



GAYA ANTAR MOLEKUL

Memahami Interaksi Halus yang
Menentukan Sifat Zat



Menjelajah Konsep

Memahami jenis-jenis
gaya antar molekul



Mengamati Fenomena

Mengkaji pengaruh gaya antar molekul
terhadap sifat fisik zat



Eksperimen & Simulasi

Eksplorasi melalui praktikum
nyata dan laboratorium virtual



Uji Pemahaman

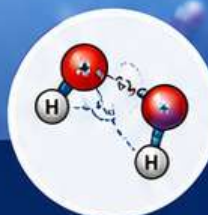
Latihan soal untuk menguji
pemahaman konsep



Dispersi
London



Dipol-Dipol



Ikatan
Hidrogen



Ion-Dipol

Disusun oleh:

Sunartri, S.Pd., M.Pd.



A. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran ini diharapkan kalian dapat:

1. menjelaskan tentang interaksi antar molekul.
2. membedakan senyawa polar dan non polar melalui data momen dipol
3. Menganalisa sifat fisik zat berdasarkan interaksi antar molekul yang terjadi
4. Menganalisa bentuk molekul dan polaritas senyawa

B. Uraian Materi

Dalam materi ikatan kimia, kita mengenal yang namanya ikatan ion dan ikatan kovalen, yaitu ikatan yang terjadi untuk membentuk suatu senyawa atau molekul baru. Jika ikatan kimia membahas ikatan yang terjadi dalam satu molekul (senyawa), maka kali ini akan dibahas interaksi antar molekul tersebut. Interaksi antar molekul ini kemudian disebut sebagai gaya intermolekul atau gaya antarmolekul. Nah, **gaya antar molekul** adalah gaya elektromagnetik yang terjadi di antara molekul yang satu dengan molekul lainnya.

Gaya antarmolekul memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap sifat suatu molekul. Seperti titik didih, titik beku, kerapatan, dan juga kelarutan. Gaya tersebut berupa kohesi antar molekul serupa atau adhesi antar molekul tak serupa. Gaya ini memiliki sifat tarik menarik atau tolak menolak antar molekul. Kalau dua molekulnya berdekatan, maka gaya tolak antar muatan yang sama akan muncul dan akan semakin tinggi energi tolakannya. Itulah mengapa dibutuhkan energi yang lebih tinggi juga untuk memampatkan molekul, seperti mencairkan zat padat atau menguapkan zat cair.

Macam-macam gaya antar molekul

1. Gaya Van der Waals

Gaya ini pertama kali ditemukan oleh Johannes Van der Waals (1837-1923). Gaya ini merupakan gaya tarik menarik listrik yang relatif lemah. Hal ini karena kepolaran molekul yang permanen atau terinduksi. Ketika molekul memiliki kutub yang sama, maka keduanya akan saling tolak menolak. Sebaliknya, ketika keduanya memiliki kutub yang berbeda, maka akan saling tarik menarik.

Gaya Van der Waals dapat terjadi pada molekul-molekul yang bersifat polar maupun nonpolar yang diakibatkan oleh adanya tolakan timbal balik antara awan elektron pada atom. Pada molekul polar, gaya ini dikenal sebagai gaya dipol-dipol, sedangkan untuk molekul nonpolar disebut sebagai gaya dispersi London atau biasa dikenal sebagai gaya London.

Gaya Van der Waals dibagi menjadi 3 berdasarkan kepolaran partikelnya, yaitu:

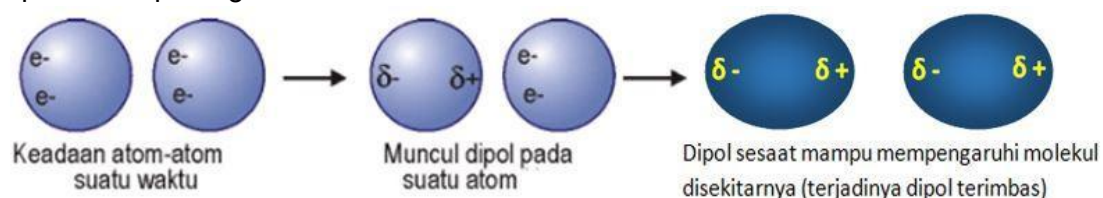
a. Gaya London

Gaya London terjadi antar dua molekul nonpolar, gaya ini merupakan gaya yang terjadi akibat adanya tarik-menarik terinduksi oleh sebagai akibat dari adanya gaya dipol-dipol sementara dalam suatu senyawa. Gaya ini pertama kali dikenalkan oleh fisikawan Jerman, Fritz London (1930) melalui uraiannya tentang tarikan lemah yang disebabkan oleh dipol imbasan sesaat pada suatu senyawa. Walaupun gaya London ini tergolong lebih lemah dari gaya dipol-dipol, namun gaya ini dapat bertahan sehingga menyebabkan adanya tarik-menarik antarmolekul. Ukuran molekul yang lebih besar memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap gaya London.

Pergerakan elektron yang mengakibatkan dipol sesaat dalam suatu molekul akan bertambah besar apabila molekul tersebut memiliki jumlah elektron yang semakin besar pula. Pergerakan elektron yang mengakibatkan dipol sesaat

dalam suatu molekul disebut polarisabilitas. Jumlah elektron yang besar berkaitan dengan massa molekul relatif (M_r) molekul tersebut, sehingga semakin besar M_r suatu molekul, maka semakin besar polarisabilitasnya dan semakin besar pula Gaya Londonnya.

Semakin besar molekul maka akan semakin mudah untuk membentuk gaya London dengan momen dipol sesaat. Hal ini diakibatkan oleh adanya awan elektron yang lebih mudah berimbas (berayun) pada molekul besar. Oleh sebab itu, besarnya pengaruh ini sekaligus dapat mempengaruhi titik didih dalam suatu senyawa. Semakin kuat gaya London yang terjadi maka titik didih senyawa tersebut akan semakin tinggi. Adapun gambaran proses terjadinya gaya London dapat dilihat pada gambar berikut.

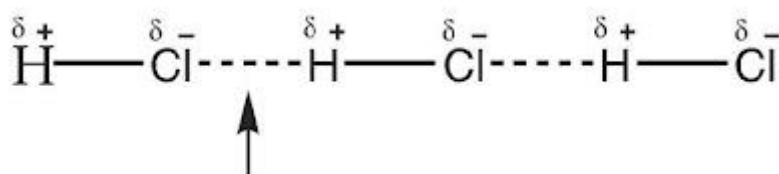


Gambar 1 mekanisme terjadinya dipol sesaat

Awalnya molekul nonpolar mempunyai sebaran muatan lautan elektron setimbang dan simetris dalam keadaan normal, elektron terdistribusi merata dalam molekul. Lalu pada waktu tertentu (sesaat) terjadi pengkutuban atau pembentukan dipol yang disebut **dipol sesaat**. Sisi bermuatan parsial negative (densitas negative) dari dipol sesaat akan mempengaruhi kerapatan elektron molekul sehingga membentuk dipol, hal ini memungkinkan dua molekul membentuk ikatan yang disebut gaya London. Gaya Tarik-menarik ini hanya berlangsung sesaat, dikarenakan dipol sesaat dan terimbas muncul mengikuti fluktuasi elektron.

b. Gaya Tarik dipol-dipol

Gaya London terjadi pada molekul non polar. Lantas bagaimana gaya tarik yang terjadi pada molekul polar? Molekul polar memiliki sebaran elektron yang tidak merata dikarenakan perbedaan keelektronegatifannya yang besar. Perbedaan keelektronegatifan ini menyebabkan suatu atom terbagi menjadi dua muatan (dipol), satu ujung memiliki muatan positif dan lainnya bermuatan negatif. Terdapat kecenderungan bahwa ujung positif akan berdekatan dengan ujung negatif atom lain di dekatnya. Keadaan ini disebabkan adanya gaya tarik-menarik yang disebut dengan gaya tarik dipol-dipol. Perhatikan gaya tarik dipol-dipol pada molekul polar HCl berikut:



Gambar 2 Gaya tarik dipol-dipol pada molekul HCl

Gaya tarik ini menyebabkan molekul mempunyai titik didih dan titik leleh yang tinggi. Kekuatan gaya tarik dipol-dipol ini lebih kuat dibandingkan dengan Gaya London pada molekul non-polar. Tabel di bawah ini memberikan perbedaan sifat fisis antara molekul polar dan nonpolar.

kepolaran	molekul	Mr	Titik leleh	Titik didih
Non polar	Normal butana	58	-138,4	-0,5
Polar	Aseton	58	-95,4	56,2

Gaya tarik-menarik antar molekul, yaitu Gaya London dan gaya tarik dipol-dipol bergabung untuk mengadakan ikatan antarmolekul. Gabungan kedua gaya ini disebut sebagai Gaya Van der Waals. Gabungan dua gaya tarik-menarik, yaitu Gaya London dan gaya tarik dipol-dipol disebut sebagai Gaya Van der Waals

2. Ikatan Hidrogen

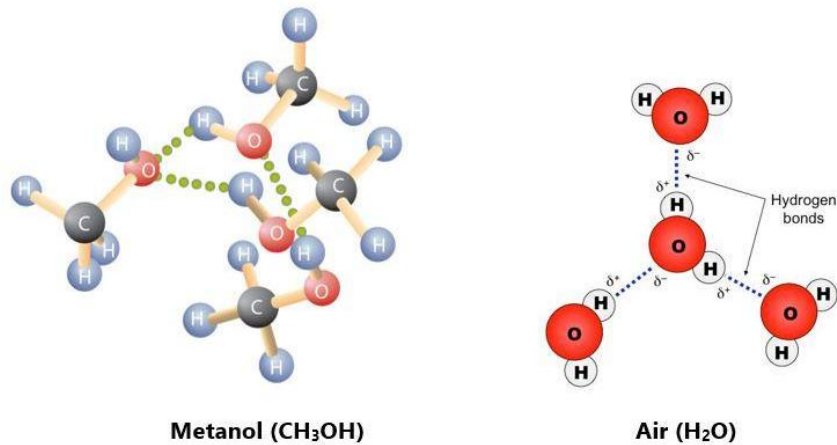
Mungkin ada diantara kita yang merasa keheranan, kenapa ikatan hidrogen dibahas secara terpisah pada jenis-jenis ikatan kimia pada umumnya. Hal ini memang dipengaruhi oleh proses terjadinya ikatan hidrogen.

Ikatan hidrogen merupakan ikatan yang terbentuk dari interaksi antara molekul yang mengandung unsur N, O dan F, khususnya pada unsur-unsur yang memiliki nilai elektronegatifan yang lebih besar. Hal ini sekaligus menjadikan rata-rata dari senyawa yang membentuk ikatan hidrogen adalah senyawa polar. Perhatikan data Mr dan perbedaan keelektronegatifan dari beberapa molekul pada Tabel di bawah ini.

senyawa	Mr	Perbedaan keelektronegatifan
HF	20	2,8
HCl	36,5	1,0
HBr	81	0,8
HI	128	0,5

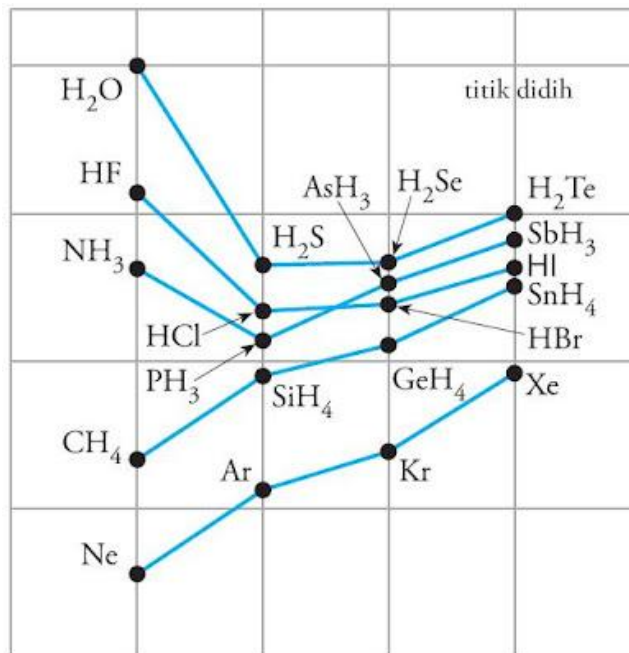
Perbandingan elektronegativitas unsur-unsur dalam satu golongan, yakni golongan VIIA, kemampuan menarik dari atom H lebih efektif pada unsur dengan Mr yang lebih kecil, karena perbedaan elektronegativitasnya yang tinggi. Padahal secara teoritis, semakin besar Mr semakin besar pula elektronegativitasnya. Mengapa bisa demikian? Kasus penyimpangan tersebut disebabkan oleh adanya ikatan hidrogen. Gaya yang dihasilkan oleh ikatan hidrogen lebih kuat dibandingkan Gaya Van der Waals. Pada unsur-unsur golongan VII, terbentuk ikatan hidrogen yang kuat dan menyebabkan penyimpangan sifat fisis pada molekul sehingga molekul dengan ikatan hidrogen mempunyai titik didih yang relatif tinggi.

Contoh senyawa polar sederhana yang mengandung ikatan hidrogen dapat kita lihat pada molekul air dan alkohol. Pada kedua senyawa tersebut memiliki unsur O dan H yang masing-masing menimbulkan adanya gaya tarik menarik antar molekulnya, seperti terlihat pada gambar di bawah.



Gambar 3 ikatan hidrogen pada air dan metanol

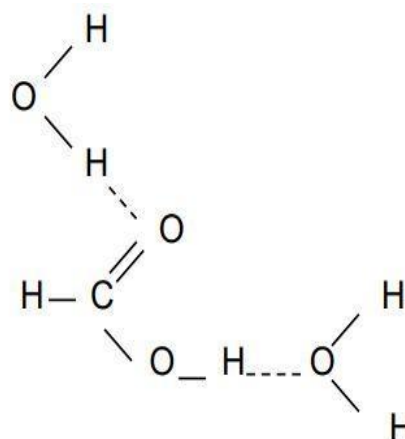
Kekuatan tarikan pada ikatan hidrogen mempengaruhi titik didih suatu senyawa; di mana semakin kuat ikatan hidrogen yang terjadi maka semakin tinggi titik didih pada senyawa tersebut. Mari coba kita bandingkan kekuatan titik didih yang terdapat senyawa hidrida berikut ini:



Gambar 4 Grafik hubungan antara titik didih dengan molekul berikatan hidrogen (senyawa hidrida unsur golongan IVA, VA, VIA, VIIA, dan VIIIA).

Dari grafik di atas dapat kita bedakan bahwa kekuatan ikatan hidrogen dapat mempengaruhi titik didih suatu senyawa. Untuk senyawa dari golongan VI A, ada H_2O yang memiliki titik didih paling tinggi diantara senyawa hidrida lainnya. Secara konsep berat molekul, air (H_2O) memiliki titik didih yang lebih rendah dari H_2S , H_2Se , dan H_2Te . Tentu hal ini sangat dipengaruhi oleh ikatan hidrogen yang dimiliki oleh H_2O . Sedangkan untuk senyawa H_2S , H_2Se , dan H_2Te hanya memiliki interaksi dipol-dipol yang semakin kuat seiring dengan besarnya ukuran molekul hidrida. Begitu juga pada golongan VA dan VII A, pada titik didih NH_3 dan HF .

Dari uraian-uraian di atas dapat kita simpulkan bahwa ikatan hidrogen sangat mempengaruhi titik didih dari suatu senyawa yang terbentuk dari unsur lain segolongannya. Di sisi lain, ikatan hidrogen tidak hanya dapat terjadi pada molekul yang sama. Akan tetapi juga dapat terjadi pada molekul yang berbeda. Misalnya ketika asam format dicampur dengan air. Maka ikatan hidrogen dapat terlihat seperti pada gambar di samping.



Gambar 5 ikatan hidrogen pada asam format dan air

Pengaruh Gaya Antar Molekul terhadap Sifat Fisis Senyawa

Gaya tarik-menarik antara muatan positif dari dipol yang satu dengan muatan negatif dari dipol yang lain akan menentukan sifat fisis molekul, seperti titik didih dan titik beku. Gaya tarik-menarik juga menentukan bagaimana wujud suatu molekul, apakah berupa padatan, cair atau uap. Gaya tarik-menarik yang besar antaratom memungkinkan molekul pada suhu tertentu berbentuk padatan. Pada keadaan gas, molekul berdiri sendiri dan tidak ada gaya tarik-menarik antarmolekul. Pada keadaan cair, akan dibutuhkan lebih sedikit gaya tarik-menarik antarmolekul dibandingkan keadaan padatnya.

Perubahan bentuk molekul padatan menjadi cair memerlukan energi yang besar untuk mengimbangi gaya tarik-menarik tersebut. Energi ini ditunjukkan dengan titik cair (titik leleh) molekul. Begitu pula untuk menguapkan molekul yang berupa cairan, diperlukan energi yang ditunjukkan dengan titik didih. Maka, apabila gaya tarik antarmolekul besar, semakin besar pula titik didihnya. Titik beku menunjukkan besarnya energi yang dibutuhkan molekul untuk berikatan. Besarnya titik beku sebanding dengan gaya yang terjadi antar molekulnya. Perhatikan contoh soal berikut agar kalian lebih paham.

Gaya Antar Molekul dalam Kehidupan dan Lingkungan

Gaya antarmolekul mungkin tidak dapat dilihat secara langsung, tetapi pengaruhnya dapat kita temukan dalam berbagai fenomena sehari-hari. Interaksi antarpartikel menentukan sifat suatu zat, seperti titik didih, titik leleh, kelarutan, viskositas, hingga perubahan wujud. Melalui pemahaman gaya London, gaya dipol-dipol, dan ikatan hidrogen, kita dapat menjelaskan mengapa setiap zat memiliki karakteristik yang berbeda.

Air menjadi salah satu contoh penting penerapan gaya antarmolekul dalam kehidupan. Adanya ikatan hidrogen menyebabkan molekul air memiliki sifat unik, seperti titik didih yang relatif tinggi. Sifat ini sangat penting bagi kehidupan dan lingkungan karena air berperan dalam menjaga keseimbangan suhu, siklus air, serta keberlangsungan makhluk hidup.

Selain itu, gaya antarmolekul juga dapat diamati pada proses penguapan air, penggunaan alkohol sebagai antiseptik, kelarutan bahan pencemar, serta perubahan wujud zat di lingkungan.

C. Rangkuman

1. Interaksi antara atom - atom dalam senyawa atau kumpulan molekul dalam senyawa yang mengalami gaya tarik menarik disebut gaya antarmolekul. Gaya antarmolekul berkaitan erat dengan sifat fisik zat yang bersangkutan.
2. Interaksi pada senyawa senyawa kimia dibedakan antara interaksi intramolekul dan antar molekul.
3. Interaksi intra molekul terjadi pada sebuah atom dengan atom yang lain yang mengalami gaya tarik menarik untuk membentuk molekul yang disebut dengan ikatan kimia.
4. Interaksi antar molekul adalah interaksi kimia yang terjadi antara atom dalam suatu molekul dengan molekul yang lain dengan mengalami gaya tarik menarik.
5. Gaya Van der Waals merupakan Gaya antarmolekul lemah yang memungkinkan terjadinya fase cair dan padat zat-zat kovalen, meliputi Gaya London dan Graa Tarik dipol-dipol
6. Gaya London merupakan gaya tarik antarmolekul lemah (nonpolar) yang ditimbulkan oleh dipol yang terimbas sementara.
7. Gaya Tarik menarik dipol-dipol terjadi antara molekul-molekul polar
8. Gaya Tarik antara molekul polar-polar > molekul polar-nonpolar> molekul nonpolar-nonpolar.
9. Ikatan Hidrogen (Hidrogen Bonding) adalah Gaya tarik antarmolekul yang disebabkan oleh adanya daya tarik dua atom yang memiliki nilai elektronegatifitas jauh lebih tinggi daripada atom H yang terikat secara kovalen pada salah satu atom tersebut seperti atom N, O dan F.