


LABORATORIUM KIMIA FISIKA
 Jurusan Kimia - FMIPA
 Universitas Gadjah Mada (UGM)

KINETIKA KIMIA

Kinetika Reaksi Terkatalisis

Drs. Iqmal Tahir, M.Si.

Laboratorium Kimia Fisika, Jurusan Kimia
 Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
 Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 55281

Tel : 0857 868 77886; Fax : 0274-545188
 Email : iqmal@ugm.ac.id atau iqmal.tahir@yahoo.com

Website :
<http://iqmal.staff.ugm.ac.id>
<http://iqmaltahir.wordpress.com>

Heat

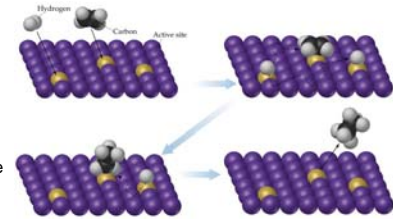
Untuk kasus reaksi hidrogenasi etilen :

$$\text{C}_2\text{H}_4(g) + \text{H}_2(g) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6(g), \Delta H = -136 \text{ kJ/mol.}$$

- Diketahui dalam eksperimen biasa reaksi berjalan sangat lambat.
- Dengan kehadiran katalis logam, reaksi akan berjalan jauh lebih cepat pada temperatur kamar

Mekanisme :

- absorpsi gas-gas ke situs aktif pada permukaan logam,
- terjadi pemutusan ikatan H-H
- atom H bermigrasi ke permukaan logam.




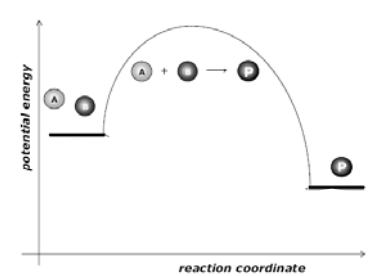

LABORATORIUM KIMIA FISIKA
 Jurusan Kimia - FMIPA, UGM

DIAGRAM ENERGI REAKSI TERKATALISIS



Katalis :
Bahan yang dapat menurunkan energi aktivasi dan mengakibatkan laju reaksi menjadi lebih besar pada temperatur yang sama.


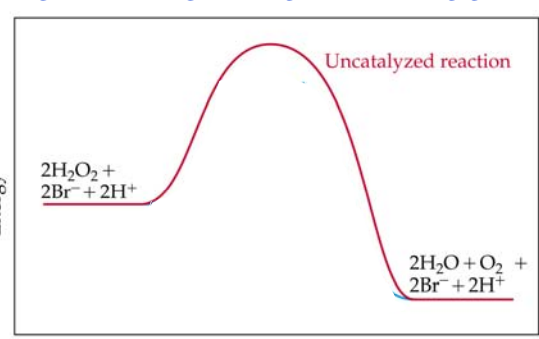

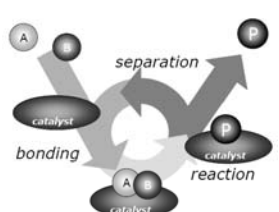

LABORATORIUM KIMIA FISIKA
 Jurusan Kimia - FMIPA, UGM

DIAGRAM ENERGI REAKSI TERKATALISIS





LABORATORIUM KIMIA FISIKA
 Jurusan Kimia - FMIPA, UGM

SKEMA KATALIS




Contoh katalis

- Katalis brom pada dekomposisi hidrogen peroksida
- Atom klor adalah katalis pada proses destruksi lapisan ozon di angkasa.
- Enzim (katalis biologis) yang dapat memberikan efek sangat spesifik, misal enzim sakharase pada aktivasi reaksi hidrolisis sukrosa.


LABORATORIUM KIMIA FISIKA
 Jurusan Kimia - FMIPA, UGM

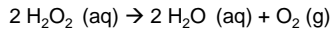
JENIS KATALIS

- Katalis homogen :
Katalis yang memiliki fase yang sama dengan campuran reaksi
Contoh : asam yang ditambahkan ke dalam larutan berair
- Katalis heterogen :
Katalis yang memiliki fase yang berbeda dengan campuran reaksi
Contoh : padatan katalis yang ditambahkan ke dalam reaksi fase gas

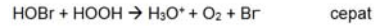
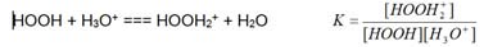

LABORATORIUM KIMIA FISIKA
 Jurusan Kimia - FMIPA, UGM

KINETIKA REAKSI TERKATALISIS**Katalis homogen**

Untuk kasus reaksi dekomposisi hidrogen peroksida :



Mekanisme reaksi melibatkan keseimbangan



Mengingat langkah kedua yang merupakan laju penentu reaksi maka persamaan laju keseluruhan

$$\frac{d[\text{O}_2]}{dt} = k.K. [\text{HOOH}][\text{H}_3\text{O}^+][\text{Br}^-]$$

- Laju reaksi fungsi dari konsentrasi Br⁻ dan pH larutan.
- Tanpa ion Br⁻ maka reaksi tidak dapat berlangsung dan energi aktivasi yang dibutuhkan sangat besar.



LABORATORIUM KIMIA FISIKA
Jurusan Kimia - FMIPA, UGM

iqmal@ugm.ac.id

7

KINETIKA REAKSI TERKATALISIS**Katalis homogen - kasus katalis asam/basa**

a. Katalis asam Brønsted :

Melibatkan transfer ion hidrogen terhadap substrat dengan mekanisme :



Contoh :

Solvolis ester, tautomerisme keto-enol dan inversi sukrosa.

b. Katalis basa Brønsted :

Melibatkan transfer ion hidrogen dari substrat ke basa dengan mekanisme :



Contoh :

Isomerisasi dan halogenasi senyawa organik, reaksi Claisen dan reaksi aldol.



LABORATORIUM KIMIA FISIKA
Jurusan Kimia - FMIPA, UGM

iqmal@ugm.ac.id

8

KINETIKA REAKSI TERKATALISIS**Katalis heterogen**

Terjadi pada kebanyakan reaksi di industri karena pemisahan katalis (*recovery*) menjadi lebih mudah.

Mekanisme proses terkatalisis :

- (1). Difusi molekul reaktan mendekati pada permukaan padatan;
- (2). Khemisorpsi satu atau lebih spesies reaktan pada permukaan;
- (3). Reaksi kimia antara molekul-molekul teradsorpsi pada satu situs ;
- (4). Desorpsi produk dari permukaan;
- (5). Difusi produk menjauhi permukaan

Untuk reaksi yang terjadi jika dua molekul teradsorpsi maka migrasi molekul teradsorpsi dari permukaan dapat terjadi antara langkah ke (2) dan (3).

Jika langkah (3) melibatkan spesies-spesies yang terkhemisorpsi pada permukaan → mekanisme Langmuir-Hinshelwood.

Apabila langkah (3) melibatkan suatu spesies terkhemisorpsi dengan spesies dalam fase bebas → mekanisme Eley-Rideal.



LABORATORIUM KIMIA FISIKA
Jurusan Kimia - FMIPA, UGM

iqmal@ugm.ac.id

9

KINETIKA REAKSI TERKATALISIS**Katalis heterogen**

Penjabaran materi kinetika adsorpsi, kinetika reaksi terkatalisis heterogen akan diuraikan pada materi kuliah :

Kimia Permukaan dan Katalis.

LABORATORIUM KIMIA FISIKA
Jurusan Kimia - FMIPA, UGM

iqmal@ugm.ac.id

10

PENGGOLONGAN KATALIS

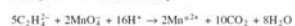
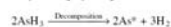
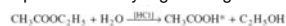
Katalis positif (katalis) : mempercepat laju reaksi

- (i) $2\text{KClO}_3 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$
- (ii) $4\text{HCl} + \text{O}_2 \xrightarrow{[\text{CuCl}_2]} 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}_2$
- (iii) $\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{[\text{Pt}]} \text{H}_2\text{O} + \text{O}$
- (iv) Vegetable oil + $\text{H}_2 \xrightarrow{[\text{Ni}]} \text{Vegetable ghee}$

Katalis negatif (Inhibitor) : menghambat laju reaksi.

- (i) $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{[\text{Acetamide}]} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
- (ii) $4\text{CHCl}_3 + 3\text{O}_2 \xrightarrow{[\text{Alcohol}]} 4\text{COCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}_2$
- (iii) Knocking of petrol by tetraethyl lead

Auto katalis : produk reaksi yang berfungsi sebagai katalis



* indicates the product acting as autocatalysis.



LABORATORIUM KIMIA FISIKA
Jurusan Kimia - FMIPA, UGM

PENGGOLONGAN KATALIS

Katalis terinduksi :

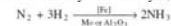
When a reaction influences the rate of some other reaction which does not occur under ordinary conditions, the phenomenon is called *induced catalysis*.

1. Sodium arsenite does not oxidize in air while sodium sulphite oxidizes. When mixture of sodium arsenite and sodium sulphite is treated, both of them undergo simultaneous oxidation. Oxidation of sodium sulphite catalyses the oxidation of sodium arsenite.

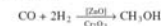
2. Reduction of mercuric chloride with oxalic acid is slow whereas reduction of KMnO_4 by oxalic acid is fast. When mixture of mercuric chloride and oxalic acid is treated with KMnO_4 , both get reduced simultaneously. Reduction of KMnO_4 induces the reduction of mercuric chloride.

Promoter

Sometimes the activity of a catalyst may be increased by addition of small amount of a second substance. The second substance, which though itself is not a catalyst, promotes the activity of a catalyst, is called the *promoter*.



[Fe] is the catalyst and presence of Mo or Al_2O_3 increase the activity of iron and, therefore, acts as promoter.



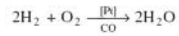
Cr_2O_3 acts as promoter and increases the activity of catalyst ZnO .

12

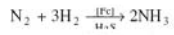
PENGGOLONGAN KATALIS

Racun katalis

Sometimes the rate of a catalysed reaction is reduced by the presence of a small amount of same substance (may be as impurities in the reactants). Such a substance, which destroys the activity of a catalyst, is called *poison* and the process is called *catalytic poisoning*.



activity of catalyst Pt is poisoned by presence of CO.



presence of H₂S reduces the activity of Fe.



APLIKASI KATALIS

Pada knalpot :

Katalis converter untuk reaksi pada knalpot
Logam Pt, Cu dll.

Mekanisme kerja katalis converter :

- Katalis heterogen :
fasa katalis = padatan
fasa reaktan/produk = gas

