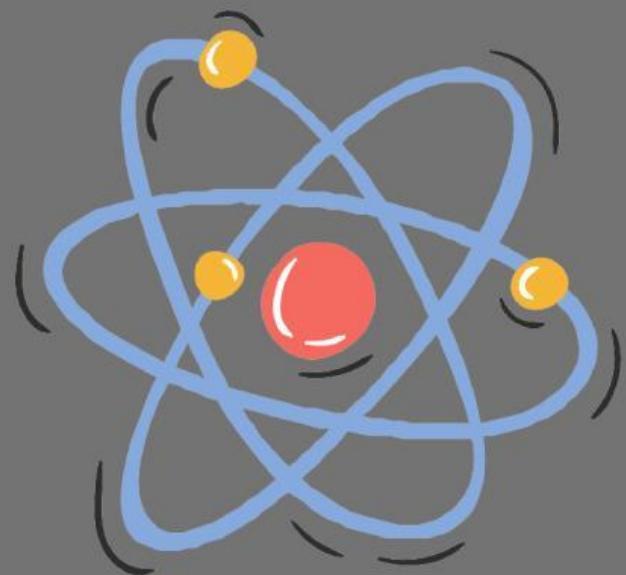
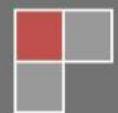


# Laju reaksi dan faktor-faktor yang mempengaruhi

Kelas XI



BAHAN AJAR



## BAHAN AJAR

### A. Kompetensi Inti :

- **KI 3:** Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahu tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah
- **KI4:** Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan

### B. Kompetensi Dasar :

- 3.6 Menentukan faktor – faktor yang mempengaruhi laju reaksi menggunakan teori tumbukan
- 4.6 Menyajikan hasil penelusuran informasi cara-cara pengaturan dan penyimpanan bahan untuk mencegah perubahan fisika dan kimia yang tak terkendali.

### C. Indikator Pencapaian Kompetensi :

- 3.6.1 Mengamati beberapa reaksi yang terjadi disekitar kita, misalnya kertas dibakar, pita magnesium dibakar, kembang api, perubahan warna pada potongan buah apel dan kentang, pembuatan tape, dan besi berkarat.
- 3.6.2 Menyimak penjelasan tentang pengertian laju reaksi dan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi

3.6.3 Mengatikkan faktor – faktor yang mempengaruhi laju reaksi berdasarkan teori tumbukan

4.6.1 Merancang dan melakukan percobaan untuk menyelidiki faktor – faktor yang mempengaruhi laju reaksi

**D. Tujuan Pembelajaran :**

Melalui model pembelajaran dengan pendekatan saintifik, diharapkan siswa mampu :

1. Mampu menjelaskan beberapa reaksi yang terjadi disekitar kita
2. Menjelaskan tentang pengertian laju reaksi dan faktor-faktor yang mempengaruhinya
3. Mampu mengaitkan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi berdasarkan teori tumbukan

## 1. FENOMENA LAJU REAKSI DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI

Pernahkah kalian melihat perubahan kimia yang ada di sekitar kita? Dalam kehidupan sehari-hari kita sering menjumpai reaksi kimia, baik itu yang berlangsung cepat maupun lambat. Reaksi kimia yang berlangsung dengan cepat atau lambat inilah yang bisa disebut dengan laju reaksi. Contoh reaksi kimia yang berlangsung sangat cepat seperti reaksi logam natrium dengan air, pembakaran pita magnesium reaksi pengendapan AgCl, meledaknya ammonium nitrat, dan reaksi pembakaran metana.



**Gambar 1. Contoh Reaksi Berlangsung Cepat**

Sumber: [m-edukasi.kemdikbud.go.id](http://m-edukasi.kemdikbud.go.id)

Sedangkan contoh reaksi kimia yang berlangsung lambat misalnya reaksi perkarsatan besi, pembusukan buah, dan penghancuran kaleng aluminium oleh udara. Fenomena-fenomena tersebut dapat berjalan dengan cepat atau lambat bergantung pada kondisinya, misalnya besi mudah berkarat pada kondisi lembab, tetapi di lingkungan yang kering ketika berada di gurun, besi berkarat cukup lambat.



**Gambar 2. Contoh Reaksi Berlangsung Lambat**

Sumber: jatim.tribunnews.com dan bobo.grid.id

Pengetahuan tentang laju reaksi sangat bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari dan kegiatan industri yang menggunakan berbagai reaksi kimia dalam proses produksinya. Karena waktu, tenaga dan biaya sangat berarti dalam proses industri. Pengetahuan laju reaksi dalam proses industri memungkinkan kita mendapatkan produk yang berkualitas dan ekonomis. Oleh karena itu, pada bahan ajar ini akan dibahas mengenai laju reaksi

Laju atau kecepatan didefinisikan sebagai:

Jumlah suatu perubahan tiap satuan

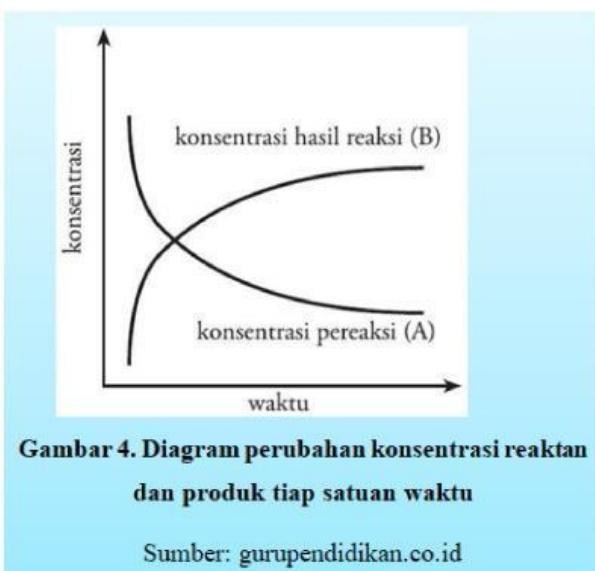
a. Konsep Laju Reaksi

Satuan waktu dapat berupa detik, menit, jam, hari atau tahun. Sebagai contoh, seseorang lari dengan kecepatan 10 km/jam. Artinya, orang tersebut telah berpindah tempat sejauh 10 km dalam waktu satu jam.

Bagaimanakah cara menyatakan laju dari suatu reaksi? Dalam reaksi kimia, perubahan yang dimaksud adalah perubahan konsentrasi pereaksi atau produk. Seiring dengan bertambahnya waktu reaksi, maka

jumlah zat pereaksi akan makin sedikit, sedangkan produk makin banyak. Laju reaksi dinyatakan sebagai laju berkurangnya pereaksi atau laju bertambahnya produk. Satuan konsentrasi yang digunakan adalah molaritas (M) atau mol per liter (mol. L<sup>-1</sup>). Satuan waktu yang digunakan biasanya detik (dt). Sehingga laju reaksi mempunyai satuan mol per liter per detik (mol. L<sup>-1</sup>. dt<sup>-1</sup> atau M.dt<sup>-1</sup>).

Untuk lebih jelasnya perhatikan diagram perubahan konsentrasi pereaksi dan hasil reaksi berikut ini.



Berdasarkan diagram di atas, menjelaskan bahwa reaksi kimia: A ⇌ B, mengalami proses laju reaksi yang ditunjukkan dengan berkurangnya molekul A dan bertambahnya molekul B dalam tiap satuan waktu.

## 2. FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI LAJU REAKSI

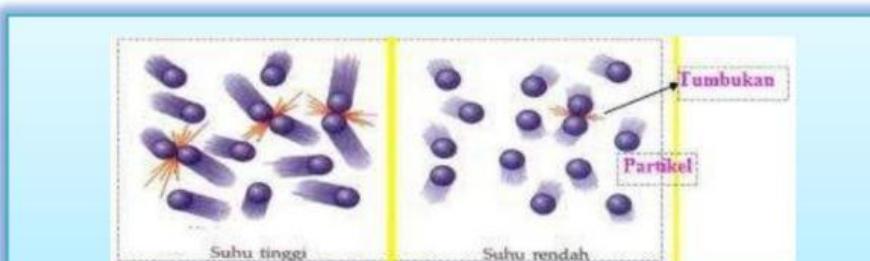
Reaksi kimia dapat berlangsung atau tidak, dapat dijelaskan dengan menggunakan teori tumbukan. Menurut teori ini, tumbukan antar partikel akan menghasilkan reaksi apabila memiliki energi yang cukup serta arah tumbukan yang tepat (tumbukan efektif). Akan semakin sering suatu molekul mengalami tumbukan efektif maka semakin cepat laju

reaksinya.

Ada 4 faktor yang mempengaruhi laju reaksi, antara lain suhu, luas permukaan bidang sentuh, konsentrasi, dan katalis.

a. Suhu

Pada dasarnya, kenaikan suhu dapat mempercepat suatu reaksi dan penurunan suhu dapat memperlambat suatu reaksi. Sebagai contoh dalam kehidupan sehari-hari, apabila kita ingin mengawetkan makanan (misalnya ikan) pasti kita akan memilih lemari es, mengapa? Karena penurunan suhu memperlambat proses reaksi kimia, yaitu pembusukan. Laju reaksi kimia bertambah dengan naiknya suhu. Bagaimana hal ini dapat terjadi? Ingat, laju reaksi ditentukan oleh jumlah tumbukan. Apabila suhu dinaikkan, maka kalor yang diberikan akan menambah energi kinetik partikel pereaksi sehingga mengakibatkan pergerakan partikel-partikel pereaksi semakin cepat. Semakin cepat pergerakan partikel sehingga semakin sering terjadinya tumbukan yang efektif. Dengan demikian makin banyak partikel-partikel yang bereaksi



Gambar. Partikel yang bertumbukan pada suhu tinggi dan suhu rendah

Sumber: [gurupendidikan.co.id](http://gurupendidikan.co.id)

Pada umumnya reaksi kimia akan berlangsung lebih cepat pada suhu yang lebih tinggi. Para ahli menemukan bahwa banyak reaksi yang berlangsung dua kali lebih cepat setiap kenaikan suhu sebesar 10°C. Hal inilah yang menyebabkan mengapa banyak industri yang proses produksinya berlangsung pada suhu tinggi.



Bagaimana pengaruh ukuran kepingan zat padat terhadap laju reaksi?

Misalkan, kita mengamati reaksi antara batu gamping dengan larutan asam klorida (HCl). Percobaan dilakukan sebanyak dua kali, masing-masing dengan ukuran keping batu gamping yang berbeda, sedangkan faktor-faktor lainnya seperti massa batu gamping, volume larutan HCl, konsentrasi larutan HCl dan suhu dibuat sama. Dengan demikian, perubahan laju reaksi semata-mata sebagai akibat perbedaan ukuran kepingan batu gamping (kepingan halus dan kepingan kasar).

Mengapa kepingan yang lebih halus bereaksi lebih cepat? 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 makin cepat bereaksi. Jadi, semakin halus ukuran kepingan zat padat, maka semakin luas permukaan bidang sentuh sehingga mengakibatkan seringnya terjadi tumbukan yang efektif. Tumbukan inilah yang dapat mempercepat terjadinya reaksi kimia. Luas permukaan bidang sentuh bisa dilakukan dengan cara memperkecil ukuran zat. Reaksi kimia yang menggunakan pereaksi dalam bentuk serbuk akan menghasilkan laju reaksi yang lebih cepat dibandingkan dalam bentuk kepingan jika direaksikan dengan larutan yang konsentrasi sama. Ilustrasinya seperti pada gambar di bawah ini

Gambar . Pengaruh Luas Permukaan terhadap Laju Reaksi

Sumber: roboguru.ruangguru.com



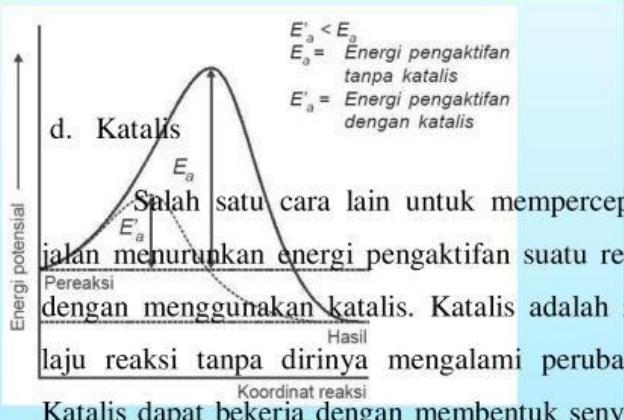
Pengaruh luas permukaan banyak diterapkan dalam industri, yaitu dengan menghaluskan terlebih dahulu bahan yang berupa padatan sebelum direaksikan. Ketika kita makan, sangat dianjurkan untuk mengunyah makanan hingga lembut, agar proses reaksi di dalam lambung berlangsung lebih cepat dan penyerapan sari makanan lebih sempurna.

c. Konsentrasi

Berdasarkan uraian yang sudah dijelaskan sebelumnya mengenai teori tumbukan bahwa perubahan jumlah molekul pereaksi dapat berpengaruh pada laju suatu reaksi. Sebelumnya kita sudah mengetahui bahwa jumlah mol spesies terlarut dalam 1 liter larutan dinamakan konsentrasi molar. Apabila konsentrasi pereaksi diperbesar dalam suatu reaksi, maka kerapatannya akan bertambah dan semakin banyak kemungkinan partikel-partikel tersebut tabrakan sehingga akan mempercepat laju reaksi. Apabila partikel semakin banyak, akibatnya lebih banyak kemungkinan partikel saling bertumbukan yang terjadi dalam suatu larutan, sehingga reaksi bertambah cepat.

Pada umumnya laju reaksi akan semakin cepat seiring bertambahnya konsentrasi pereaksi, begitu juga sebaliknya. Jika konsentrasi pereaksi bertambah, maka jumlah partikel pereaksi akan semakin banyak. Bertambahnya jumlah partikel pereaksi akan semakin mudah terjadi tumbukan antar partikel pereaksi sehingga kemungkinan terjadinya reaksi semakin besar. Hal inilah yang menyebabkan apabila konsentrasi pereaksi semakin besar, maka menyebabkan laju reaksi semakin cepat. Ilustrasinya seperti pada gambar di bawah ini.

Gambar . Pengaruh Konsentrasi



Salah satu cara lain untuk mempercepat laju reaksi adalah dengan jalan menurunkan energi pengaktifan suatu reaksi. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan katalis. Katalis adalah zat yang dapat meningkatkan laju reaksi tanpa dirinya mengalami perubahan kimia secara permanen. Katalis dapat bekerja dengan membentuk senyawa antara atau mengabsorpsi zat yang direaksikan.

Katalis dapat mempengaruhi laju reaksi. Pada umumnya katalis dapat meningkatkan laju reaksi, tanpa mengalami perubahan kimia yang tetap dan akan terbentuk kembali pada akhir reaksi. Katalis yang dapat mempercepat laju reaksi disebut katalis positif atau dikenal dengan nama katalisator. Sedangkan katalis yang memperlambat laju reaksi disebut katalis negatif atau dikenal dengan nama inhibitor.

Peran katalis dalam mempercepat laju reaksi dengan cara membuat mekanisme reaksi alternatif (yang berbeda) dengan harga energi aktifasi ( $E_a$ ) yang lebih rendah dengan harga energi aktifasi ( $E_a$ ) tanpa katalis. Dengan  $E_a$  yang lebih rendah menyebabkan lebih banyak partikel yang mengalami tumbukan efektif sehingga laju reaksi menjadi meningkat.

Gambar . Pengaruh Katalis terhadap Energi Aktivasi

Sumber: nafiun.com

Ada dua macam katalis, yaitu katalis positif (katalisator) yang berfungsi mempercepat reaksi, dan katalis negatif (inhibitor) yang berfungsi memperlambat laju reaksi. Katalis positif berperan menurunkan energi pengaktifan, dan membuat orientasi molekul sesuai untuk terjadinya tumbukan.

Katalisator dibedakan menjadi katalisator homogen dan katalisator heterogen.

#### 1). Katalisator Homogen

Katalisator homogen merupakan katalisator yang mempunyai fasa sama dengan zat yang dikatalisis. Contohnya adalah besi (III) klorida pada reaksi penguraian hidrogen peroksida menjadi air dan gas oksigen.

#### 2). Katalisator Heterogen

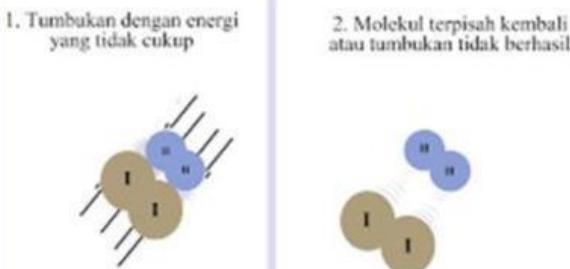
Katalisator heterogen adalah katalisator yang mempunyai fasa tidak sama dengan zat yang dikatalisis. Umumnya katalisator heterogen berupa zat padat. Banyak proses industri yang menggunakan katalisator heterogen, sehingga proses dapat berlangsung lebih cepat dan biaya produksi dapat dikurangi.

Katalis sangat diperlukan dalam reaksi zat organik, termasuk dalam organisme. Reaksi-reaksi metabolisme dapat berlangsung pada suhu tubuh yang relatif rendah berkat adanya suatu biokatalis yang disebut enzim. Enzim dapat meningkatkan laju reaksi dengan faktor  $10^6$ - $10^{18}$ , namun hanya untuk reaksi yang spesifik. Dalam tubuh kita terdapat ribuan jenis enzim karena setiap enzim hanya dapat mengkatalisis satu reaksi spesifik dalam molekul (substrat) tertentu

### 3. TEORI TUMBUKAN

Dalam teori tumbukan digambarkan pertemuan partikel-partikel reaktan sebagai suatu tumbukan. Pada proses tumbukan yang terjadi, disamping ada yang menghasilkan reaksi juga ada yang tidak menghasilkan reaksi. Tumbukan yang terjadi dan bisa menghasilkan partikel-partikel hasil reaksi disebut sebagai tumbukan efektif. Efektifnya tumbukan ditentukan oleh

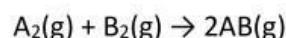
faktor energi kinetik partikel (molekul) dan arah partikel. Sebagai contoh amatiilah gambar reaksi antara hidrogen dan iodium berikut:



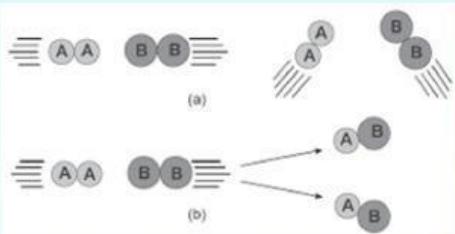
**Gambar 9. Tumbukan Hidrogen dan Iodium yang tidak Menghasilkan Reaksi**

Sumber: nafiun.com

Hasil kali frekuensi tumbukan dengan fraksi molekul yang memiliki energi sama atau melebihi energi aktivasii menentukan laju reaksi kimia. Fraksi molekul yang teraktifkan biasanya sangat kecil, dan hal ini menyebabkan laju reaksi jauh lebih kecil daripada frekuensi tumbukannya itu sendiri. Jika nilai energi pengaktifan semakin tinggi, maka molekul yang teraktifkan akan semakin kecil sehingga semakin lambat reaksi berlangsung. Hal itu dapat diilustrasikan dalam contoh reaksi berikut.



Berdasarkan teori tumbukan, diasumsikan bahwa selama tumbukan yang terjadi antara molekul A<sub>2</sub> dan B<sub>2</sub> akan mengakibatkan ikatan A–A dan B–B putus dan terbentuk ikatan A–B. Pada Gambar 3. ditunjukkan bahwa anggapan itu tidak selamanya berlaku untuk setiap tumbukan.



**Gambar. Tumbukan molekul dan reaksi kimia** (a) **Tumbukan yang tidak memungkinkan terjadinya reaksi.** (b) **Tumbukan yang memungkinkan terjadinya reaksi.**

Sumber: nafiun.com

Agar terjadi reaksi kimia maka molekul-molekul harus mempunyai arah tertentu agar tumbukan efektif. Dari Gambar 9, diperoleh informasi bahwa umumnya lebih banyak jumlah tumbukan yang arah tumbukannya tidak memungkinkan terjadi reaksi daripada jumlah tumbukan yang memungkinkan terjadinya reaksi. Hal itu mempunyai arti bahwa kecil peluang suatu tumbukan tertentu untuk menghasilkan reaksi.

Reaksi kimia dapat terjadi jika partikel-partikel reaktan saling bertumbukan satu sama lain. Tetapi, tumbukan yang terjadi tidak semuanya akan menghasilkan zat baru yang berupa hasil reaksi. Zat baru dapat diperoleh dari tumbukan yang berlangsung sempurna. Tumbukan sempurna dinamakan tumbukan efektif. Partikel zat yang saling bertumbukan terkadang juga tidak langsung berubah menjadi zat hasil. Tumbukan tersebut terlebih dahulu membentuk molekul kompleks yang dinamakan molekul kompleks teraktivasi. Pembentukan molekul kompleks teraktivasi ada hubungannya dengan energi aktivasi. Energi aktivasi ( $E_a$ ) merupakan energi tumbukan terendah yang dibutuhkan supaya bisa terbentuk molekul kompleks teraktivasi sehingga reaksi dapat berlangsung.

Dalam teori tumbukan yang berdasarkan atas teori kinetik molekul gas dinyatakan beberapa hal berikut.

- Gas merupakan partikel molekul gas yang ukurannya lebih kecil daripada jarak antarmolekulnya

- b. Gerakan molekul-molekul gas selalu lurus ke segala arah.
- c. Tumbukan yang terjadi antara molekul-molekul gas dengan dinding wadahnya bersifat elastis sempurna, artinya molekul-molekul gas akan dipantulkan kembali tanpa kehilangan energi.
- d. Perubahan temperatur mempengaruhi kecepatan gerak molekul- molekul gas. Semakin tinggi temperatur, maka akan semakin cepat gerak molekul-molekul gas.
- e. Harga energi kinetik rata-rata molekul gas sama besar pada temperatur yang sama atau tidak dipengaruhi oleh massanya