

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

PERSAMAAN LAJU REAKSI

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari modul ini, kalian diharapkan dapat:

1. Menuliskan ungkapan laju reaksi
2. Menentukan persamaan laju reaksi dan orde reaksi
3. Menganalisis data untuk menentukan orde reaksi dan laju reaksi

B. Uraian Materi

Observasi Lingkunganmu!

Perhatikan perubahan kimia yang terjadi disekitar kehidupan kalian. Adakah perubahan yang berlangsung cepat atau berlangsung lambat? Amatilah laju reaksi yang terjadi pada proses pembusukan buah-buahan atau makanan, perkaratan logam besi, proses terbentuknya batu bara dan tersulutnya senyawa amonium nitrat.

Tabel 1. Perkiraan laju reaksi proses di sekitar kehidupan siswa

| Proses di amati | Perkiraan laju reaksi | Keterangan |
|---|--------------------------------------|--|
| Pembusukan buah  (jatim.tribunnews.com/) | Berlangsung sedang, ukuran hari | Makanan dan buah buahan setelah dibiarkan beberapa hari diudara terbuka akan mengalami proses pembusukan dan tidak layak dikonsumsi |
| Korosi besi  (https://id.quora.com/) | Berlangsung lama, ukuran minggu | Korosi adalah rusaknya benda benda logam karena pengaruh lingkungan antara lain kelembaban udara, air dan zat elektrolit. |
| Terbentuknya batu bara  (kabar-energi.com) | Berlangsung lama, berjuta juta tahun | Batu bara merupakan bahan bakar fosil yang menjadi sumber energi pembangkit listrik dan berfungsi sebagai bahan bakar pokok untuk produksi baja dan semen |
| Meledaknya amonium nitrat  (riaunews.com) | Berlangsung cepat, hitungan menit | Amonium nitrat (NH_4NO_3) dari rumus kimianya , mengandung unsur nitrogen yang bermanfaat untuk pertanian. Jika amonium nitrat ini tersulut api akan timbul gas nitro oksida dan uap air yang mudah meledak. |
| Apakah laju setiap proses reaksi sama? Berikan kesimpulan yang dapat kalian dapatkan! | | |

1. Konsep laju reaksi

Laju reaksi kimia adalah perubahan konsentrasi pereaksi atau produk dalam suatu satuan waktu.

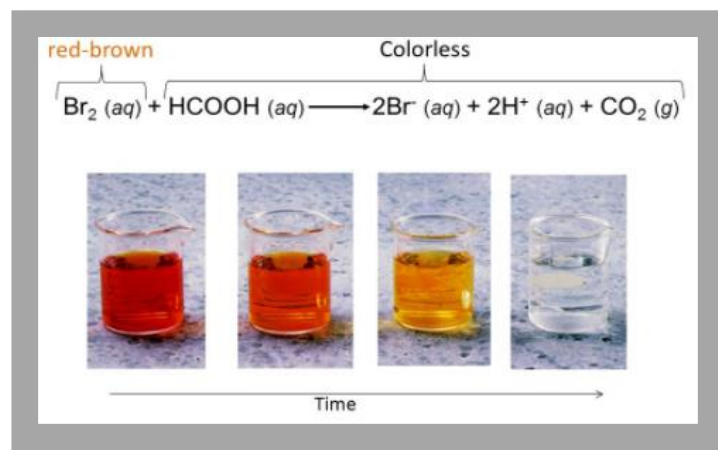
Laju reaksi dapat dinyatakan sebagai laju berkurangnya konsentrasi suatu pereaksi atau laju bertambahnya konsentrasi suatu produk persatuan waktu

Reaksi $R \rightarrow P$

Laju reaksi, $V_A = - \frac{\Delta[R]}{\Delta t}$ atau $V_B = + \frac{\Delta[P]}{\Delta t}$

$-\frac{\Delta[R]}{\Delta t}$: laju pengurangan konsentrasi pereaksi R tiap satuan waktu
 $+\frac{\Delta[P]}{\Delta t}$: laju penambahan konsentrasi produk P tiap satuan waktu

Untuk lebih memahami konsep ini, coba amati gambar hasil reaksi antara bromin (Br_2) dengan asam formiat ($HCOOH$) berikut :



Gambar 1. Hasil uji reaksi Br_2 dengan $HCOOH$

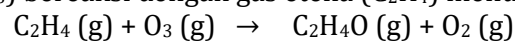
Awal reaksi, bromin berwarna coklat kemerahan. Beberapa saat kemudian, bromin menjadi tidak berwarna. Hal ini menunjukkan adanya pengurangan konsentrasi bromin dalam satu satuan waktu.

Ungkapan laju reaksi dalam eksperimen ini adalah

- Laju berkurangnya konsentrasi pereaksi (larutan Br_2) dalam satu satuan waktu ditunjukkan oleh laju memudarnya warna larutan
- Laju bertambahnya konsentrasi produk (ion Br^-) dalam satu satuan waktu ditunjukkan oleh laju terbentuknya larutan tidak berwarna

CONTOH SOAL

Tentukan laju reaksi pereaksi dan produk jika dalam suatu percobaan gas ozon (O_3) bereaksi dengan gas etena (C_2H_4) menurut reaksi:



Jawab :

Laju reaksi pereaksi,

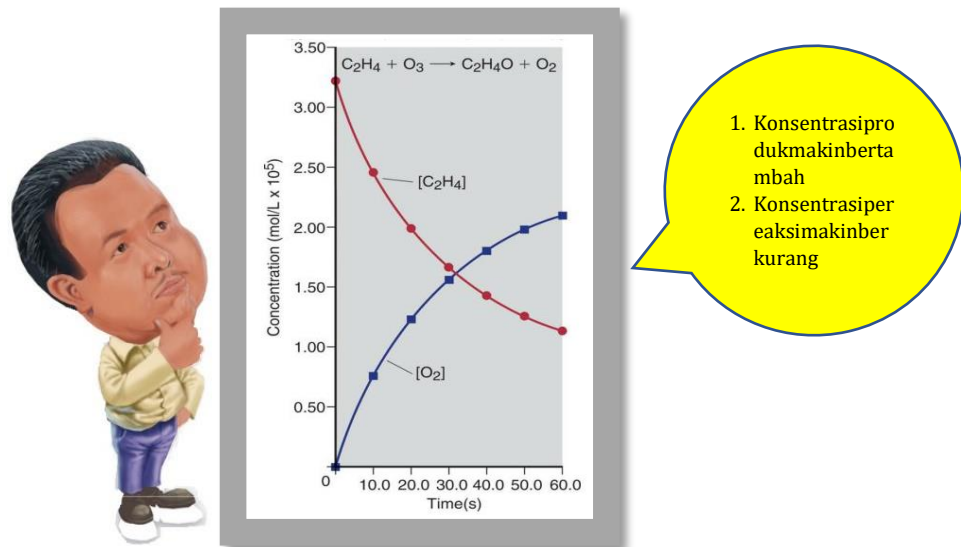
$$V_{C_2H_4} = - \frac{\Delta[C_2H_4]}{\Delta t} \text{ atau } V_{O_3} = - \frac{\Delta[O_3]}{\Delta t}$$

Laju reaksi produk,

$$V_{C_2H_4O} = + \frac{\Delta[C_2H_4O]}{\Delta t} \text{ atau } V_{O_2} = + \frac{\Delta[O_2]}{\Delta t}$$

Pendalaman konsep

Grafik hasil percobaan reaksi gas ozon (O_3) dengan gas etena (C_2H_4) pada suhu 303 K membuktikan bahwa seiring dengan berjalannya reaksi, konsentrasi pereaksi semakin berkurang dan konsentrasi produk semakin bertambah



2. Persamaan laju reaksi

Laju reaksi dipengaruhi oleh konsentrasi pereaksi. Persamaan laju reaksi menyatakan hubungan antara laju reaksi dengan konsentrasi dari pereaksi dipangkatkan bilangan tertentu.

Untuk reaksi : $p A + q B \rightarrow r C + s D$

Persamaan laju reaksi, $V = k [A]^x [B]^y$

Keterangan, k : tetapan laju reaksi,
 x : orde reaksi terhadap A,
 y : orde reaksi terhadap B

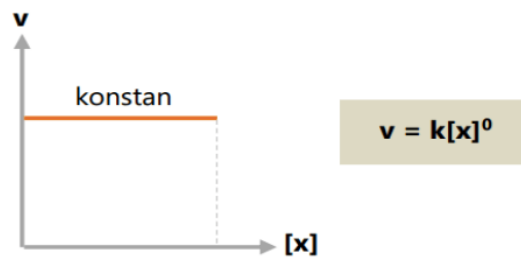
Orde persamaan laju reaksi hanya dapat ditentukan secara eksperimen dan tidak dapat diturunkan dari koefisien persamaan reaksi.

Contoh persamaan laju reaksi berdasarkan hasil eksperimen

- | | |
|-----------------------|---|
| 1. Reaksi kimia | $H_2(g) + I_2(g) \rightarrow 2HI(g)$ |
| Hasil eksperimen | orde reaksi H_2 : 1, orde reaksi I_2 : 1 |
| Persamaan laju reaksi | $V = k [H_2] [I_2]$ |
| 2. Reaksi kimia | $NO_2(g) + CO(g) \rightarrow CO_2(g) + NO(g)$ |
| Hasil eksperimen | orde reaksi NO_2 : 2, orde reaksi CO : 0 |
| Persamaan laju reaksi | $V = k [NO_2]^2$ |

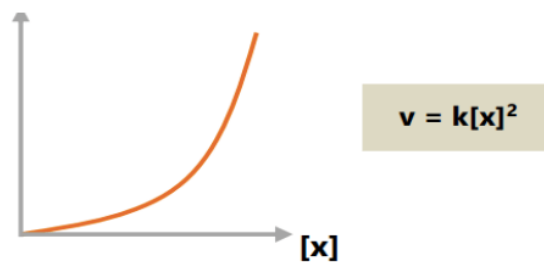
Orde reaksi dapat juga ditentukan dari data percobaan yang digambarkan dengan grafik

a. Reaksi orde nol



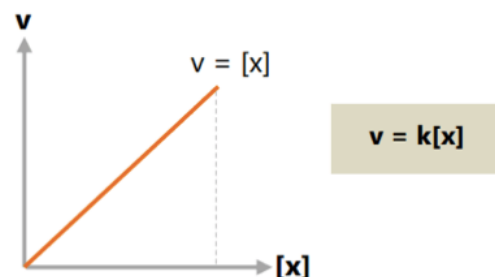
Laju reaksi tidak dipengaruhi oleh besarnya konsentrasi pereaksi. Persamaan laju reaksinya ditulis, $V = k.[A]^0$.

b. Reaksi orde satu



Laju reaksi dipengaruhi oleh besarnya konsentrasi pereaksi. Persamaan laju reaksinya ditulis, $V = k.[A]^1$

c. Reaksi orde dua



Pada suatu reaksi orde dua, laju reaksi berubah secara kuadrat terhadap perubahan konsentrasinya. Persamaan laju reaksinya ditulis, $V = k.[A]^2$

Contoh soal

1. Salah satu reaksi gas yang terjadi dalam kendaraan adalah:
 $\text{NO}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \rightarrow \text{NO}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$



Emisi asap buangan dari colt



Emisi asap buangan dari bus kota

Jika diketahui data eksperimen laju reaksi seperti pada tabel, tentukan orde reaksi $[\text{NO}_2]$ dan $[\text{CO}]$ kemudian tuliskan persamaan laju reaksinya !

| Eksperimen | Laju awal (mol/L.s) | $[\text{NO}_2]$ awal (mol/L) | $[\text{CO}]$ awal (mol/L) |
|------------|---------------------|------------------------------|----------------------------|
| 1 | 0,0050 | 0,10 | 0,10 |
| 2 | 0,0800 | 0,40 | 0,10 |
| 3 | 0,0050 | 0,10 | 0,20 |

Jawab

Dimisalkan persamaan laju reaksi : $V = k [\text{NO}_2]^m [\text{CO}]^n$

- a. Menentukan orde NO_2 (nilai m) digunakan data no 1, 2 (data dimana $[\text{CO}]$ tetap)

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{k \{[\text{NO}_2]^m\}_2 \{[\text{CO}]^n\}_2}{k \{[\text{NO}_2]^m\}_1 \{[\text{CO}]^n\}_1}$$

$$\frac{0,0800}{0,0050} = \frac{k (0,40)^m (0,1)^n}{k (0,10)^m (0,1)^n}$$

$$16 = 4^m$$

$$m = 2$$

- b. Menentukan orde CO (nilai n) digunakan data no 1, 3 (data dimana $[\text{NO}_2]$ tetap)

$$\frac{V_3}{V_1} = \frac{k \{[\text{NO}_2]^m\}_3 \{[\text{CO}]^n\}_3}{k \{[\text{NO}_2]^m\}_1 \{[\text{CO}]^n\}_1}$$

$$\frac{0,0050}{0,0050} = \frac{k (0,1)^m (0,2)^n}{k (0,1)^m (0,1)^n}$$

$$1 = 2^n$$

$$n = 0$$

orde total reaksi : $2 + 0 = 2$

- c. Persamaan laju reaksi $V = k [\text{NO}_2]^2 [\text{CO}]^0$ ditulis $V = k [\text{NO}_2]^2$