# PENYETARAAN REAKSI KIMIA

3. Mulai penyetaraan dengan unsur yang ada di satu reaktan dan satu produk.



# PENYETARAAN REAKSI KIMIA

4. Setarakan unsur-unsur yang ada di dua/lebih reaktan atau produk.





# PENYETARAAN REAKSI KIMIA

5. Periksa apakah semua unsur sudah setara



4 C (2 x 2)

4 C

12 H (2 x 6)

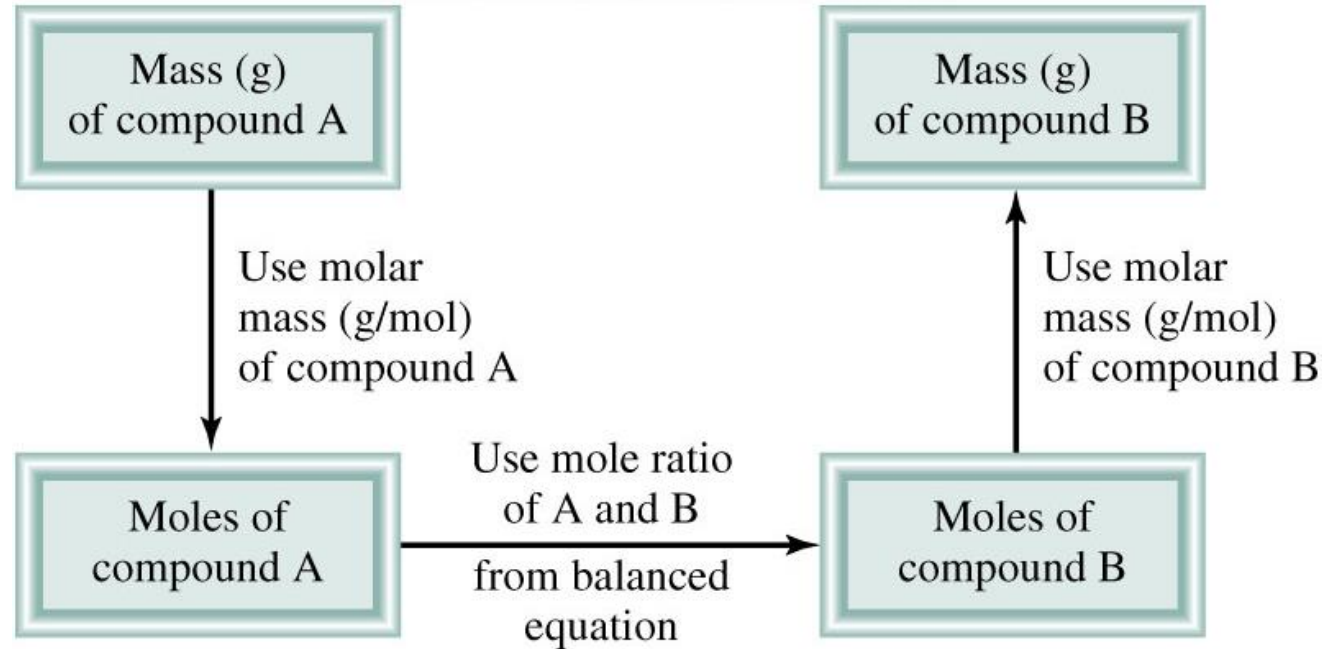
12 H (6 x 2)

14 O (7 x 2)

14 O (4 x 2 + 6)

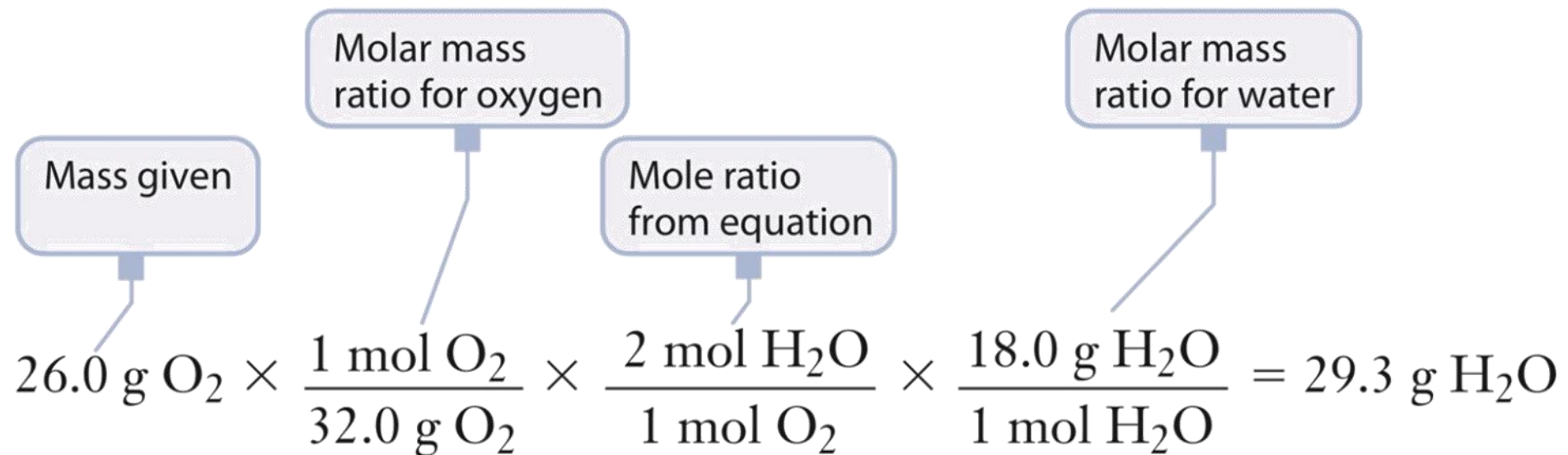
Reaktan	Produk
4 C	4 C
12 H	12 H
14 O	14 O

# Jumlah Reaktan dan Produk



1. Tuliskan persamaan reaksi kimia yang setara
2. Ubah jumlah zat yang diketahui dalam mol
3. Gunakan koefisien dalam persamaan yang setara untuk menghitung mol zat yang belum diketahui
4. Ubah mol zat tersebut ke dalam besaran yang diinginkan. Misalkan ke dalam satuan gram

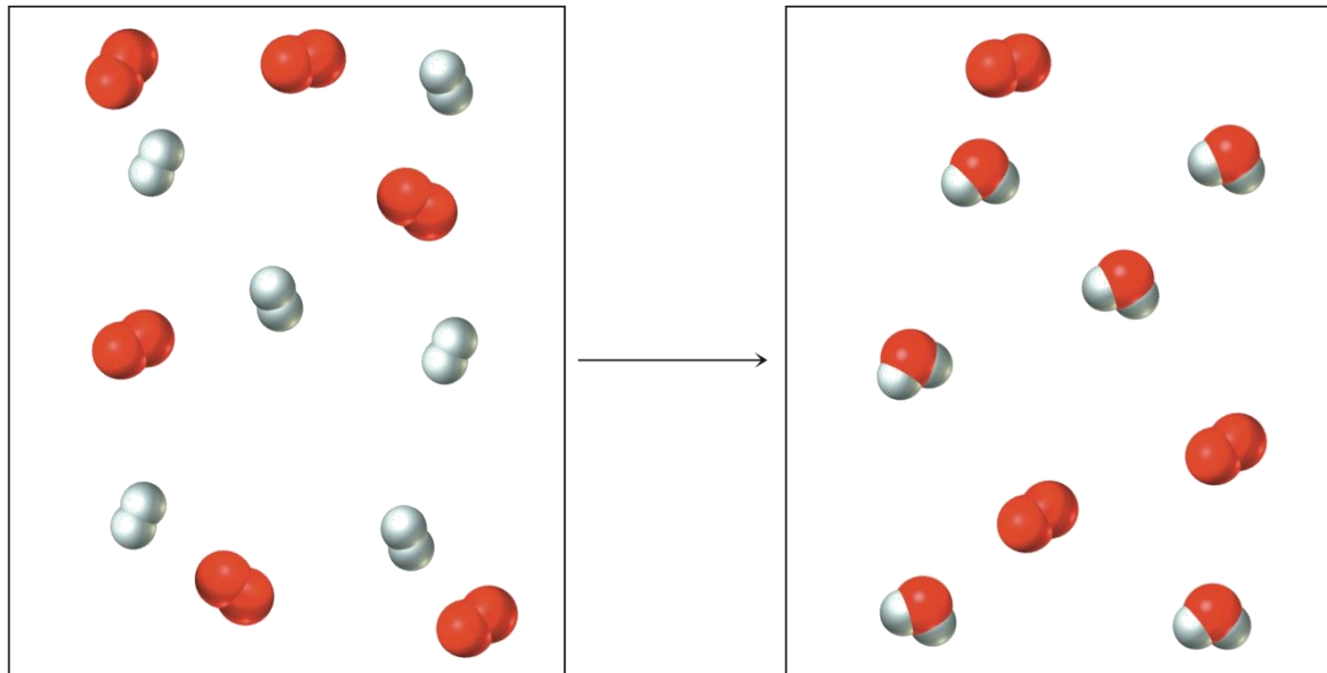
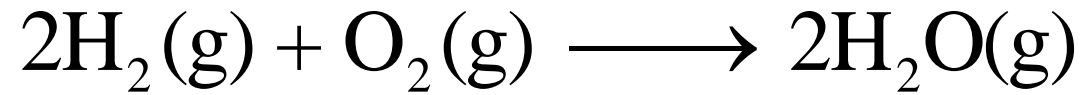
- Berapa gram air dapat diproduksi bila sejumlah hidrogen yang cukup bereaksi dengan 26,0 g oksigen?



# Pereaksi pembatas

= pereaksi yang habis lebih dulu dalam suatu reaksi kimia

- Jadi terdapat sisa pereaksi lainnya
- Kadang diperlukan dalam banyak kasus di mana pereaksi yang menjadi pereaksi pembatas mahal atau sulit didapat
- Pada umumnya digunakan pereaksi yang jumlahnya stoikiometrik (setara) untuk **mengurangi limbah**
  - Contoh: bahan bakar roket harus diatur supaya tidak ada sisa yang menambah beban massa pada roket



© Cengage Learning. All Rights Reserved.

- Pada **awal reaksi** terdapat:
  - 6 molekul  $\text{H}_2$
  - 6 molekul  $\text{O}_2$
- Pada **akhir reaksi** terdapat:  
terdapat:
  - 6 molekul  $\text{H}_2\text{O}$
  - 3 molekul  $\text{O}_2$

➔  **$\text{H}_2$  adalah pereaksi pembatas**

Dalam suatu proses, 124 g Al direaksikan dengan 601 g Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>



**Hitung massa Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang terbentuk.**

g Al  $\longrightarrow$  mol Al  $\longrightarrow$  mol Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang diperlukan  $\longrightarrow$  g Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

atau

g Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  $\longrightarrow$  mol Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  $\longrightarrow$  mol Al yang diperlukan  $\longrightarrow$  g Al

$$\cancel{124 \text{ g Al}} \times \frac{\cancel{1 \text{ mol Al}}}{\cancel{27,0 \text{ g Al}}} \times \frac{\cancel{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}}{\cancel{2 \text{ mol Al}}} \times \frac{160, \text{ g Fe}_2\text{O}_3}{\cancel{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}} = 367 \text{ g Fe}_2\text{O}_3$$

Mulai dengan 124 g Al  $\longrightarrow$  perlu 367 g Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Mulai dengan 601 g Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  $\rightarrow$  perlu 199,8 g Al

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> jauh lebih banyak (601 g)  $\rightarrow$  **Al adalah pereaksi pembatas**

Gunakan pereaksi pembatas(Al) untuk menghitung jumlah produk yang dihasilkan



$$\cancel{124 \text{ g Al}} \times \frac{\cancel{1 \text{ mol Al}}}{\cancel{27,0 \text{ g Al}}} \times \frac{\cancel{1 \text{ mol Al}_2\text{O}_3}}{\cancel{2 \text{ mol Al}}} \times \frac{102,0 \text{ g Al}_2\text{O}_3}{\cancel{1 \text{ mol Al}_2\text{O}_3}} = 234 \text{ g Al}_2\text{O}_3$$

## % Hasil Reaksi ( % *yield*)

Faktor-faktor yang menentukan hasil reaksi:

- Temperatur
- Reaksi samping
- Reaksi lanjutan
- Waktu

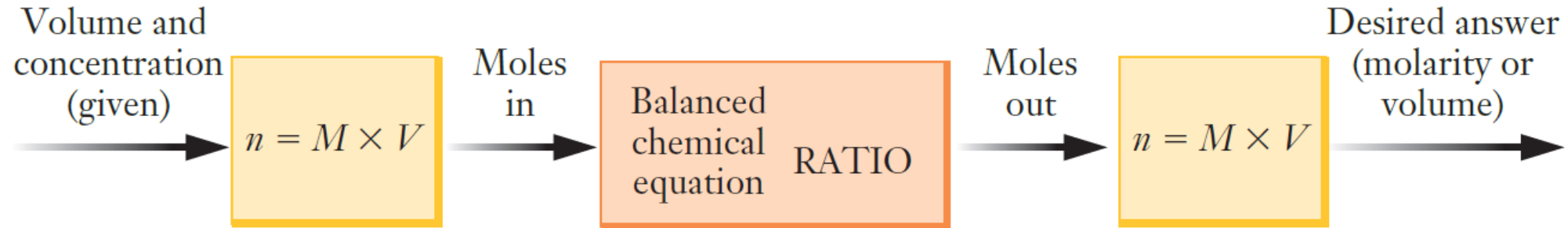
**Hasil teoritis** ( *Theoretical yield*) adalah jumlah produk yang akan terbentuk bila semua pereaksi pembatas bereaksi.

**Hasil yang sebenarnya** adalah jumlah produk yang sebenarnya diperoleh dalam reaksi tersebut.

$$\% \text{ Yield} = \frac{\text{Hasil sebenarnya}}{\text{Hasil teoritis}} \times 100$$



# Stoikiometri Larutan



- Untuk reaksi dalam **larutan** umumnya digunakan besaran **volum** ( bukan massa)
- **$n$  = jumlah mol;  $M$  = mol/L;  $V$  = L**

# Titrasi

- Teknik laboratorium yang digunakan untuk menentukan konsentrasi salah satu pereaksi dengan ketelitian tinggi
- **Indikator:** zat warna yang menjadi petunjuk bahwa reaksi telah berlangsung sempurna



© Cengage Learning/Charles D. Winters

- Larutan (A) dimasukkan ke dalam buret
- Buret diletakkan di atas labu Erlenmeyer yang berisi larutan (B) dan indikator
- Dengan menggunakan buret, A ditambahkan ke dalam labu dengan terkontrol
  - Volume ditentukan dari pembacaan awal dan akhir buret
- Reaksi telah berjalan sempurna bila indikator telah berubah warna

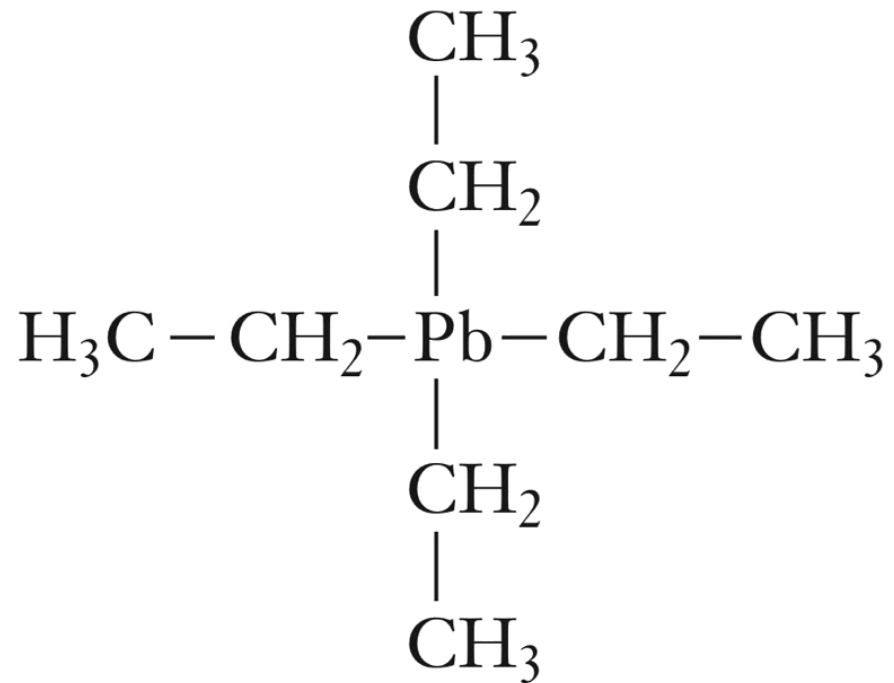
# Bahan bakar alternatif dan aditif bahan bakar (Fuel additives)

- Fungsi aditif bahan bakar

- Meningkatkan kinerja mesin → meningkatkan kadar oktan → mengurangi “knocking”
- Meningkatkan efisiensi pembakaran
- Mengurangi ketergantungan terhadap produk impor

Pembakaran sempurna atau tidak bergantung pada:

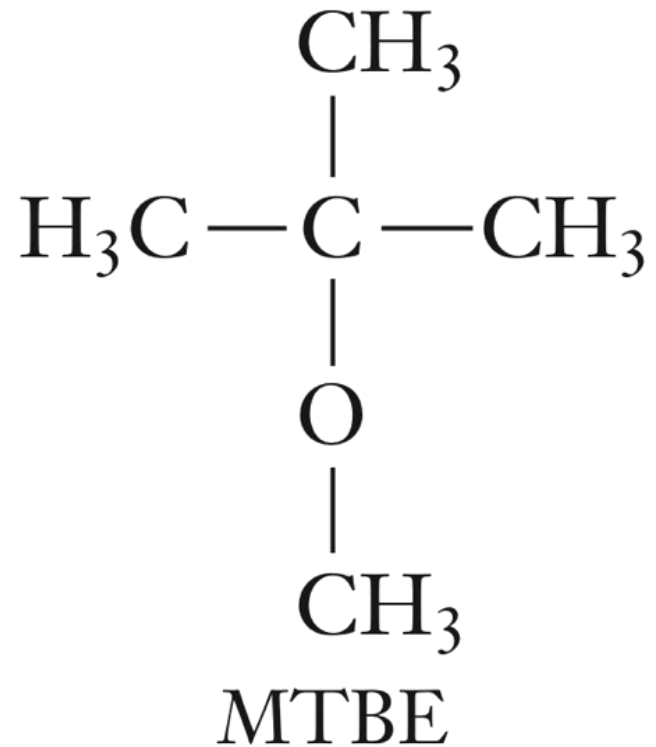
- Perbandingan jumlah bahan bakar terhadap oksigen
- Temperatur mesin
- Engine tuning



Tetraethyl lead

© Cengage Learning. All Rights Reserved.

- Tetraethyl lead meningkatkan kadar oktan
- digunakan hingga tahun 70an
  - Meracuni permukaan catalytic converters
  - Tidak digunakan lagi karena timbal beracun



© Cengage Learning

- **MTBE (metil t-butil eter)**
  - Meningkatkan kadar oktan dan kandungan oksigen bahan bakar
  - kandungan MTBE hingga 15 %
  - Karena alasan kesehatan, tidak digunakan lagi

- **Etanol**

- Aditif yang meningkatkan kandungan oksigen
- **Oxygenated fuel:**
  - Meningkatkan pembakaran, mengurangi kadar CO yang dihasilkan
- **Reformulated gasoline (RFG):**
  - Kandungan 10% etanol untuk mobil masa kini
  - Kandungan 85% etanol untuk mesin khusus → etanol bukan sebagai aditif tetapi sebagai bahan bakar