



STEM Science, Technology,
Engineering, Mathematics

Modul Elektronik **KIMIA**

Laju Reaksi

Bermuatan Science
Technology Engineering and
Mathematics



Kelas
XI

SMA/MA
Risma Alfina I.

Daftar Isi

1

Petunjuk Penggunaan

2

Kompetensi Dasar dan Tujuan Pembelajaran

3

Peta Konsep

4

Pengertian Laju Reaksi

5

Faktor-faktor Laju Reaksi

6

Uji Kompetensi

7

Daftar Pustaka

Petunjuk Penggunaan

1. Bacalah doa sebelum mulai belajar
2. Ikuti setiap petunjuk yang tertera pada setiap halaman
3. Lakukan setiap kegiatan untuk memperkaya pemahaman
4. Kerjakan soal evaluasi untuk mengukur pemahaman terhadap materi yang sudah dipelajari
5. Usap layar Hp untuk menuju halaman berikutnya dan sebelumnya
6. Gunakan tombol:



Home (untuk menuju ke menu utama)



Circle active (untuk membuka soal, perintah kegiatan, atau video pembelajaran)

Kompetensi Dasar

3.6 Memahami teori tumbukan dalam reaksi kimia berdasarkan pengaruh suhu terhadap laju rata-rata partikel zat dan pengaruh konsentrasi terhadap frekuensi tumbukan

3.7 Menentukan orde reaksi dan tetapan laju reaksi berdasarkan data hasil percobaan

4.6 Menyajikan cara-cara pengaturan penyimpanan bahan untuk mencegah perubahan tak terkendali

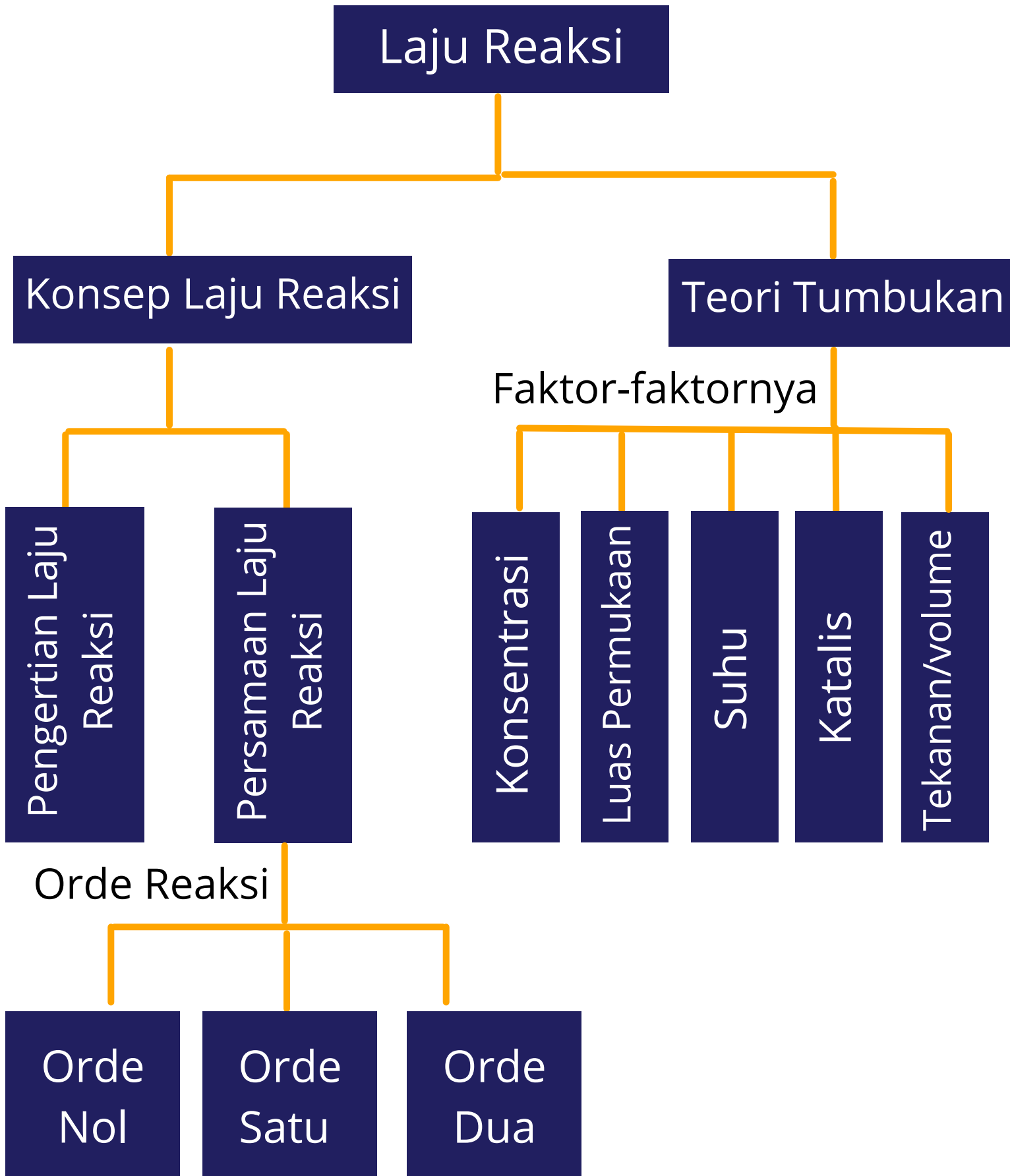
4.7 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi dan orde reaksi

Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik dapat menganalisis pengertian laju reaksi
2. Peserta didik dapat menganalisis konsep molaritas

3. Peserta didik dapat menganalisis teori tumbukan
4. Peserta didik dapat menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi
5. Peserta didik dapat menganalisis persamaan laju reaksi dan orde reaksi
6. Peserta didik dapat merancang percobaan terkait peristiwa laju reaksi

Peta Konsep





Pendalaman Materi

A. Pengertian Laju Reaksi



Mengidentifikasi Cepat Lambatnya Reaksi Kimia



Gambar 1 Petasan meledak



Gambar 2 Pipa besi berkarat

Diskusi

1. Peristiwa manakah yang berlangsung lambat?
2. Peristiwa manakah yang berlangsung cepat?
3. Apakah yang memengaruhi cepat-lambatnya peristiwa tersebut?





Berdasarkan kegiatan sebelumnya, Anda mengetahui bahwa kecepatan reaksi kimia berbeda cepat lambatnya. Cepat lambatnya laju reaksi dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya **konsentrasi**. Konsentrasi zat yang bereaksi biasanya dinyatakan dalam satuan **molaritas (M)**.



1. Kemolaran

Kemolaran menyatakan jumlah mol zat terlarut dalam satu liter larutan.

Rumus molaritas

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

Keterangan:

M = Kemolaran/Molaritas (mol/L)

n = jumlah mol zat terlarut (mol)

V = Volume larutan (L)

Suatu larutan dapat dibuat dengan melarutkan padatan dengan pelarut tertentu atau mengencerkan larutan induknya (larutan pekat).



Mencari kemolaran berdasarkan beberapa keadaan

a. Kemolaran larutan dari padatan murni

$$M = \frac{m}{M_r} \times \frac{1000}{V}$$

Keterangan:

m = massa zat terlarut (g)

M_r = massa molekul relatif zat terlarut (g/mol)

V = volume larutan (mL)

b. Kemolaran larutan yang dibuat dengan mengencerkan larutan pekatnya

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

Keterangan:

M_1 = molaritas larutan mula-mula

V_1 = volume larutan mula-mula

M_2 = molaritas larutan akhir

V_2 = volume larutan akhir

c. Kemolaran larutan yang diketahui massa jenis dan kadar zatnya

$$M = \frac{\rho \times 10 \times \% \text{massa}}{M_r}$$

Keterangan:

ρ = massa jenis (g/mL)

%massa = kadar zat terlarut

M_r = massa molekul relatif zat terlarut (g/mol)

d. Molaritas campuran larutan

$$M_{\text{campuran}} = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2}{V_1 + V_2}$$

Keterangan:

M_1 = molaritas larutan 1 (mol/L)

V_1 = volume larutan 1 (mL)

M_2 = molaritas larutan 2 (mol/L)

V_2 = volume larutan 2 (mL)

Contoh Soal Kemolaran *(Klik gambar)*



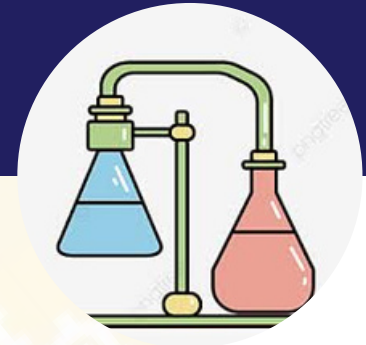
Contoh 1



Contoh 2



Contoh 3



Contoh 4

Latihan Soal *(Klik gambar)*



Kuis 1



Kuis 2

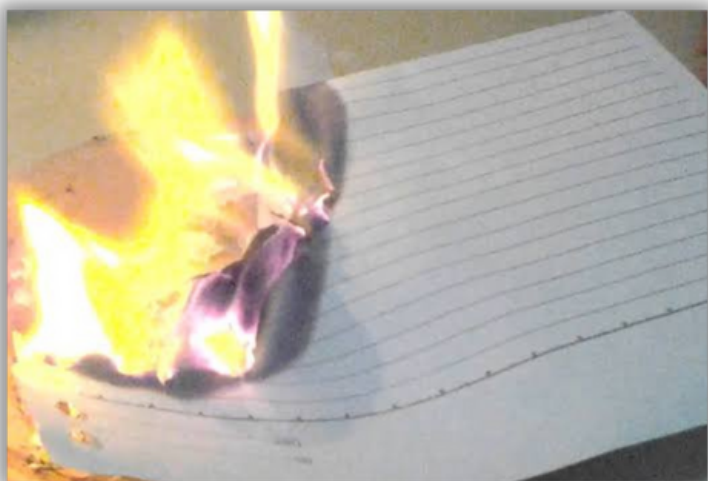


2. Pengertian Laju Reaksi

Laju reaksi menyatakan ukuran seberapa cepat atau lambat suatu reaksi berlangsung. Apabila ditinjau dari waktu berlangsungnya, reaksi kimia ada yang berlangsung cepat dan lambat. Perhatikan gambar berikut.



Gambar 3 Proses pematangan buah memerlukan waktu berhari-hari



Gambar 4 Kertas yang dibakar habis dalam beberapa saat



Dalam peristiwa kertas yang terbakar kita juga dapat mengamati bahwa kertas utuh akan berubah menjadi produk baru berupa abu dengan kecepatan tertentu. Jumlah abu yang terbentuk semakin bertambah bersamaan dengan berkurangnya jumlah kertas utuh.

Berdasarkan peristiwa tersebut, laju reaksi dapat didefinisikan sebagai laju berkurangnya konsentrasi pereaksi (kertas) atau laju bertambahnya konsentrasi hasil reaksi (abu) setiap satuan waktu.

Laju reaksi dirumuskan sebagai berikut.

Laju = $\frac{\text{perubahan konsentrasi}}{\text{waktu reaksi}}$

atau

$$v = \frac{d[C]}{dt}$$

Keterangan:

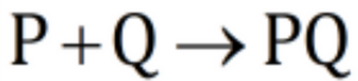
v = laju reaksi (M/s)

$d[C]$ = perubahan konsentrasi (M)

dt = perubahan waktu (s)



Jika diketahui persamaan reaksi:



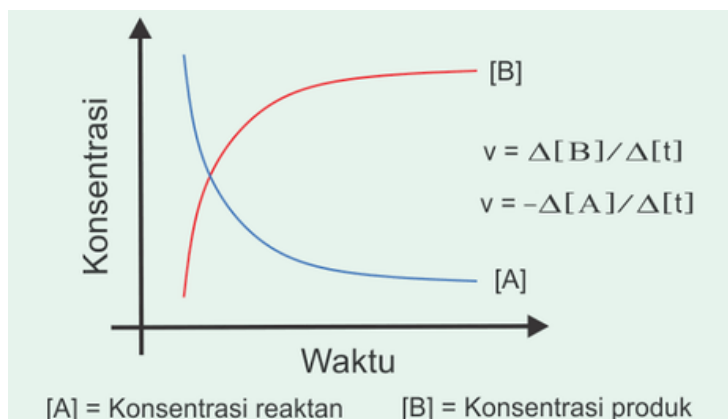
Laju reaksi dapat dinyatakan dalam rumus berikut.

$$v = -\frac{\Delta[P]}{\Delta t} = -\frac{\Delta[Q]}{\Delta t} = +\frac{\Delta[PQ]}{\Delta t}$$

Contoh soal

(Klik di sini)

Perubahan konsentrasi pereaksi dan produk terhadap waktu digambarkan dalam grafik berikut.

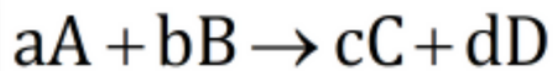


Gambar 5 Grafik perubahan konsentrasi pereaksi dan produk



3. Persamaan Laju Reaksi

Laju reaksi dapat dinyatakan dalam suatu persamaan yang ditentukan berdasarkan konsentrasi awal setiap zat dan dipangkatkan orde reaksinya. Jika diketahui persamaan reaksi:



Laju reaksinya dapat dirumuskan:

$$v = k[A]^m[B]^n$$

Keterangan:

v = laju reaksi (M/s)

k = tetapan laju reaksi

$[A]$ = konsentrasi zat A (mol/L)

$[B]$ = konsentrasi zat B (mol/L)

m = orde reaksi terhadap zat A

n = orde reaksi terhadap zat B

$m+n$ = orde reaksi total

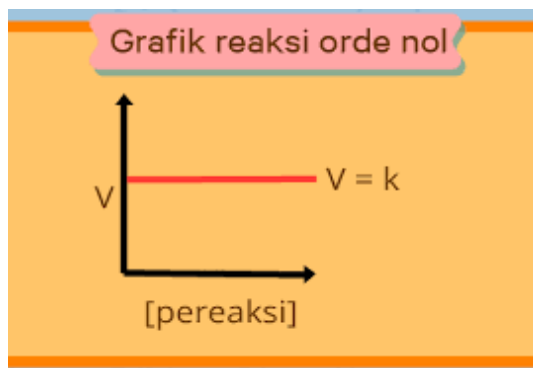
Nilai tetapan laju reaksi (k) dalam setiap reaksi tergantung sifat pereaksi dan suhu reaksi. Pada umumnya, semakin besar nilai k makin cepat reaksi berlangsung.



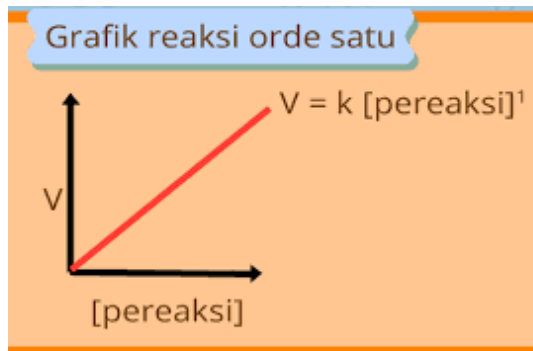
Sementara itu, orde reaksi merupakan pangkat konsentrasi zat pereaksi dalam persamaan laju reaksi. Orde reaksi hanya dapat ditentukan melalui sebuah percobaan berulang bukan dari persamaan reaksinya.

Macam-macam orde reaksi

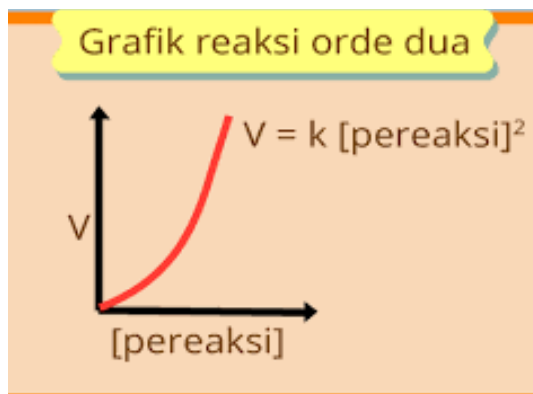
(Klik angka di bawah)



1 Reaksi orde nol



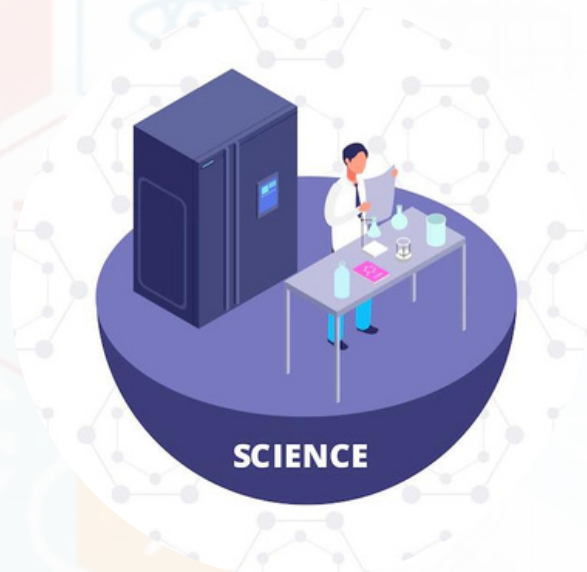
2 Reaksi orde satu



3 Reaksi orde dua

Gambar 6 Grafik orde reaksi





Contoh Soal Persamaan Laju Reaksi

(Klik gambar)



Kuis Persamaan Laju Reaksi

(Klik gambar)



B. Faktor-faktor yang Memengaruhi Laju Reaksi

Mengamati Analogi Teori Tumbukan

Kerjakan kegiatan ini secara berkelompok, lalu diskusikan pertanyaan. Sediakan plastisin dengan dua warna berbeda dan kardus kecil. Buatlah sepuluh bulatan kecil dari plastisin untuk masing-masing warna lalu masukkan ke dalam kardus. Goyang-goyang kardus secara horizontal di atas meja. Amati tumbukan yang terjadi antar plastisin. Selanjutnya, ulangi langkah kerja tersebut dengan menambah jumlah bulatan masing-masing menjadi dua puluh. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut berdasarkan hasil pengamatan yang Anda lakukan. *(Klik gambar)*



Soal Diskusi



Hasil Diskusi



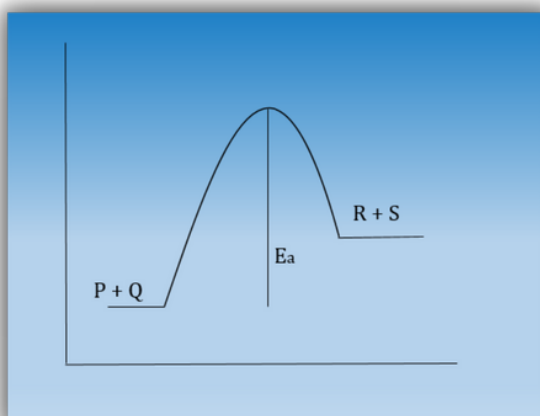
**Simak video pembelajaran
berikut mengenai teori
tumbukan.**
(Klik gambar)



Berdasarkan kegiatan dan video pembelajaran yang disajikan dapat disimpulkan bahwa zat baru hanya dapat dihasilkan dari **tumbukan efektif**. Namun, kadang-kadang partikel zat yang bertumbukan tidak langsung berubah menjadi zat lain, tetapi terlebih dahulu membentuk suatu molekul kompleks yang dinamakan molekul kompleks teraktivasi. Pembentukan molekul kompleks teraktivasi berhubungan dengan energi pengaktifan. Energi pengaktifan (E_a) merupakan energi terendah yang diperlukan untuk pembentukan molekul kompleks teraktivasi sehingga reaksi dapat berlangsung.



Tumbukan yang menghasilkan reaksi adalah tumbukan yang antar partikelnya mempunyai energi lebih besar daripada energi pengaktifan. Makin kecil harga energi pengaktifan makin cepat reaksi berlangsung. Penjelasan tentang energi pengaktifan ini dapat dipelajari melalui gambar berikut.



Gambar 7 Grafik energi pengaktifan suatu reaksi

Reaksi $P+Q \rightarrow R+S$ dapat terjadi jika $P+Q$ memiliki energi pengaktifan minimum. Adanya energi pengaktifan minimum memungkinkan terjadinya tumbukan yang menghasilkan energi dengan syarat energi tumbukan pereaksi $> E_a$.



Tugas!



Menentukan Cara Penyimpanan Bahan Kimia

Bahan kimia yang disimpan di laboratorium mempunyai sifat dan karakteristik berbeda. Ada yang mudah menguap, mudah terbakar, bersifat korosif, hingga mudah bereaksi dengan bahan lain. Berdasarkan teori tumbukan, reaksi kimia terjadi karena adanya interaksi berupa tumbukan antarpartikel zat. Dengan demikian, penyimpanan bahan kimia di laboratorium harus dipisahkan sesuai sifat tiap-tiap bahan. Carilah informasi mengenai cara tepat penyimpanan bahan kimia yang aman dari berbagai sumber referensi. Tuliskan hasil penelusuran Anda dalam bentuk makalah, lalu kumpulkan kepada Bapak/Ibu Guru. Jika pembelajaran dilakukan secara daring, kumpulkan makalah Anda secara *online* melalui *e-mail*, *Whatsapp*, atau platform lain yang digunakan sekolah.



Laju reaksi dari suatu reaksi kimia dipengaruhi oleh beberapa faktor. Besarnya laju reaksi dapat diatur dengan cara mengubah **faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi.**



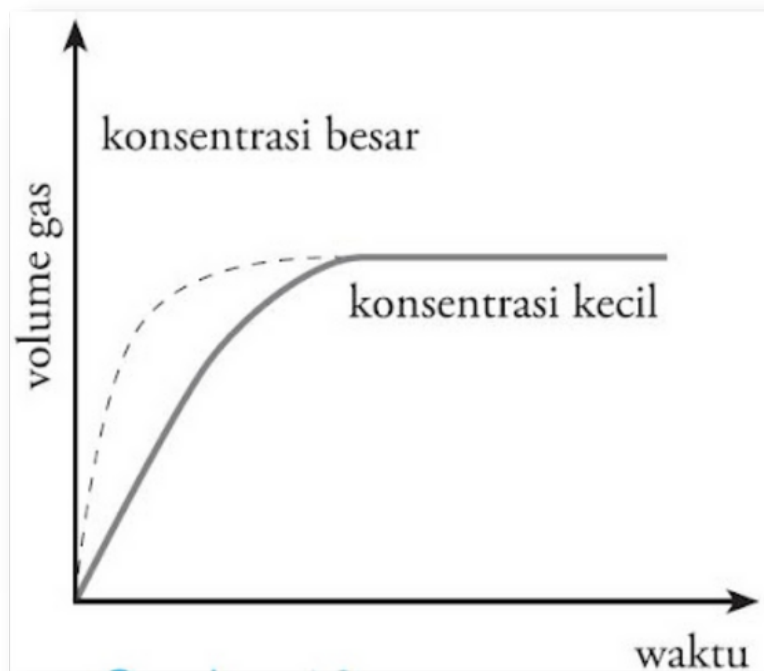
1. Konsentrasi

Konsentrasi berhubungan dengan jumlah partikel. Makin besar konsentrasi makin banyak partikel zat yang bereaksi. Akibatnya, kemungkinan tumbukan antar partikel pereaksi makin besar dan tumbukan efektif antar partikel juga makin banyak terjadi. Dengan demikian, reaksi akan semakin cepat berlangsung.

Perhatikan ilustrasi berikut.
(Klik gambar)



Pengaruh konsentrasi terhadap laju reaksi dapat digambarkan seperti grafik di bawah. Dari grafik dapat diketahui bahwa pereaksi dengan konsentrasi lebih besar akan membentuk produk lebih cepat dari pada pereaksi yang mempunyai konsentrasi lebih kecil.



Gambar 8 Grafik pengaruh konsentrasi terhadap laju reaksi



Proyek STEM

Baju Kotor, Piring kotor, sampai badan yang kotor dapat kembali bersih jika dicuci menggunakan sabun. Sabun merupakan salah satu produk kimia yang dihasilkan dari reaksi saponifikasi.



Bahan utama dalam pembuatan sabun adalah minyak dan larutan alkali. Larutan alkali yang digunakan dalam pembuatan sabun padat adalah NaOH. Soda kaustik (NaOH) merupakan bahan penting dalam pembuatan sabun padat. Konsentrasi NaOH berpengaruh terhadap laju reaksi saponifikasi, kualitas sabun yang dihasilkan, dan memengaruhi kesempurnaan proses saponifikasi pada sabun. Konsentrasi NaOH yang terlalu rendah akan membuat laju reaksi lambat dan konsentrasi NaOH yang terlalu tinggi akan merusak kualitas sabun dan dapat mengakibatkan iritasi. *(Klik gambar)*

observe



new idea



innovation



creativity



society



2. Luas Permukaan

Pada saat zat-zat pereaksi bercampur, maka akan terjadi tumbukan antarpartikel pereaksi di permukaan zat. Laju reaksi dapat diperbesar dengan memperluas permukaan bidang sentuh zat. Jika luas permukaan makin besar, kemungkinan terjadi singgungan antar partikel makin besar. Akibatnya, frekuensi tumbukannya makin sering sehingga tumbukan efektif juga lebih banyak terjadi. Frekuensi tumbukan efektif yang makin banyak akan meningkatkan laju reaksi. Perhatikan video pembelajaran berikut dan kerjakan kegiatan berikut untuk menambah pemahaman anda.

(Klik gambar)



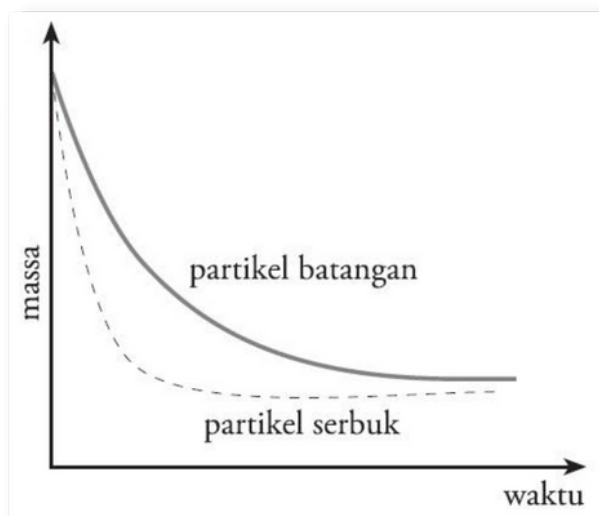
**Video
pembelajaran**



Tugas



Berdasarkan kegiatan tersebut Anda telah mengetahui bahwa kulit telur yang berukuran lebih kecil akan cepat bereaksi daripada yang berukuran besar. Hal ini karena dengan masa yang sama, luas permukaan kulit telur berukuran kecil lebih besar daripada luas permukaan yang berukuran besar. Pengaruh luas permukaan terhadap laju reaksi dapat digambarkan dengan grafik di bawah.



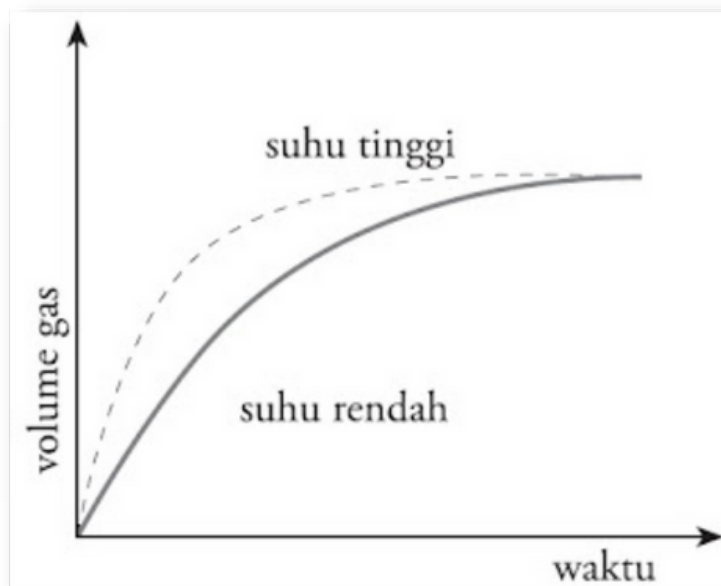
Gambar 9 Grafik pengaruh luas permukaan terhadap laju reaksi

Berdasarkan grafik tersebut, laju reaksi dipengaruhi oleh luas permukaan bidang sentuh pereaksinya. Makin luas permukaan bidang sentuh reaktannya, waktu yang diperlukan untuk bereaksi makin cepat.



3. Suhu

Ketika suhu dinaikkan energi kinetik dalam molekul reaktan juga bertambah. Adanya energi kinetik yang tinggi mengakibatkan gerakan antar molekul makin cepat dan acak. Akibatnya, frekuensi tumbukan yang terjadi makin besar dan tumbukan efektif juga akan makin banyak terjadi sehingga reaksi makin cepat berlangsung. Grafik berikut menunjukkan hubungan suhu dengan laju reaksi.



Gambar 10 Grafik pengaruh suhu terhadap laju reaksi



Perhatikan ilustrasi berikut. *(Klik gambar)*



Video pembelajaran

Makin tinggi suhu maka energi molekul juga makin besar sehingga makin banyak molekul yang mencapai energi pengaktifan. Oleh karena itu, reaksi makin cepat berlangsung. Pada umumnya, setiap kenaikan suhu sebesar 10°C , reaksi akan berlangsung dua kali lebih cepat. Dengan demikian, apabila laju reaksi awalnya diketahui, kita dapat memperkirakan besarnya laju reaksi berdasarkan kenaikan suhunya. Lebih mudahnya, lihat perumusan berikut.

Tiap kenaikan $X^{\circ}\text{C}$, maka lajunya menjadi "n" kali. $V = 1/t$

$$V_{\text{reaksi}} = (n)^{\frac{T_t - T_0}{X}} \times V_{\text{awal}}$$

$$V_{\text{akhir}} = \left(\frac{1}{n}\right)^{\frac{T_t - T_0}{X}} \times t_{\text{awal}}$$

Keterangan:

T_t = suhu akhir ($^{\circ}\text{C}$)

T_0 = suhu awal ($^{\circ}\text{C}$)

X = kenaikan suhu ($^{\circ}\text{C}$)

Contoh



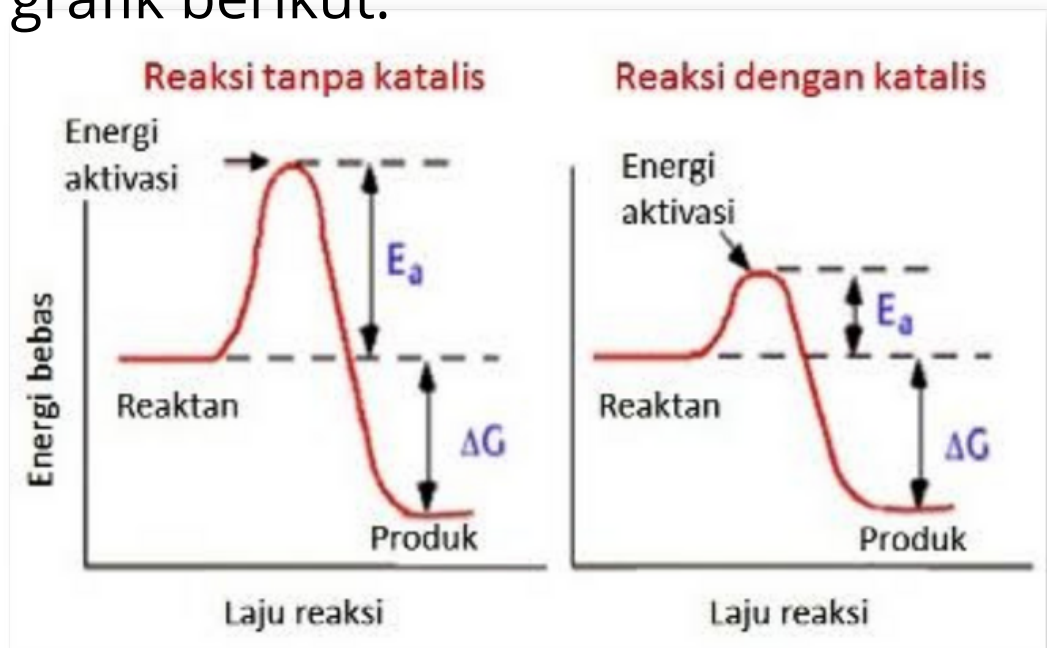
4. Katalis

Katalis adalah zat yang dapat mempercepat laju reaksi tanpa mengalami perubahan kimia secara kekal atau permanen sehingga pada akhir reaksi zat tersebut dapat diperoleh kembali. Sebagai contoh, pada penguraian hidrogen peroksida menjadi air dan gas O_2 reaksinya berlangsungnya lambat. Namun, setelah hidrogen peroksida dicampur batu kawi (MnO_2), reaksinya berlangsung cepat. Setelah reaksi berakhir, kita dapat memperoleh MnO_2 kembali.

Katalis bersifat spesifik, yaitu hanya dapat berfungsi untuk suatu reaksi tertentu. Katalis berfungsi menurunkan energi pengaktifan, tetapi katalis tidak mengubah entalpi reaksi. Energi pengaktifan (E_a) adalah energi minimal yang harus dimiliki atau diberikan kepada partikel agar tumbukannya menghasilkan reaksi.



Adanya katalis mengakibatkan terbentuknya tahap-tahap reaksi tambahan yang memberikan jalan lain dengan energi pengaktifan (E_a) lebih rendah. Rangkaian tahap-tahap reaksi ini disebut mekanisme reaksi. Tahap reaksi paling lambat dalam suatu mekanisme reaksi merupakan tahap penentu laju reaksi. Hubungan antara energi potensial pereaksi dengan hasil reaksi karena pengaruh katalis digambarkan dengan grafik berikut.



Gambar 11 Grafik pengaruh suhu terhadap laju reaksi



Berdasarkan fasenya, katalis dibedakan menjadi katalis homogen dan katalis heterogen. Katalis berperan dalam kehidupan sehari-hari. Dalam tubuh kita terdapat biokatalis yang membantu metabolisme tubuh. Pemahaman tentang katalis untuk memaksimalkan produk juga diterapkan dalam industri, contohnya dalam pembuatan amonia dengan proses haber, pembuatan asam sulfat dengan proses kontak, dan pembuatan asam nitrat dengan proses otswald.

Praktikum

Pengaruh Biokatalis terhadap Kecepatan Reaksi Kimia

Tujuan: menyelidiki keefektifan enzim katalase dalam hati sapi jika enzim dipanaskan

Alat dan Bahan:

Hati sapi 1 gram (2 potong)

Hidrogen peroksida (H_2O_2)

Penangas air

Tabung reaksi (3 buah)

Termometer



Langkah kerja

- 1.Rebus 1 gram hati sapi dalam air mendidih selama 5 menit
- 2.Masukkan 10 mL H_2O_2 ke setiap tabung reaksi yang telah diberi nomor 1, 2, dan 3
- 3.Ukur suhu setiap larutan dalam tabung reaksi
- 4.Ke dalam tabung 1 tidak ditambahkan bahan lain. Adapun ke dalam tabung 2 ditambahkan hati sapi segar dan ke dalam tabung 3 dimasukkan hati sapi yang telah direbus

Pertanyaan dan diskusi

Amati reaksi yang terjadi dalam setiap tabung. Catat suhu larutan pada masing-masing tabung setiap 30 detik selama 3 menit

Kesimpulan dan tugas

Buatlah kesimpulan dan laporan dari percobaan tersebut menggunakan program word. Lakukan secara kelompok, kemudian buatlah poster menarik yang mempresentasikan hasil percobaan tersebut. Setiap kelompok mempresentasikan laporan hasil percobaan di depan kelas.



5. Volume/tekanan

Pengaruh tekanan dapat terlihat pada reaksi kimia yang apabila melibatkan pereaksi gas. Pengaruhnya tidak terlihat pada reaksi yang melibatkan zat cair dan padat. Volume dan tekanan bersifat berbanding terbalik. Tekanan yang diperbesar berarti bahwa volume menjadi kecil.

Peningkatan tekanan atau volume yang semakin kecil pada reaksi yang melibatkan berupa pereaksi gas akan meningkatkan laju reaksi. Hal ini disebabkan karena semakin kecil volume maka akan membuat ruang semakin kecil sehingga frekuensi terjadinya tumbukan antarmolekul pereaksi akan semakin besar yang mengakibatkan laju reaksi semakin cepat.



Begitupun sebaliknya ketika Tekanan diperkecil atau volume diperbesar maka akan memperlambat laju reaksi. Hal ini disebabkan karena semakin besar volume maka membuat ruang semakin besar sehingga frekuensi terjadinya tumbukan antarmolekul pereaksi akan semakin kecil yang mengakibatkan laju reaksi semakin lambat. Perhatikan ilustrasi berikut.

(Klik gambar)



Video pembelajaran



Uji Kompetensi



Pilihan Ganda



Uraian

Daftar Pustaka

Kamaludin, A. (2016). *Super soal kimia 1001++ untuk SMA kelas XI*. Yogyakarta: CV. Andi Offset

Petrucci, Harwood, Herring. (2011). *Kimia dasar prinsip-prinsip dan aplikasi modern edisi 9 jilid 1*. Jakarta: Erlangga

Premono, S., Wardani, A., Hidayati, N. (2009). *Kimia*. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional

Sutresna, N. (2014). *Kimia untuk kelas XI*. Bandung: Grafindo Media Pratama

Triwulandari, R., Rahmawati, R., Yuni, N. (2011). *Pr interaktif kimia untuk SMA/MA kelas XI semester 1*. Yogyakarta: Intan Pariwara

Lampiran

Daftar gambar dan sumber gambar

Gambar 1 Petasan meledak

sumber: <https://bit.ly/3sGPwcp>, diunduh 13 Februari 2022

Gambar 2 Pipa besi berkarat

sumber: <https://bit.ly/3Jpln6R>, diunduh 13 Februari 2022

Gambar 3 Proses pematangan buah

sumber: <https://bit.ly/3Bhr3Ou>, diunduh 14 Februari 2022

Gambar 4 Kertas yang dibakar

sumber: <https://bit.ly/3BkPkTT>, diunduh 14 Februari 2022

Gambar 5 Grafik perubahan konsentrasi pereaksi dan produk

sumber: <https://bit.ly/3LD1ZGr>, diunduh 15 Februari 2022

Gambar 6 Grafik orde reaksi

sumber: <https://bit.ly/3uVs8dj>, diunduh 17 Februari 2022

Gambar 7 Grafik energi pengaktifan reaksi

sumber: Risma Alfina

Gambar 8 Grafik pengaruh konsentrasi terhadap laju reaksi

sumber: Nafiun.com

Gambar 9 Grafik pengaruh luas permukaan terhadap laju reaksi

sumber: Nafiun.com

Gambar 10 Grafik pengaruh suhu terhadap laju reaksi

sumber: Nafiun.com

Gambar 11 Grafik pengaruh suhu terhadap laju reaksi

sumber: Zenius education

Daftar video dan sumber video

Video teori tumbukan

sumber: https://youtu.be/A_CCe6RPfcs

Video faktor laju reaksi konsentrasi

sumber: Risma Alfina

Video faktor laju reaksi luas permukaan

sumber: https://youtu.be/x6BBpd-Hj_0

Video faktor laju reaksi suhu

sumber: <https://youtu.be/-zvABwPbZ9Y>

Video faktor laju reaksi volume/tekanan

sumber: Risma Alfina