

Laju Reaksi

A. Kemolaran

1. Pengertian:

jumlah mol zat terlarut dalam setiap liter larutan (**tiap liter larutan, bukan pelarut**)

Rumusnya

$$M = n/V$$

M = kemolaran larutan

n = jumlah zat terlarut (mol)

V = volum larutan (L)

2. Hubungan kemolaran dengan kadar larutan

Kadar (persen massa) menyatakan massa zat terlarut dalam 100 gram larutan, sedangkan kemolaran menyatakan jumlah mol zat terlarut dalam tiap liter larutan. Oleh karena massa adalah hasil kali volum dengan massa jenis, maka kemolaran larutan dapat ditentukan jika kadar terlarut dan massa jenisnya diketahui.

Rumusnya:

$$M = \frac{\rho \times 10 \times \text{kadar}}{m_m}$$

M = kemolaran

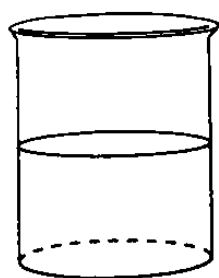
ρ = massa jenis

Kadar = % massa

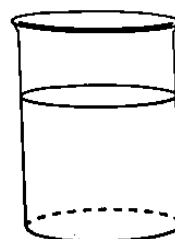
m_m = massa molar

3. Pengenceran larutan

= ketika bekerja di lab, kita seringkali perlu mengencerkan larutan, yaitu memperkecil konsentrasi larutan dengan jalan menambahkan sejumlah tertentu pelarut. Pengenceran menyebabkan volum dan kemolaran larutan berubah, tetapi jumlah zat terlarut tidaklah berubah



+ air →



Sebelum pengenceran:

$$\text{Volum} = V_1$$

$$\text{Kemolaran} = M_1$$

$$\text{Jumlah mol, } n_1 = V_1 M_1$$

Sesudah pengenceran:

$$\text{Volum} = V_2$$

$$\text{Kemolaran} = M_2$$

$$\text{Jumlah mol, } n_2 = V_2 M_2$$

Oleh karena pengenceran tidak mengubah jumlah mol zat terlarut, maka $n_1 = n_2$ atau $V_1 M_1 = V_2 M_2$

4. Pengertian konsentrasi dalam sistem gas

Rumusnya

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

C = konsentrasi gas

n = jumlah gas

V = volum ruangan

5. Pengenceran larutan pekat

= kemolaran larutan pekat dapat ditentukan jika kadar dan massa jenisnya diketahui, yaitu dengan menggunakan rumus

$$M = \frac{\rho \times 10 \times \text{kadar}}{m_m}$$

M = kemolaran
 ρ = massa jenis
Kadar = % massa
 m_m = massa molar

3.2. Konsep laju reaksi

1. Pengertian

Laju menyatakan seberapa cepat atau seberapa lambat suatu proses berlangsung

2. Ungkapan laju reaksi untuk sistem homogen

Untuk sistem homogen, cara yang umum digunakan utk menyatakan laju reaksi adalah laju pengurangan konsentrasi molar pereaksi atau laju pertambahan konsentrasi molar produk dalam satu satuan waktu



$$v = -\frac{\Delta[R]}{\Delta t} \text{ atau } v = +\frac{\Delta[P]}{\Delta t}$$

dengan, R = pereaksi (reaktan)

P = produk

v = laju reaksi

t = waktu reaksi

$\Delta[R]$ = perubahan konsentrasi molar pereaksi

$\Delta[P]$ = perubahan konsentrasi molar produk

$-\frac{\Delta[R]}{\Delta t}$ = laju pengurangan konsentrasi molar salah satu pereaksi dalam satu satuan waktu

$+\frac{\Delta[P]}{\Delta t}$ = laju penambahan konsentrasi molar salah satu produk dalam satu satuan waktu

Satuan laju reaksi dinyatakan dalam mol L^{-1} per detik ($\text{mol L}^{-1} \text{ detik}^{-1}$) atau M detik^{-1} .

sesuai dengan perbandingan koefisien reaksinya, laju pembentukan O_2 adalah setengah dari laju N_2O_5 atau seperempat dari laju pembentukan NO_2 . oleh karena itu, laju reaksi dinyatakan sebagai $1/\text{koefisien}$ dari laju masing-masing komponen.

$$v = -\frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{N}_2\text{O}_5]}{\Delta t} = +\frac{1}{4} \frac{\Delta[\text{NO}_2]}{\Delta t} = +\frac{\Delta[\text{O}_2]}{\Delta t}$$

8ELAJAR

3. Laju Rerata dan laju Sesaat

A. Laju Rerata

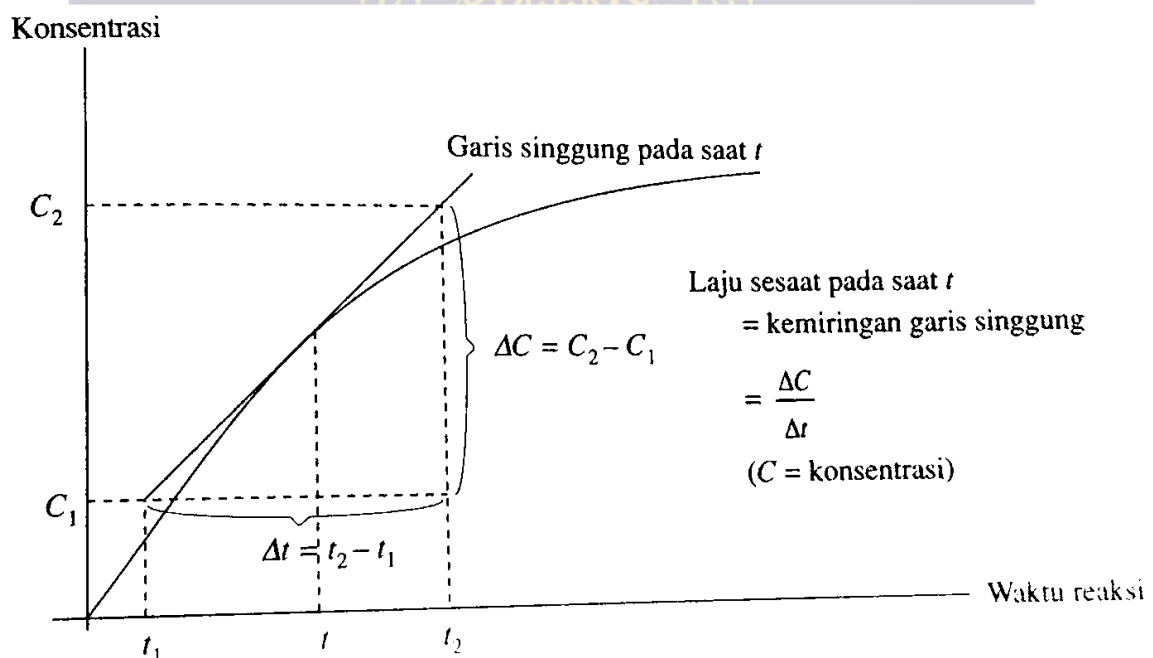
Laju Rerata adalah rerata laju untuk selang waktu tertentu. Sebagai contoh, jika reaksi magnesium dengan asam klorida menghasilkan 10 ml gas hidrogen dalam waktu 20 detik, maka laju rerata reaksinya adalah

$$v = \frac{10 \text{ mL}}{20 \text{ detik}} = 0,5 \text{ mL/detik}$$

B. Laju Sesaat

Laju sesaat adalah laju reaksi pada saat tertentu. Sebagaimana telah kita lihat pada pembahasan sebelumnya, laju reaksi berubah dari waktu ke waktu. Pada umumnya, laju reaksi semakin kecil seiring dengan bertambahnya waktu reaksi. Oleh karena itu, plot laju terhadap waktu berbentuk garis lengkung, seperti gambar dibawah. Laju sesaat pada waktu t tersebut. Penentuan laju sesaat dapat dilakukan sebagai berikut

1. Lukis garis singgung pada saat t
2. Lukis segitiga untuk menentukan kemiringan
3. Laju sesaat = kemiringan garis singgung



3.3 FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI LAJU REAKSI

Dalam eksperimen untuk membuktikan faktor- faktor yang mempengaruhi laju reaksi, terdapat:

- 1) Variabel bebas/manipulasi, yaitu variabel yang dapat diubah-ubah dalam eksperimen.

Contoh: ukuran keping pualam (faktor luas permukaan), konsentrasi zat (faktor konsentrasi).

- 2) Variabel terkontrol, yaitu variabel yang dibuat tetap dalam seluruh eksperimen.

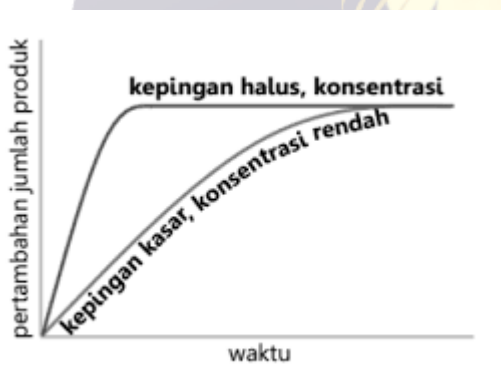
Contoh: larutan yang diubah-ubah konsentrasinya, walaupun konsentrasi-nya berubah, jenis larutannya tetap.

- 3) Variabel terikat/respons, yaitu variabel yang dihasilkan eksperimen.

Contoh: dari seluruh eksperimen terhadap faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi, dihasilkan data berupa laju reaksi dan lama reaksi (waktu).

Berdasarkan teori tumbukan, cepat lambatnya laju reaksi dipengaruhi oleh luas permukaan, konsentrasi reaktan, suhu dan katalis.

Luas permukaan adalah luas bidang sentuh tempat terjadinya reaksi antara dua reaktan. Luas permukaan berbanding lurus dengan laju reaksi.



Pada campuran pereaksi yang heterogen, reaksi hanya terjadi pada bidang batas campuran yang selanjutnya kita sebut *bidang sentuh*. Oleh karena itu, semakin luas bidang sentuh, semakin cepat reaksi berlangsung.

Benda yang permukaannya sempit/kasar memperlambat laju reaksi, karena bidang sentuh lebih sempit, sehingga lebih sedikit tumbukan yang dapat terjadi.

Konsentrasi pereaksi **berbanding lurus** dengan laju reaksi.

Semakin besar konsentrasi pereaksi, maka semakin banyak jumlah partikel dalam suatu zat, sehingga partikel yang saling bertumbukan makin banyak, dan reaksi berlangsung lebih cepat.

Penambahan tekanan dengan memperkecil volum akan memperbesar konsentrasi, dengan demikian dapat memperbesar laju reaksi.

Suhu **berbanding lurus** dengan laju reaksi.

Semakin tinggi suhu, maka makin besar energi kinetik rata-rata partikel reaktan, sehingga banyak molekul yang mencapai energi aktivasi (bertumbukan) bertambah, dan mempercepat laju reaksi.

Katalis adalah zat yang dapat mempercepat laju reaksi.

Katalis menurunkan energi aktivasi, sehingga jumlah tumbukan bertambah banyak dan reaksi dapat diselesaikan lebih cepat.

3.4 PERSAMAAN LAJU REAKSI

Hubungan kuantitatif antara konsentrasi pereaksi dengan laju reaksi dinyatakan dalam suatu persamaan, yaitu **persamaan laju reaksi**.

Bentuk persamaan laju reaksi dinyatakan sebagai berikut.

Untuk reaksi: $mA + nB \rightarrow pC + qD$ (3.2)

Persamaan laju:

$$v = k[A]^x[B]^y \text{ (3.3)}$$

Dengan, k = adalah tetapan jenis reaksi

x = adalah orde (tingkat atau pangkat) reaksi terhadap pereaksi A

y = adalah orde (tingkat atau pangkat) reaksi terhadap pereaksi B

Pangkat konsentrasi pereaksi pada persamaan laju reaksi disebut **orde** atau **tingkat reaksi**.

Reaksi (3.2) di atas berorde x terhadap A dan berorde y terhadap B.

Orde reaksi biasanya adalah suatu bilangan bulat positif sederhana (1 atau 2), tetapi ada juga yang bernilai 0, $\frac{1}{2}$, atau suatu bilangan negatif, misalnya -1.

Orde reaksi total adalah penjumlahan orde reaksi seluruh zat reaktan.

Contoh:

Tentukan orde reaksi total dari persamaan laju reaksi berikut!

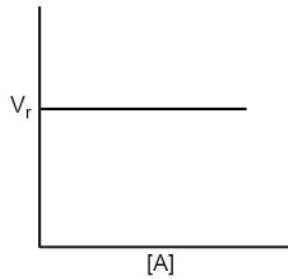
$$v = k[A][B] \quad \text{Orde total} = 2$$

$$v = k[A]^2[B] \quad \text{Orde total} = 3$$

$$v = k[A]^{-2}[B]^1 \quad \text{Orde total} = -1$$

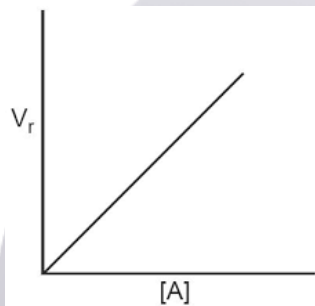
Makna Orde Reaksi:

a. Orde Nol



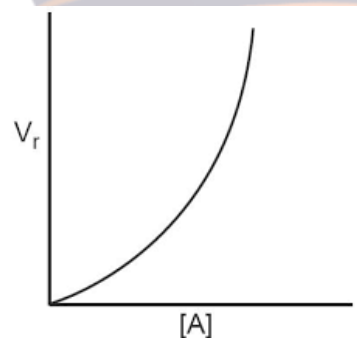
Reaksi dikatakan berorde nol terhadap salah satu pereaksinya apabila perubahan konsentrasi pereaksi tersebut tidak mempengaruhi laju reaksi.

b. Orde Satu



Suatu reaksi dikatakan berorde satu terhadap salah satu pereaksinya, jika laju reaksi berbanding lurus dengan konsentrasi pereaksi itu. Jika konsentrasi pereaksi itu dilipat-tigakan maka laju reaksi akan menjadi 3 kali lebih besar.

c. Orde Dua



Suatu reaksi dikatakan berorde dua terhadap salah satu pereaksi, jika laju reaksi merupakan pangkat dua dari konsentrasi pereaksi itu. Apabila konsentrasi zat itu dilipat-tigakan, maka laju pereaksi akan menjadi 9 kali lebih besar.

Konstanta laju reaksi atau **tetapan laju reaksi** adalah tetapan yang harganya bergantung pada jenis pereaksi, suhu dan katalis.

Harga konstanta laju reaksi:

- 1) Berbanding terbalik dengan perubahan waktu. Makin cepat reaksi berlangsung, maka harga k makin besar.
- 2) Berbanding lurus dengan perubahan suhu. Makin tinggi suhu reaksi, maka harga k makin besar.

3.5 TEORI TUMBUKAN

Pengaruh dari berbagai faktor yang mempengaruhi laju reaksi dapat dijelaskan dengan **teori tumbukan**.

Menurut teori ini, suatu reaksi berlangsung sebagai hasil *tumbukan* antar-partikel pereaksi. Akan tetapi, tidaklah setiap tumbukan menghasilkan reaksi, melainkan hanya tumbukan antarpartikel yang memiliki *energi cukup* serta *arah tumbukan yang tepat*.

Jadi, laju reaksi akan bergantung pada tiga hal berikut.

1. Frekuensi tumbukan
2. Energi partikel pereaksi
3. Arah tumbukan

Energi minimum yang harus dimiliki oleh partikel pereaksi, sehingga menghasilkan tumbukan efektif disebut **energi pengaktifan**.

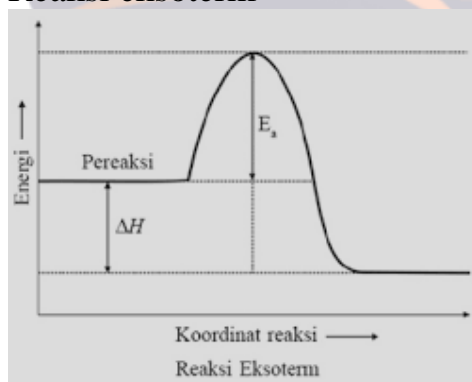
Makna energi aktivasi:

- 1) Jika bernilai rendah, berarti reaksi dapat terjadi pada suhu rendah.
- 2) Jika bernilai tinggi, berarti reaksi dapat terjadi pada suhu tinggi.

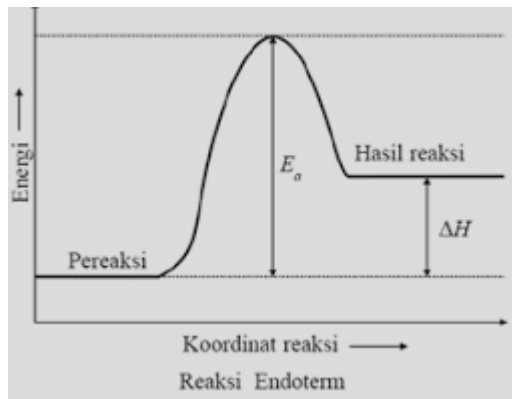
Energi pengaktifan ditafsirkan sebagai energi penghalang (barrier) antara pereaksi dan produk. Pereaksi harus didorong, sehingga dapat melewati energi penghalang tersebut baru kemudian dapat berubah menjadi produk.

Profil diagram energi pada reaksi eksoterm dan endoterm:

a) Reaksi eksoterm



b) Reaksi endoterm



Faktor-faktor yang mempengaruhi teori tumbukan adalah:

1. Pengaruh konsentrasi dan luas permukaan
 - Konsentrasi dan luas permukaan berbanding lurus dengan frekuensi tumbukan.
 - Makin besar konsentrasi reaktan, makin banyak jumlah partikel, sehingga partikel yang saling bertumbukan makin banyak.
 - Makin luas permukaan bidang, maka makin luas pula bidang sentuh tumbukan, sehingga akan terjadi tumbukan yang lebih banyak.
2. Pengaruh Suhu
 - Suhu berbanding lurus dengan energi kinetik rata-rata partikel reaktan.
 - Peningkatan suhu meningkatkan energi kinetik rata-rata molekul, sehingga jumlah molekul yang mencapai energi aktivasi (bertumbukan) bertambah.
3. Pengaruh Katalis
 - Katalis adalah zat yang dapat mempercepat laju reaksi. Katalis memperbanyak jumlah tumbukan karena menurunkan energi aktivasi.
 - **Sifat-sifat katalis:**
 1. Terlibat dalam jalannya reaksi, namun jumlahnya tidak berubah.
 2. Mempercepat laju reaksi, namun tidak mengubah komposisi produk.
 3. Menurunkan energi aktivasi, tapi tidak menurunkan perubahan entalpi.
 4. Hanya dapat mengkatalisis reaksi tertentu.
 5. Dibutuhkan dalam jumlah sedikit.
 6. Dapat diracuni zat tertentu.