

INFORMASI UMUM

Nama Penyusun : Sima Putri Ningrum
Institusi : SMAN 1 TUREN
Tahun : 2023
Jenjang : Sekolah Menengah Atas (SMA)
Kelas : XI
Alokasi Waktu : 8 x 45 menit

1.1 Kompetensi Awal

Kompetensi awal yang seharusnya dimiliki peserta didik sebelum mempelajari pokok bahasan ini antara lain:

- Peserta didik telah memahami molaritas
- Peserta didik telah memahami faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi.
- Peserta didik telah mengetahui perbedaan dari masing-masing faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi
- Peserta didik telah dapat menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi

1.2 Target Peserta Didik

Modul ajar ini dirancang untuk mengajar peserta didik reguler atau umum, tidak ada kesulitan dalam mencerna dan memahami materi ajar.

KOMPONEN INTI

2.1 Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, peserta didik diharapkan mampu:

- Memahami faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi
- Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi berdasarkan data hasil percobaan.
- Mengaplikasikan pengetahuan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi dalam kehidupan sehari-hari.

2.2 Petunjuk Penggunaan bagi Siswa

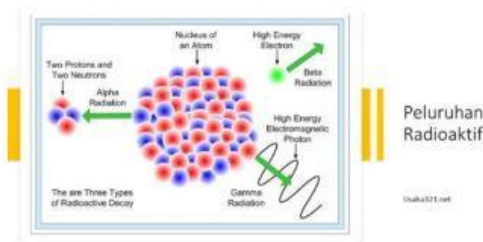
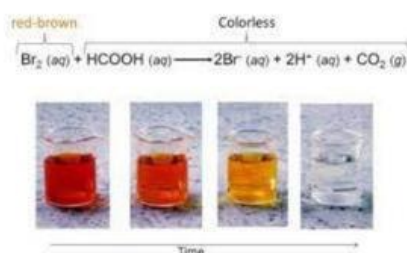
- Berdoalah sebelum belajar!
- Setiap Peserta Didik harus membaca LKPD ini dengan seksama dan mengerjakan pertanyaan-pertanyaan yang terkait sesuai dengan instruksi yang diberikan oleh guru.
- Pergunakanlah bahan bacaan yang telah disediakan ataupun internet untuk menjawab pertanyaan yang ada pada LKPD.
- Diskusikan dengan kelompok.
- Apabila terdapat hal yang tidak dimengerti atau sulit dipahami, mintalah bantuan kepada guru untuk menjelaskannya.

2.3 Kegiatan Pembelajaran

Ayo ikuti kegiatan belajar berikut ini!

PENDAHULUAN

Perhatikan kedua gambar berikut ini!



Gambar 1 (Reaksi Bromin dan asam format); Gambar 2 (peluruhan radioaktif)

- Berdasarkan gambar tersebut, perubahan apa yang terjadi pada reaksi Br_2 dan HCOOH ? Mengapa hal tersebut terjadi?
- Lalu, bagaimana dengan gambar 2? Apakah prosesnya sama?
- Bagaimana konsentrasi pereaksi dapat mempengaruhi laju reaksi?

Kegiatan Belajar 1

KONSENTRASI LARUTAN

- Molaritas (M) = $\frac{\text{mol}}{\text{volume (liter)}}$
- Molaritas = $\frac{\text{massa}}{\text{Mr}} \times \frac{1000}{\text{volume}}$
- Molaritas = $\frac{\% \text{ massa} \times 10 \times \text{massa jenis}}{\text{Mr}}$

Rumus Pengenceran

$$M1.V1 = M2.V2$$

Setelah kalian memahami uraian singkat materi dan contoh di atas, cobalah kerjakan soal di bawah ini!

1. Berapa molaritas larutan asam sulfat 25% (massa) dengan massa jenis 1,178 g/mL dan Mr adalah 98?
2. Hitung molaritas 200 mL larutan glukosa yang mengandung 3 gram glukosa!
3. Tentukan molaritas larutan yang dibuat dengan melarutkan:
 - 50 gram CaCO_3 (Ar Ca = 40, C = 12, dan O = 16) dalam 250 mL air
 - 11,6 gram Mg(OH)_2 (Ar Mg = 24, O = 16, dan H = 1) dalam 2 liter air
4. Tentukan konsentrasi larutan 100 mL HCl 0,1 M jika diencerkan hingga 10 kali!
5. Didalam laboratorium tersedia larutan asam format (CHO_2H) dengan konsentrasi 2 M. Jika diketahui (Ar H = 1, C = 12 dan O = 16) dengan massa jenis 1,01 g/mL. Tentukan % massa pada larutan tersebut...

Kegiatan Belajar 2

Orientasi Masalah

Bacalah studi kasus berdasarkan berita berikut ini!

Studi Kasus 1

Tahukah kalian mengenai Hiu Greenland? Hiu Greenland memiliki nama latin *Somniosus microcephalus* yang merupakan hewan vertebrata atau bertulang belakang yang bisa hidup hingga ratusan tahun pada perairan dingin di Kutub Utara. Hewan ini dapat berumur panjang sekitar 250-500 tahun, karena ia memiliki metabolisme yang lambat dibandingkan dengan hewan lainnya.



Sumber : <https://www.mongabay.co.id/2022/04/16/hiu-greenland-si-lamban-yang-berumur-panjang/>

Studi Kasus 2

Ledakan bom Israel untuk terowongan hamas meledak lebih cepat setengah jam dari perkiraan. Hal tersebut dikarenakan tembakan tank yang letaknya dekat dengan alat pemicu ledakan, sehingga menewaskan 6 korban.



Sumber : <https://video.tribunnews.com/view/689018/bom-israel-memakan-korban-meledak-lebih-cepat-sebelum-waktu-ledak-hingga-bunuh-6-anggota-zeni>

Berdasarkan kedua studi kasus tersebut, manakah yang berlangsung cepat dan manakah yang berlangsung lama? Apakah prosesnya sama? Mengapa hal tersebut dapat terjadi? Apakah ada faktor-faktor yang mempengaruhi?

Mengorganisasi Siswa

Bentuklah kelompok dengan tiap kelompok masing-masing beranggotakan 4-5 orang. Diskusikan studi kasus yang disajikan dengan anggota kelompokmu!

Membimbing Penyelidikan

LAJU REAKSI

Laju reaksi menyatakan berkurangnya konsentrasi pereaksi atau bertambahnya konsentrasi hasil reaksi setiap satu satuan waktu (detik). Satuan laju reaksi dinyatakan dalam satuan $\text{mol dm}^{-3} \text{det}^{-1}$ atau mol/liter detik .

Berikut ini menunjukkan suatu proses sederhana dari reaksi perubahan molekul A menjadi molekul B yang dinyatakan dengan persamaan reaksi :

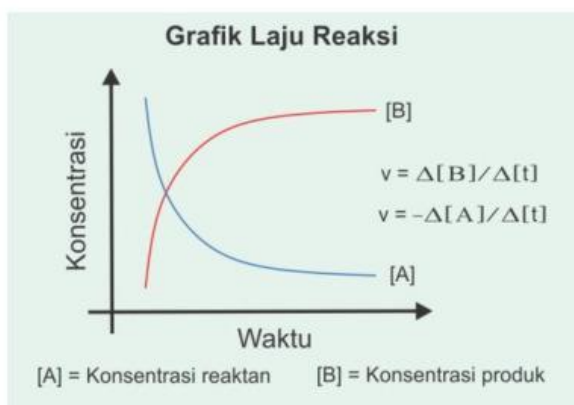


Dengan demikian, laju reaksi dapat dinyatakan:

$$\text{Laju reaksi} = -\frac{\Delta[\text{A}]}{\Delta t} \quad \text{atau} \quad \text{laju reaksi} = +\frac{\Delta[\text{B}]}{\Delta t}$$

Tanda negatif ΔA menunjukkan bahwa A berkurang, sedangkan ΔB bertanda positif karena B bertambah.

Grafik Laju Reaksi



Mengembangkan dan Menyajikan Hasil

Tuliskanlah hasil diskusi kelompokmu di bawah ini! Kemudian presentasikan bersama anggota kelompokmu!

.....

.....

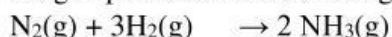
.....

Latihan Soal!

Setelah kalian memahami uraian singkat di atas, maka coba kerjakan latihan soal di bawah ini!

1. Jika diketahui laju penguraian H_2O menjadi O_2 dan H_2 adalah $0,05 \text{ mol/L detik}$, maka tentukan laju dari O_2

2. Ke dalam ruangan yang volumenya 10 liter di reaksi 0,1 mol gas N_2 dan 0,1 mol gas H_2 dengan persamaan reaksi sebagai berikut.



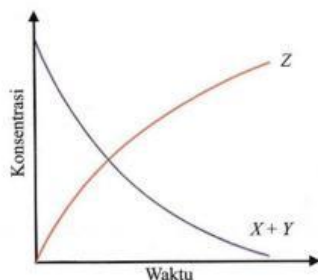
Setelah reaksi berlangsung selama 5 detik, ternyata masih tersisa 0,08 mol gas N_2 . Tentukan laju reaksi sesaat berdasarkan:

- Gas hidrogen yang bereaksi
 - Gas nitrogen yang bereaksi
 - Gas NH_3 yang terbentuk
3. Disajikan persamaan reaksi sebagai berikut
- $$4NO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2N_2O_5$$
- Berdasarkan berkurangnya konsentrasi gas oksigen setiap detik. Jika pada suhu tertentu laju reaksinya adalah 0,036 mol/L detik, maka hitunglah laju reaksi jika diukur berdasarkan :
- Berkurangnya gas NO_2 tiap detik
 - Bertambahnya gas N_2O_5 tiap detik
4. Penentuan laju reaksi pada: $2X(g) + 3Y_2(g) \rightarrow 2XY_3(g)$ dilakukan dengan mengukur perubahan konsentrasi A setiap 10 detik sehingga didapatkan data sebagai berikut ini.

Waktu (detik)	0	10	10
[A] (mol/L)	0,1	0,08	0,06

Tentukan :

- Laju reaksi rata-rata gas A pada setiap selang waktu
 - Laju reaksi rata-rata setiap selang waktu berdasarkan gas XY_3 yang dihasilkan
5. Perhatikan grafik di bawah ini!



- Berdasarkan grafik tersebut, spesi apakah yang berperan sebagai reaktan dan spesi apakah yang berperan sebagai produk?
- Tuliskan persamaan reaksi berdasarkan grafik tersebut!
- Bagaimanakah $[X]$ dan $[Y]$ pada awal reaksi?
- Semakin lama proses berlangsung, bagaimana $[X]$ dan $[Y]$?
- Tuliskan rumus laju reaksi masing-masing komponen!

Kegiatan Belajar 3

Orientasi Masalah

Ani melakukan percobaan di laboratorium. Ia mereaksikan natrium tiosulfat dengan asam klorida. Sehingga didapatkan hasil pengamatan sebagai berikut.

[Na ₂ S ₂ O ₃] (M)	[HCl] (M)	Laju Reaksi (M/s)
1.5	1.5	3.2×10^{-1}
1.5	2.5	3.2×10^{-1}
3.0	1.5	6.4×10^{-1}

Berdasarkan data hasil percobaan tersebut, ketika laju reaksinya naik menjadi dua kali semula, maka konsentrasi natrium tiosulfat juga naik menjadi dua kali semula. Sedangkan pada laju reaksi pada konsentrasi HCl tetap ketika dinaikkan 3/2 dari semula. Berdasarkan ilustrasi tersebut, mengapa hal tersebut dapat terjadi pada konsentrasi HCl? Mengapa berbeda?

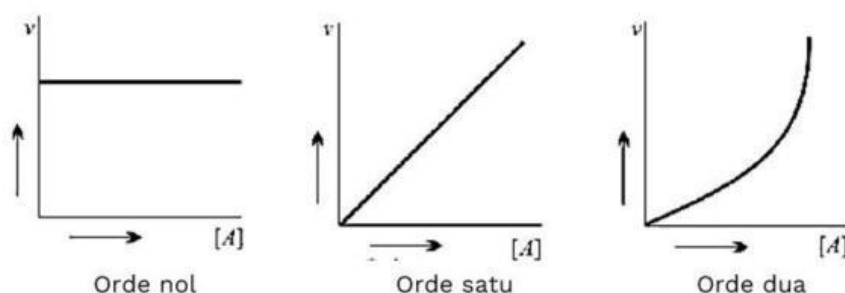
Mengorganisasi Siswa

Bentuklah kelompok dengan tiap kelompok masing-masing beranggotakan 4-5 orang. Diskusikan studi kasus yang disajikan dengan anggota kelompokmu!

Membimbing Penyelidikan

ORDE/ TINGKAT REAKSI

Orde reaksi merupakan angka faktor pengganda yang digunakan sebagai pangkat terhadap konsentrasi pada rumusan hukum laju reaksi. Orde reaksi tersebut ditentukan berdasarkan data percobaan. Berdasarkan pengaruh konsentrasi reaktan, orde reaksi dibedakan menjadi tiga jenis yaitu reaksi orde nol, orde satu, dan orde dua. Berikut merupakan grafik orde reaksi.



Berdasarkan ilustrasi dari beberapa grafik, simpulkan mengenai :

Orde nol : laju reaksi tidak dipengaruhi oleh konsentrasi pereaksi, tetapi hanya bergantung pada nilai tetapan laju reaksi

Orde satu : adanya pertambahan laju reaksi akan sama dengan perubahan konsentrasi

Orde dua : laju reaksi berbanding lurus dengan pangkat dua suatu pereaksi atau ketika konsentrasi dinaikkan menjadi dua kali, maka laju reaksi akan menjadi empat

PERSAMAAN LAJU REAKSI

Bentuk persamaan laju reaksi dinyatakan sebagai berikut:



Berdasarkan persamaan reaksi di atas, dihasilkan persamaan laju sebagai berikut.

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

Dengan: k = tetapan laju reaksi
 x = orde reaksi terhadap pereaksi A
 y = orde reaksi terhadap pereaksi B

INFOO!!



Video :

<https://youtu.be/EMDeWkMhavM?si=mHCkrblzRIr6aLx>

Untuk menentukan persamaan laju reaksi, ikuti prosedur berikut:

$\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{Produk reaksi}$

1. Buat persamaan reaksinya : $v = k [\text{A}]^x [\text{B}]^y$

2. Tentukan orde masing-masing pereaksi.

Untuk menentukan orde pereaksi A yaitu x , lihat 2 percobaan yang nilai $[\text{B}]$ tetap
Untuk menentukan orde pereaksi B yaitu y , lihat 2 percobaan yang nilai $[\text{A}]$ tetap

3. Masukkan nilai orde yang telah diperoleh ke dalam persamaan reaksi di atas.

Mengembangkan dan Menyajikan Hasil

Tuliskanlah hasil diskusi kelompokmu di bawah ini! Kemudian presentasikan bersama anggota kelompokmu!

.....
.....
.....

Ayo Berlatih!

Untuk memahami pemahamanmu, kerjakanlah latihan soal berikut ini!

1. Reaksi $2\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{NO}(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g})$ memiliki persamaan laju $v = k[\text{NO}]^2[\text{H}_2]$
 - a. Berapakah orde reaksi terhadap NO?

- b. Berapakah orde reaksi terhadap H_2 ?
 - c. Berapakah orde totalnya?
 - d. Gambarkan orde reaksi terhadap NO !
 - e. Gambarkan orde reaksi terhadap H_2 !
2. Terdapat suatu reaksi berorde dua terhadap salah satu pereaksinya. Bagaimanakah pengaruhnya terhadap laju reaksi apabila pada suhu tetap:
 - a. Konsentrasi pereaksi dilipakan menjadi 2 kali?
 - b. Konsentrasi pereaksi diperkecil tiga kali?
 3. Suatu reaksi: $A + B \rightarrow$ hasil reaksi, persamaan laju reaksinya $v = k[A][B]^2$. Jika pada suhu tetap, konsentrasi A dan B dinaikkan dua kali semula. Laju reaksinya adalah...
 4. Pada reaksi $2H_{2(g)} + 2NO_{(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)} + N_{2(g)}$ memiliki persamaan laju $v = k[NO]^2[H_2]$. Jika konsentrasi pada NO sebesar 0,4 M dan konsentrasi 0,8 M. Maka, berapa laju reaksinya?
 5. Pada penentuan laju reaksi $H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O(l)$ diperoleh data percobaan sebagai berikut.

$[H_2]$ (M)	$[O_2]$ (M)	Laju Reaksi (v)
0,1	0,2	4 M/s
0,1	0,4	4 M/s
0,2	0,2	16 M/s

Berdasarkan data di atas, tentukan:

- a. Orde reaksi H_2
 - b. Orde reaksi O_2
 - c. Orde total
 - d. Persamaan laju reaksi
6. Pada reaksi $2A + B \rightarrow 2C$, didapat data laju reaksi sebagai berikut

Percobaan	$[A]$ (mol/L)	$[B]$ (mol/L)	Waktu reaksi
1	0,01	0,3	16
2	0,02	0,3	8
3	0,01	0,6	4

Berdasarkan data di atas, tentukan :

- a. Orde reaksi A
 - b. Orde reaksi B
 - c. Persamaan laju reaksi
 - d. Tetapan laju reaksi
 - e. Berikut ini adalah data hasil percobaan laju reaksi dari reaksi:
7. $2NO(g) + 2H_{2(g)} \rightarrow N_{2(g)} + 2H_2O(g)$

$[NO]$ (mol/L)	$[H_2]$ (mol/L)	Laju Reaksi (mol/L.s)
0,30	0,05	1,6
0,30	0,15	4,8
0,10	0,25	0,5
0,20	0,25	2,0

Reaksi tersebut mempunyai tetapan laju reaksi sebesar...

8. Perhatikan data percobaan penentuan laju reaksi dengan persamaan reaksi berikut:
 $A + B \rightarrow C$

- Jika konsentrasi zat A tetap dan konsentrasi zat B dinaikkan dua kali dari semula, laju reaksi empat kali lebih cepat dari semula
- Jika konsentrasi zat B tetap dan konsentrasi zat A dinaikkan dua kali dari semula, laju reaksi dua kali lebih cepat dari semula

Jika konsentrasi awal zat A = 2 mol/L dan konsentrasi zat B = 3 mol/L, besarnya laju reaksi adalah...

9. Diketahui reaksi:



No	[Fe ³⁺](M)	[3S ²⁻](M)	Laju (M/s)
1	0,1	0,1	2
2	0,2	0,1	8
3	0,2	0,2	16
4	0,2	0,3	54

Orde reaksi total dari data diatas adalah ...

REFLEKSI

Sebelum berlanjut ke kegiatan selanjutnya, jawablah dengan jujur terkait dengan penguasaan materi pada LKPD ini di tabel berikut ini

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah kalian telah memahami mengenai konsep laju reaksi?		
2	Apakah kalian dapat menentukan orde reaksi berdasarkan data hasil eksperimen?		
3	Apakah kamu dapat menuliskan persamaan laju reaksi?		
4	Apakah kalian dapat menghitung konstanta laju reaksi		
5	Apakah kalian dapat menghitung laju reaksi pada konsentrasi tertentu?		

Untuk mengetahui pemahamanmu mengenai materi persamaan laju reaksi, mari kerjakan tugas 2 berikut ini!

TUGAS 2

1. Mengapa laju reaksi banyak ditentukan dengan menggunakan konsentrasi awal pereaksi?
2. Pada percobaan reaksi antara logam aluminium dan asam sulfat sesuai persamaan reaksi: $2\text{Al}(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{aq}) + 3\text{H}_2(\text{g})$. Gas hidrogen ditampung dan diukur volumenya pada temperature yang tetap. Data pengukuran tiap waktu sesuai tabel berikut :

Nomor	Waktu Reaksi (detik)	Volume gas (mL)
1	0	0
2	15	40
3	30	80

Tentukan:

- Laju reaksi pembentukan gas hidrogen setelah 30 detik
- Laju reaksi pembentukan gas hidrogen pada detik ke-15

- Pada percobaan reaksi $2X + Y \rightarrow X_2Y$ selama 30 detik. Konsentrasi X 0,5 M berubah menjadi 0,3 M. Bagaimana laju reaksi berkurangnya konsentrasi Y?
- Terdapat suatu reaksi $X + Y \rightarrow XY$. Jika molaritas X dinaikan 2 kali dan molaritas Y tetap, maka laju reaksi 4 kali lebih besar. Jika molaritas X dan Y dinaikan 2 kali, maka laju reaksi menjadi 16 kali lebih besar. Persamaan laju reaksi tersebut adalah
- Diketahui persamaan reaksi $A + 3B \rightarrow 2C + 2D$
Molaritas B mula-mula 0,9986 M dan dalam waktu 13,2 menit molaritas B berubah menjadi 0,9746 M. Berapa kecepatan reaksi rata-rata selama waktu tersebut dalam M per detik....
- Untuk reaksi : $X_2 + Y + Z \rightarrow XY + XZ$, didapat data bahwa pada saat konsentrasi X_2 , diduakalikan dengan Y dan Z tetap, laju reaksi menjadi dua kali lebih cepat, dan pada konsentrasi X dan Z tetap dengan Y ditigakalikan, laju reaksinya juga menjadi tiga kali lebih cepat. Tetapi, perubahan Z pada X dan Y tetap tidak berpengaruh terhadap laju reaksi. Tentukanlah orde reaksi dan persamaan laju reaksinya!
- Data eksperimen untuk reaksi $A(g) + B_2(g) \rightarrow 2AB(g)$ adalah sebagai berikut.

Percobaan	[A] awal (mol/L)	[B] awal (mol/L)	Laju Reaksi (mol/ L.S)
1	0,1	0,1	6
2	0,1	0,2	12
3	0,1	0,3	18
4	0,2	0,1	24
5	0,3	0,1	54

Dari data tersebut, tetapan laju reaksinya adalah...

- Dalam suatu percobaan untuk menyelidiki laju reaksi: $X + Y \rightarrow Y$. Diperoleh data hasil percobaan sebagai berikut.

No	[X] (M)	[Y] (M)	Laju (M/s)
1	0,10	0,10	$2,2 \times 10^{-4}$
2	0,10	0,30	$19,8 \times 10^{-4}$
3	0,20	0,30	$19,8 \times 10^{-4}$

Grafik yang menggambarkan orde reaksi terhadap Y adalah...

- Dalam ruang yang volumenya 2 liter, 1 mol gas NH_3 terurai menjadi gas N_2 dan gas H_2 . Setelah 10 sekon, ternyata gas NH_3 yang tersisa dalam ruang tersebut 0,6 mol. Tentukan :
 - laju reaksi penguraian gas NH_3
 - laju reaksi pembentukan gas N_2 dan gas H_2
- Laju reaksi terhadap: $2HgCl_2(aq) + C_2O_4^{2-}(aq) \rightarrow 2CO_2(g) + Hg_2Cl_2(s) + 2Cl^-(aq)$ diketahui dengan mengukur jumlah mol Hg_2Cl_2 yang mengendap per liter per menit, dan diperoleh data sebagai berikut:

Percobaan ke-	[HgCl ₂] (M)	[C ₂ O ₄ ²⁻] (M)	Laju pembentukan Hg ₂ Cl ₂ (M/menit)
1	0,105	0,15	$1,8 \times 10^{-5}$
2	0,105	0,30	$7,1 \times 10^{-5}$
3	0,052	0,30	$3,5 \times 10^{-5}$

- Dari data tersebut, tentukan orde reaksi terhadap $HgCl_2$ dan $C_2O_4^{2-}$ seta orde reaksi keseluruhan
- Hitung tetapan laju reaksinya (k)
- Hitung laju reaksi jika konsentrasi awal $HgCl_2$ 0,02 mol/L dan $C_2O_4^{2-}$ 0,22 mol/L

