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

---

**KIMIA ZAT PADAT**  
**Gaya Antar Molekul pada Padatan**

---

**Drs. Iqmal Tahir, M.Si.**  
 Laboratorium Kimia Fisika, Jurusan Kimia  
 Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
 Universitas Gadjah Mada, Sekip Utara, Yogyakarta, 55281  
 Tel : 0857 868 77886 047; Fax : 0274-545188  
 Email : iqmal@ugm.ac.id atau iqmal.tahir@yahoo.com  
 Website :  
<http://iqmal.staff.ugm.ac.id>  
<http://iqmaltahir.wordpress.com>

**Tembaga**

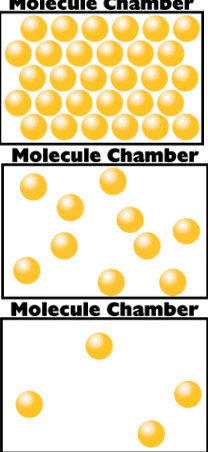
**Fase padat**  $\leq 1083^{\circ}\text{C}$


**Fase cair**  $1083-2594^{\circ}\text{C}$

**Fase gas**  $\geq 2595^{\circ}\text{C}$

**GAS LIQUID SOLID**


**Molecule Chamber**




**LABORATORIUM KIMIA FISIKA**  
 Jurusan Kimia - FMIPA, UGM

**Gaya antar molekul**  
 Gaya tarikan antar atom dan molekul yang timbul karena interaksi elektrostatik.

- Berpengaruh terhadap ukuran sifat fisik seperti titik leleh atau titik didih karena gaya tarikan antar molekul akan menghasilkan perubahan keadaan.
- Menentukan kelarutan dari padatan, gas dan cairan dalam suatu pelarut.
- Penting untuk mengontrol bentuk struktur dan fungsi pada kebanyakan sistem makromolekul secara biologis seperti DNA dan protein.
- Polaritas molekul merupakan faktor utama yang mengontrol gaya antar molekul.


**LABORATORIUM KIMIA FISIKA**  
 Jurusan Kimia - FMIPA, UGM

**Tipe-tipe gaya antar molekul**

**A) Gaya Ion-Dipol** - Gaya tarikan di antara ion dan molekul polar.

**B) Gaya Dipol-Dipol** - Gaya tarikan antar molekul yang memiliki dipol permanen.

**C) Ikatan Hidrogen** - Tipe khusus interaksi dipol-dipol dimana terdapat satu atom hidrogen terikat kuat pada suatu atom yang sangat elektronegatif dengan suatu pasangan elektron bebas.

**D) Gaya Dispersi** - gaya tarikan yang disebabkan karena induksi dipol pada suatu molekul non polar.



**LABORATORIUM KIMIA FISIKA**  
 Jurusan Kimia - FMIPA, UGM

**Gaya Ion-Dipol**

- Contoh gaya ini bekerja pada pelarutan padatan dalam air.

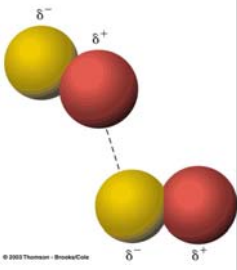
**Gaya  $\propto (n^+ e) (n^- e)/d$**


$n^+$  = # muatan positif  
 $n^-$  = # muatan negatif  
 $e$  = # elektron  
 $d$  = jarak antar atom


**LABORATORIUM KIMIA FISIKA**  
 Jurusan Kimia - FMIPA, UGM

**B. Gaya Dipol-Dipol**

- Kutub-kutub pada molekul terbentang sehingga satu ujung molekul polar yang positif akan berinteraksi ujung negatif molekul berikutnya.
- Molekul polar biasanya asimetris dan memiliki atom-atom dengan elektronegativitas yang berbeda.
- "Like dissolves like" – Molekul polar akan terlarut dalam pelarut polar dan molekul non polar akan terlarut dalam pelarut non polar

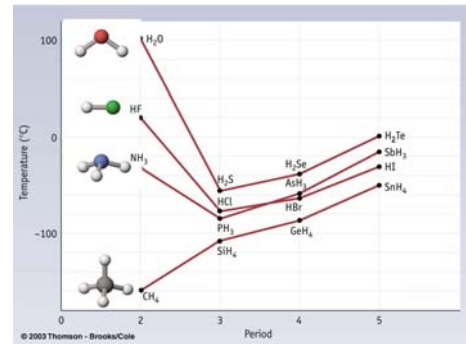



**LABORATORIUM KIMIA FISIKA**  
 Jurusan Kimia - FMIPA, UGM

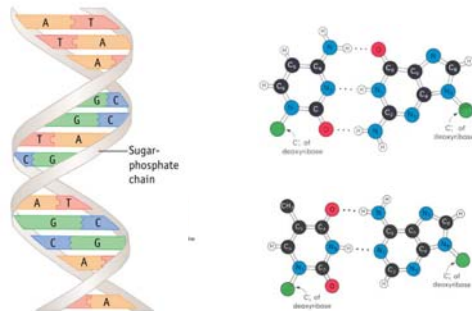
### C. Ikatan Hidrogen

- Merupakan tipe interaksi dipol-dipol khusus yang melibatkan satu atom hidrogen terikat pada satu atom yang sangat elektronegatif dan memiliki pasangan elektron bebas, yang akan berinteraksi dengan atom elektronegatif lain yang juga memiliki pasangan elektron bebas.
- Ikatan hidrogen terjadi jika hidrogen berpasangan pada atom-atom N, O, dan F.
  - N, O, dan F bersifat elektronegatif yang cukup dekat menyerupai ikatan kovalen dengan atom H.
  - Satu pasangan elektron bebas pada atom-atom N, O, dan F dapat mendatangi secara cukup dekat pada posisi atom H tertentu di sekitarnya.

### Pengaruh Ikatan Hidrogen terhadap Titik Didih

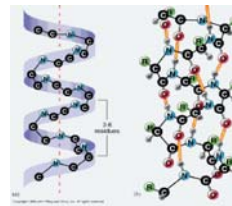


### Peranan Ikatan Hidrogen dalam Struktur DNA



### Peranan Ikatan Hidrogen dalam Struktur Protein

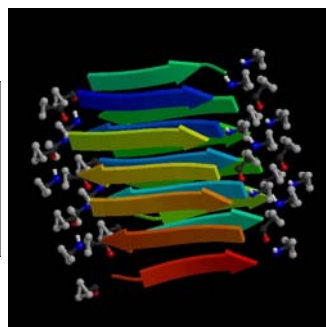
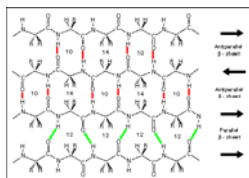
#### Alpha Helix



Hemoglobin

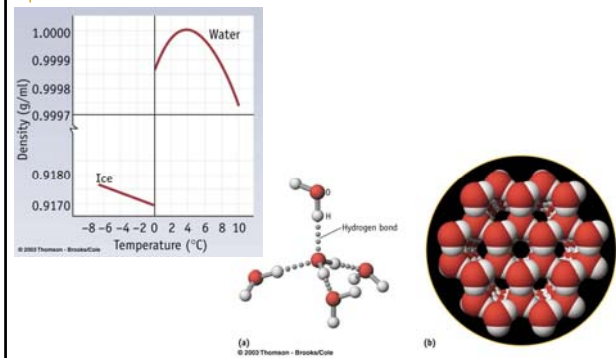
### Peranan Ikatan Hidrogen dalam Struktur Protein

#### Lipatan Beta



Protein sutra

### Ikatan Hidrogen dan Sifat anomali air



### D. Gaya dispersi

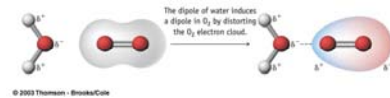
- Polaritas *momentary* pada suatu molekul non polar menghasilkan distorsi pada awan elektron molekular.
- Gaya ini eksis pada seluruh senyawa molekular.
- Ada dua tipe gaya dispersi

#### 1) Gaya dipol / dipol terinduksi

#### 2) Gaya dipol terinduksi / dipol terinduksi

### D. Dispersion Forces

- 1) **Dipol/ Dipol terinduksi** - Tarikan antara satu molekul polar dan satu molekul non polar yang dihasilkan karena induksi dipol pada molekul non polar.



- a) **Polarisasi** - proses induksi dipol pada suatu molekul.
- b) **Polarisabilitas** - pengembangan awan elektron pada suatu molekul yang disebabkan distorsi karena muatan elektrik eksternal.

### D. Gaya Dispersi

- Gaya dipol / dipol terinduksi bertanggungjawab pada kelarutan molekul gas dalam air.

Gas	Molar Mass (g/mol)	Solubility at 20 °C (g gas/100 g water)†
H <sub>2</sub>	2.01	0.000160
N <sub>2</sub>	28.0	0.000190
O <sub>2</sub>	32.0	0.000434

\*Data taken from J. A. Dean: *Lange's Handbook of Chemistry*, 15th ed., pp. 5.3–5.8. New York, McGraw-Hill, 1999.

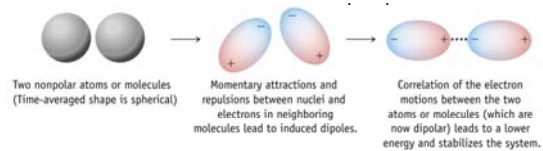
†Measured under the following conditions: Pressure of gas + pressure of water vapor = 760 mm Hg.

© 2003 Thomson - Brooks/Cole

- Kelarutan meningkat dengan peningkatan BM gas yang dihasilkan karena polarisabilitas.

### D. Gaya Dispersi

- 1) **Dipol terinduksi / Dipol terinduksi** - Tarikan antara dua molekul nonpolar



© 2003 Thomson - Brooks/Cole

- Gaya ini meningkat dengan peningkatan BM.

### Ringkasan Gaya Antarmolekuler

Ikatan H > Dipol/Dipol > Dipol/ Dipol terinduksi > Dipol terinduksi / Dipol terinduksi

**Table 13.1** • Molar Masses and Boiling Points of Nonpolar and Polar Substances

Nonpolar				Polar			
	M (g/mol)	BP (°C)	$\Delta H_{vap}$ (kJ/mol)		M (g/mol)	BP (°C)	$\Delta H_{vap}$ (kJ/mol)
N <sub>2</sub>	28	-196	5.57	CO	28	-192	6.04
SiH <sub>4</sub>	32	-112	12.10	PH <sub>3</sub>	34	-88	14.06
GeH <sub>4</sub>	77	-90	14.06	AsH <sub>3</sub>	78	-62	16.69
Br <sub>2</sub>	160	59	29.96	ICl	162	97	—

© 2003 Thomson - Brooks/Cole