

Sifat Koligatif Larutan

Persiapan OSK/OSN-K Kimia

Bidang Studi: Kimia

Sesi 60 menit

Rencana Sesi (60 menit)

Menit	Kegiatan
0–5	Pembuka: mengapa koligatif “murah” skornya
5–15	Cek prasyarat (5 soal kilat)
15–35	Konsep: 4 sifat, faktor i , Raoult, campuran
35–55	Soal asli OSN-K 2025 + 1 soal latihan
55–60	Jebakan umum & penutup

Koligatif $\approx$ 4 soal per OSK: rumus pendek, hitungannya hanya konsep mol.

Cek Prasyarat: 5 Soal Kilat (2 menit/soal)

1. 18 g glukosa ($M_r = 180$) dalam 500 g air: berapa molalitas?
2. Beda molalitas dan molaritas: kapan hampir sama?
3. Berapa i untuk K_2SO_4 ? Untuk $Al_2(SO_4)_3$?
4. Larutan 15% massa NaCl: berapa mol NaCl dan mol air dalam 100 g?
5. Mana titik bekunya lebih rendah: NaCl 0,1 m atau glukosa 0,1 m?

Kunci Cek Prasyarat

1. $n = 0,1 \text{ mol}$; $m = 0,1/0,5 = 0,2 \text{ mol/kg}$
2. $M = \text{mol/L}$ larutan, $m = \text{mol/kg}$ pelarut; hampir sama bila encer dalam air
3. K_2SO_4 : $i = 3$; $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$: $i = 5$
4. NaCl : $15/58,5 = 0,256 \text{ mol}$; air: $85/18 = 4,72 \text{ mol}$
5. NaCl ($i = 2 \Rightarrow$ partikel dua kali lebih banyak)

Apa itu Sifat Koligatif?

- ▶ Sifat larutan yang bergantung pada **jumlah partikel zat terlarut**, bukan jenisnya.
- ▶ Zat terlarut **nonvolatil** menurunkan kecenderungan pelarut menguap.
- ▶ Empat sifat: penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, penurunan titik beku, tekanan osmosis.

Faktor van't Hoff (i)

i = jumlah partikel per rumus saat larut.

Zat	Contoh	i
Nonelektrolit	glukosa, urea	1
Garam biner	$\text{NaCl} \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$	2
Garam terner	$\text{CaCl}_2 \longrightarrow \text{Ca}^{2+} + 2 \text{Cl}^-$	3
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	$2 \text{Al}^{3+} + 3 \text{SO}_4^{2-}$	5

Elektrolit lemah: $i = 1 + (n - 1)\alpha$, jadi untuk $\text{HX} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{X}^-$, $i = 1 + \alpha$.

Empat Rumus

Sifat	Rumus
Penurunan tekanan uap	$P = X_{\text{pelarut}} P^{\circ}$
Kenaikan titik didih	$\Delta T_b = i K_b m$
Penurunan titik beku	$\Delta T_f = i K_f m$
Tekanan osmosis	$\pi = i M R T$

m = mol zat / kg pelarut; M = mol / L larutan.

Contoh Cepat

ΔT_f **NaCl 0,5 m** ($K_f = 1,86$):

$$\Delta T_f = (2)(1,86)(0,5) = 1,86 \text{ } ^\circ\text{C}$$

π **glukosa 0,1 M, 27 °C** ($R = 0,0821$):

$$\pi = (1)(0,1)(0,0821)(300) = 2,46 \text{ atm}$$

Hukum Raoult dari Data Massa

Larutan 15% w/w NaCl, ambil 100 g: 15 g NaCl, 85 g air.

$$n_{\text{partikel}} = 2 \times \frac{15}{58,5} = 0,513, \quad n_{\text{air}} = \frac{85}{18} = 4,72$$

$$X_{\text{air}} = \frac{4,72}{4,72 + 0,513} = 0,902, \quad P = X_{\text{air}} P^{\circ}$$

Mol pelarut tidak berubah; mol terlarut dikali i .

Larutan Campuran: Partikel Dijumlahkan

- ▶ Total partikel = $\sum i_k n_k$.
- ▶ Cari komposisi: satu persamaan **total partikel** (dari ΔT atau π) + satu persamaan **total massa**.
- ▶ Cari K kesetimbangan: ΔT_f awal vs. setimbang $\Rightarrow$ total molalitas $\Rightarrow$ tabel ICE.

Larutan Ideal & Penyimpangan Raoult

Jenis	Gaya antarmolekul	Akibat
Ideal	$A-A \approx B-B \approx A-B$	P sesuai Raoult
Positif	$A-B$ lebih lemah	P lebih tinggi, T_b lebih rendah, $\Delta H_{\text{campur}} > 0$
Negatif	$A-B$ lebih kuat	P lebih rendah, T_b lebih tinggi, $\Delta H_{\text{campur}} < 0$

Soal 1 (OSN-K 2025 No. 36): Tekanan Uap

0,10 mol NaCl dan 0,05 mol CaCl_2 dilarutkan dalam 180 g air pada 25°C (ionisasi sempurna).

$P_{\text{H}_2\text{O}}^\circ = 23,8 \text{ mmHg}$. Tekanan uap larutan adalah ...

- A. 21,99
- B. 22,34
- C. 22,99
- D. 23,33
- E. 23,99 mmHg

Soal 1 (OSN-K 2025 No. 36): Tekanan Uap

0,10 mol NaCl dan 0,05 mol CaCl_2 dilarutkan dalam 180 g air pada 25°C (ionisasi sempurna). $P_{\text{H}_2\text{O}}^\circ = 23,8 \text{ mmHg}$. Tekanan uap larutan adalah ...

- A. 21,99
- B. 22,34
- C. 22,99
- D. 23,33
- E. 23,99 mmHg

Partikel: $0,10 \times 2 + 0,05 \times 3 = 0,35 \text{ mol}$; $n_{\text{H}_2\text{O}} = 10 \text{ mol}$.

$$X_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{10}{10,35} = 0,9662, \quad P = 0,9662 \times 23,8 \approx 22,99 \text{ mmHg} \Rightarrow \mathbf{C}$$

Soal 2 (No. 37): Asam Lemah dari ΔT_b

0,12 g asam lemah HX ($M_r = 61$) dalam 25,0 g air menaikkan titik didih $0,052^\circ\text{C}$ ($K_b = 0,512$). K_a HX adalah ...

- A. $7,5 \times 10^{-5}$
- B. $1,3 \times 10^{-4}$
- C. $3,2 \times 10^{-4}$
- D. $5,0 \times 10^{-3}$
- E. $9,3 \times 10^{-3}$

Soal 2 (No. 37): Asam Lemah dari ΔT_b

0,12 g asam lemah HX ($M_r = 61$) dalam 25,0 g air menaikkan titik didih $0,052^\circ\text{C}$ ($K_b = 0,512$). K_a HX adalah ...

A. $7,5 \times 10^{-5}$

B. $1,3 \times 10^{-4}$

C. $3,2 \times 10^{-4}$

D. $5,0 \times 10^{-3}$

E. $9,3 \times 10^{-3}$

$$m = \frac{0,12/61}{0,025} = 0,0787; \quad i = \frac{0,052}{0,512 \times 0,0787} = 1,291 \Rightarrow \alpha = i - 1 = 0,291$$

$$K_a = \frac{m\alpha^2}{1 - \alpha} = \frac{0,0787 \times 0,291^2}{0,709} \approx 9,4 \times 10^{-3} \Rightarrow \mathbf{E}$$

Soal 3 (No. 38): Campuran Garam dari ΔT_f

6,57 g campuran KNO_3 ($M_r = 101$) dan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ($M_r = 342$) dalam 100 g air; $\Delta T_f = 1,93^\circ\text{C}$ ($K_f = 1,86$), ionisasi sempurna. % massa KNO_3 ?

- A. 22,6%
- B. 33,3%
- C. 50,0%
- D. 66,7%
- E. 77,4%

Soal 3 (No. 38): Campuran Garam dari ΔT_f

6,57 g campuran KNO_3 ($M_r = 101$) dan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ($M_r = 342$) dalam 100 g air; $\Delta T_f = 1,93^\circ\text{C}$ ($K_f = 1,86$), ionisasi sempurna. % massa KNO_3 ?

- A. 22,6%
- B. 33,3%
- C. 50,0%
- D. 66,7%
- E. 77,4%

Partikel total: $\frac{1,93}{1,86} \times 0,1 = 0,1038$ mol. Misal $\text{KNO}_3 = x$ g ($i = 2$), $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 6,57 - x$ ($i = 5$):

$$\frac{2x}{101} + \frac{5(6,57 - x)}{342} = 0,1038 \Rightarrow x = 1,49 \text{ g} \Rightarrow 22,6\% \Rightarrow \mathbf{A}$$

Soal 4 (No. 39): Penyimpangan Positif Raoult

Larutan biner X menunjukkan penyimpangan **positif** terhadap Hukum Raoult. Pernyataan yang sesuai?

- A. Tekanan uap lebih rendah dari ideal
- B. Pelarutan bersifat eksotermik
- C. Titik didih lebih tinggi dari ideal
- D. Zat terlarut terionisasi sempurna
- E. Interaksi sesama zat terlarut lebih kuat daripada terlarut–pelarut

Soal 4 (No. 39): Penyimpangan Positif Raoult

Larutan biner X menunjukkan penyimpangan **positif** terhadap Hukum Raoult. Pernyataan yang sesuai?

- A. Tekanan uap lebih rendah dari ideal
- B. Pelarutan bersifat eksotermik
- C. Titik didih lebih tinggi dari ideal
- D. Zat terlarut terionisasi sempurna
- E. Interaksi sesama zat terlarut lebih kuat daripada terlarut–pelarut

Positif: A–B lebih lemah $\Rightarrow P$ naik, T_b turun, $\Delta H_{\text{campur}} > 0$. A, B, C salah; D tak relevan. **E.**

Soal Latihan (disusun sendiri, bukan soal resmi)

3,42 g sukrosa ($M_r = 342$) dan 0,585 g NaCl ($M_r = 58,5$) dilarutkan dalam 100 g air. Hitung ΔT_f ($K_f = 1,86$; NaCl terionisasi sempurna).

Soal Latihan (disusun sendiri, bukan soal resmi)

3,42 g sukrosa ($M_r = 342$) dan 0,585 g NaCl ($M_r = 58,5$) dilarutkan dalam 100 g air. Hitung ΔT_f ($K_f = 1,86$; NaCl terionisasi sempurna). Partikel: sukrosa 0,0100 mol; NaCl $0,0100 \times 2 = 0,0200$ mol; total 0,0300 mol.

$$m = \frac{0,0300}{0,100} = 0,300, \quad \Delta T_f = 1,86 \times 0,300 = 0,558 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Jebakan Umum

- ▶ Lupa i untuk elektrolit (dan i bukan bulat untuk elektrolit lemah).
- ▶ Memakai molaritas padahal rumus butuh molalitas (ΔT) atau fraksi mol (P).
- ▶ Satuan: gram vs. kg pelarut; mL vs. L.
- ▶ Raoult: mol pelarut tetap, mol terlarut $\times i$.
- ▶ Penyimpangan Raoult: hubungkan gaya A–B, P , T_b , dan tanda ΔH .

Penutup

- ▶ Hafal 4 rumus + faktor i ; sisanya konsep mol.
- ▶ Soal “berat” = campuran, elektrolit lemah, atau terhubung ke kesetimbangan.
- ▶ Pekerjaan rumah: OSN-K 2025 No. 40–44 (kesetimbangan, ada soal ΔT_f untuk mencari K).

Sumber: OSN-K Kimia 2025. Jawaban diperiksa ulang secara mandiri, bukan kunci resmi.