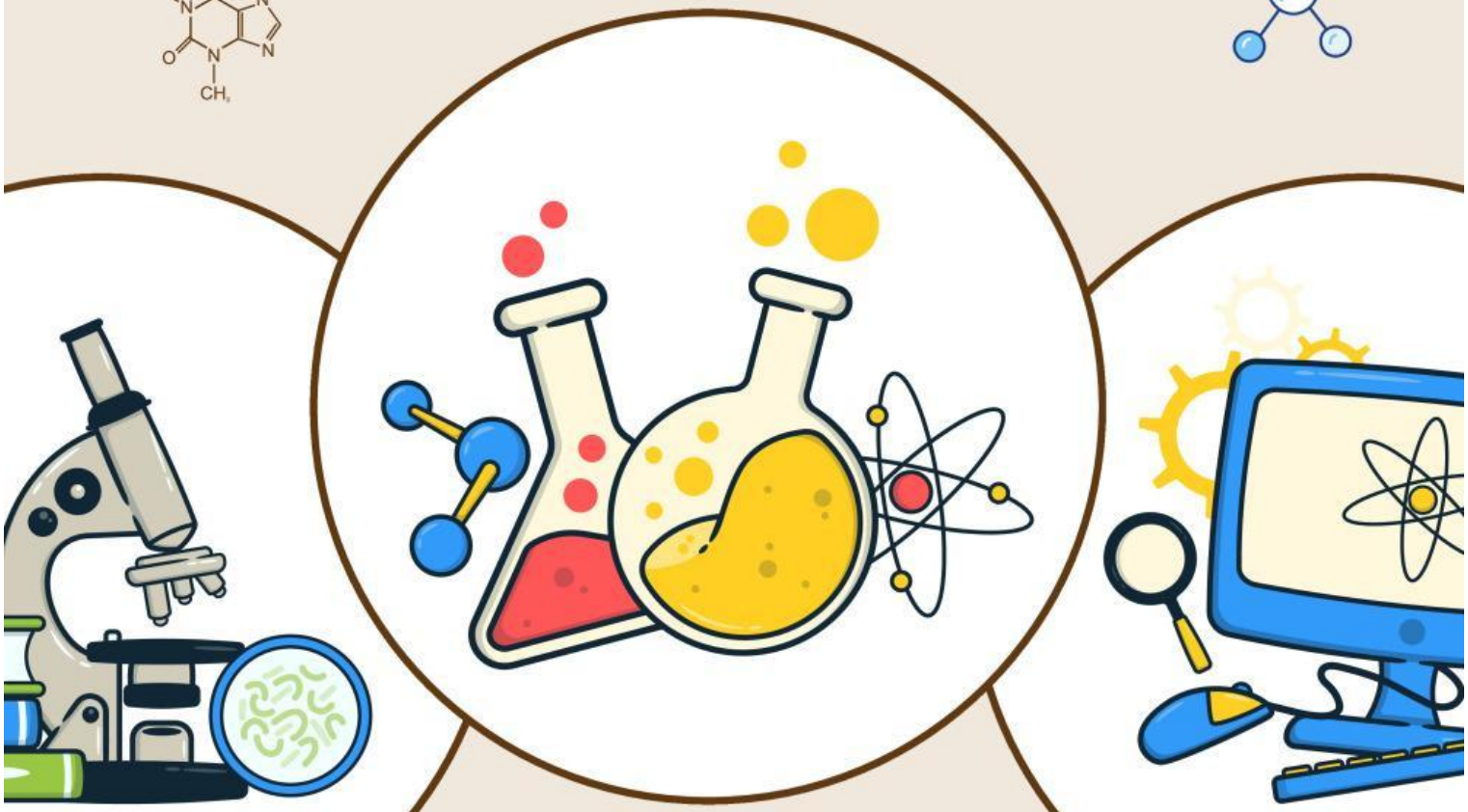
Penerbit: Pendidikan Kimia Digital Indonesia Tahun 2025

SIFAT KOLIGATIF LARUTAN

E-BOOK

Penulis: Haura Karin Rajwa



Nama: _____

Kelas: _____

Ilmu Pengetahuan Alam Kelas X SMA/MA

LIVEWORKSHEETS

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan e-book berjudul "Sifat Koligatif Larutan" ini dengan baik dan tepat waktu. E-book ini disusun dengan tujuan untuk menjadi sumber belajar yang komprehensif dan mudah dipahami bagi siswa, dalam mendalami konsep-konsep dasar dalam kimia, khususnya mengenai sifat koligatif. Materi ini merupakan fondasi penting untuk memahami berbagai fenomena dalam kimia fisika, biologi, dan rekayasa.

Di dalam e-book ini, pembaca akan dibimbing untuk memahami keempat sifat koligatif larutan, yaitu Penurunan Tekanan Uap (ΔP), Kenaikan Titik Didih (ΔTb), Penurunan Titik Beku (ΔTf), dan Tekanan Osmotik (π). Penjelasan disajikan secara sistematis, dimulai dari konsep teoritis, rumus-rumus yang digunakan, dilengkapi dengan contoh soal dan pembahasan yang aplikatif dalam kehidupan sehari-hari. Mulai dari proses pembuatan es krim, pemberian garam di jalan bersalju, hingga dalam proses medis seperti infus, semua dapat dijelaskan melalui prinsip sifat koligatif.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa e-book ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari para pembaca sangat diharapkan untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga kehadiran e-book ini dapat memberikan manfaat dan memudahkan proses belajar mengajar. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung penyusunan e-book ini.

Bandar Lampung, 23 Desember 2025

Penulis

LIVEWORKSHEETS

DAFTAR ISI

Kata Pengantar.....2
Daftar Isi.....3
Petunjuk Penggunaan E-book.....4
Bab I: Konsep Dasar Sifat Koligatif Larutan.....5
Bab II: Penurunan Tekanan Uap Larutan.....8
Bab III: Penurunan Titik Beku Larutan.....11
Bab IV: Kenaikan Titik Didih Larutan.....13
Bab V: Tekanan Osmotik.....14
Evaluasi.....16
Glosarium.....17
Daftar Pustaka.....18

LIVEWORKSHEETS

Petunjuk Penggunaan E-Book

1. Bacalah modul ini secara berurutan mulai dari pendahuluan, tujuan pembelajaran, hingga kegiatan belajar agar kamu memahami alur materi dengan baik.
2. Perhatikan tujuan pembelajaran yang tercantum agar kamu tahu kemampuan apa yang harus dikuasai setelah mempelajari materi sifat koligatif larutan.
3. Pelajari uraian materi dengan cermat dan catat hal-hal penting yang belum kamu pahami untuk didiskusikan bersama guru atau teman.
4. Kerjakan latihan dan aktivitas yang disediakan pada setiap bagian untuk melatih pemahaman konsep dan penerapan rumus sifat koligatif larutan.
5. Gunakan sumber belajar tambahan seperti buku teks kimia, video pembelajaran, atau praktikum sederhana untuk memperdalam pemahaman.
6. Evaluasi dirimu sendiri dengan mengerjakan soal evaluasi di akhir modul untuk mengetahui sejauh mana penguasaan materi kamu.
7. Jika ada kesulitan, diskusikan dengan guru pembimbing atau teman kelompok belajar agar pembelajaran lebih efektif dan menyenangkan.

LIVEWORKSHEETS

BAB I
KONSEP DASAR SIFAT KOLIGATIF LARUTAN

Kompetensi Dasar

3.9 Menjelaskan konsep sifat koligatif larutan (penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, penurunan titik beku, dan tekanan osmotik).
4.9 Menganalisis data hasil percobaan untuk menentukan besaran sifat koligatif larutan.

Pernahkah Anda berpikir, bagaimana tumbuhan dapat menyerap air dari dalam tanah, kemudian mendistribusi- kannya ke seluruh bagian tumbuhan yang letaknya lebih tinggi? Atau mungkin Anda pernah bertanya, mengapa pemberian pupuk untuk tanaman harus sesuai dengan takaran? Anda dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut dengan belajar memahami proses osmosis. Pemahaman mengenai proses osmosis ini sangat diperlukan dalam bidang pertanian. Misalnya, pemupukan harus diberikan dalam takaran yang tepat karena jika takaran pupuk berlebihan, air akan ditarik keluar dari jaringan tumbuhan. Akibatnya, tumbuhan menjadi layu.

Proses osmosis dapat dicegah dengan memberikan suatu tekanan yang disebut tekanan osmotik. Tekanan osmotik ini termasuk salah satu sifat koligatif larutan yang dapat Anda pelajari dalam bab ini. Selain itu, Anda juga dapat mempelajari sifat koligatif yang lain, yaitu kenaikan titik didih, penurunan tekanan uap, dan penurunan titik beku larutan, serta pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari.

LIVEWORKSHEETS

Sifat koligatif merupakan sifat larutan yang dipengaruhi oleh jumlah partikel zat terlarut dan tidak tergantung dari sifat zat terlarut. Jumlah partikel zat terlarut dalam suatu larutan dinyatakan dalam suatu besaran yaitu Konsentrasi Larutan. Konsentrasi larutan yang kita bahas pada modul ini ada tiga jenis, yaitu Molaritas (M), molalitas (m), dan fraksi mol (X). Pada mapel kimia kelas X telah dibahas materi Konsep Mol khususnya pada Jembatan Mol. Materi tersebut harus kamu ingat Kembali sebagai dasar atau prasyarat mempelajari materi tentang Konsentrasi Larutan berikut.

1. **Molaritas (M)**

Molaritas menyatakan banyaknya mol zat terlarut didalam setiap 1 liter larutan

Rumus :

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

$$M = \frac{m}{Mr} \; x \; \frac{1000}{V\,(ml)}$$

$$M = \frac{\%\, x\, 10\, x\, \rho}{Mr}$$

Keterangan :

M = molaritas (M)
m = massa terlarut (gr)
n = mol zat (mol)
Mr = molekul relatif (gr/mol)
V = volume (L atau mL)
% = persen kadar zat
ρ = massa jenis (gr/mL)

2. **Molalitas (m)**

Molalitas menyatakan banyaknya mol zat terlarut di dalam setiap 1.000 gram pelarut.

Rumus :

$$m = \frac{gr}{Mr} \; x \; \frac{1000}{p\,(gr)}$$

$$M = \frac{\%}{Mr} \; x \; \frac{1000}{(100-\%)}$$

Keterangan :

m = molalitas (m)
% = persen kadar zat
gr = massa terlarut (gr)
Mr = molekul relatif (gr/mol)
p = massa pelarut (gr)

LIVEWORKSHEETS

3. **Fraksi Mol (X)**

Fraksi mol (X) menyatakan perbandingan banyaknya mol dari zat tersebut terhadap jumlah mol seluruh komponen dalam larutan. Dalam suatu larutan terdapat 2 fraksi mol yakni fraksi mol terlarut (Xt) dan fraksi mol pelarut (Xp).

Rumus :

$$Xt = \frac{n_t}{n_t + n_p} \qquad Xp = \frac{n_p}{n_t + n_p}$$

$$X_t + X_p = 1$$

Jadi, jumlah fraksi mol pelarut dan terlarut adalah 1

Keterangan :

Xt = fraksi mol terlarut
nt = mol terlarut
Xp = fraksi mol pelarut
np = mol pelarut
p = massa pelarut (gr)

Contoh Soal

Sebanyak 1,8 gram glukosa, C6H12O6 dilarutkan ke dalam 100 gram air (Ar C =12, H = 1, O = 16).
Tentukan molalitas larutan glukosa tersebut!
Penyelesaian :
$m = gr\ Mr\ x\ 1000\ P$
m = 1,8 180 x 1000 100 $gram$
m = 0,01 x 10 m = 0,1 $molal$
Jadi, molalitas C6H12O6 = 0,1 m

Rangkuman

Sifat koligatif larutan adalah sifat larutan yang dipengaruhi oleh jumlah partikel zat terlarut dan tidak tergantung dari sifat zat terlarut, Jumlah fraksi mol terlarut dan pelarut adalah 1.

Video Pembelajaran :

Klik disini

LIVEWORKSHEETS

BAB II
PENURUNAN TEKANAN UAP LARUTAN

Apa yang sedang dilakukan oleh orang pada gambar tersebut? Apakah orang tersebut tenggelam? Mengapa hal demikian dapat terjadi?

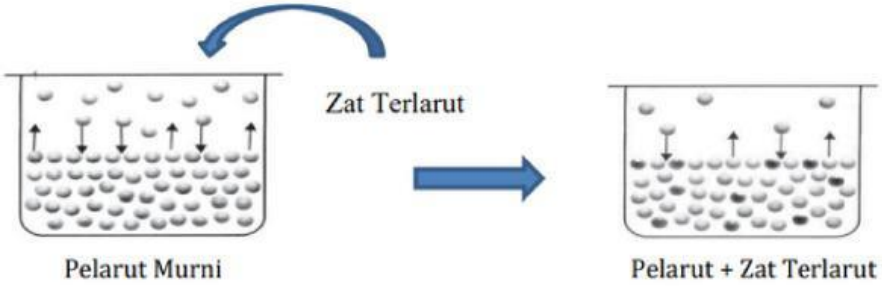
Gambar di atas merupakan gambar kolam apung. Kolam apung seperti yang terletak pada Atlantis Water Adventure Taman Impian Jaya Ancol Jakarta merupakan contoh terjadinya penurunan tekanan uap pelarut. Air yang berada di kolam apung ini memiliki kadar garam yang sangat tinggi, bahkan 10 kali lipat lebih tinggi dibandingkan kadar garam rata-rata di lautan. Air atau pelarut yang ada di kolam apung ini sulit menguap karena tekanan uap pelarut menurun disebabkan karena konsentrasi kadar garam yang sangat tinggi. Semakin banyak jumlah zat terlarut, maka pelarut semakin sukar menguap. Dengan kata lain, adanya zat terlarut menyebabkan penurunan tekanan uap cairan. Karena memiliki konsentrasi zat terlarut sangat tinggi, maka pada saat kita berenang di sini akan mengapung atau tidak tenggelam. Lalu, bagaimana kaitannya dengan sifat koligatif larutan? Mari kita bahas dalam modul ini.

1. **Sifat Koligatif Larutan**

   Pada Kegiatan Pembelajaran 1 Ananda sudah mengetahui pengertian Sifat koligatif. Pada sistem pelarut murni titik didih, titik beku, tekanan uap dan tekanan osmotik hanya akan dipengaruhi oleh molekul pelarut itu sendiri. Namun dalam sistem larutan yang terdiri dari pelarut dan terlarut, keberadaan zat terlarut dalam suatu pelarut akan menyebabkan suatu perubahan tertentu pada keempat sifat pelarut tersebut.

LIVEWORKSHEETS

Zat terlarut volatil mengakibatkan tekanan uap jenuh larutan lebih besar dari tekanan uap jenuh pelarut, sedangkan zat terlarut non volatil cenderung menurunkan tekanan uap jenuh larutan. Adanya perubahan tekanan uap tersebut juga akan memberikan pengaruh terhadap titik didih dan titik beku larutan sehingga terjadi sifat koligatif larutan.



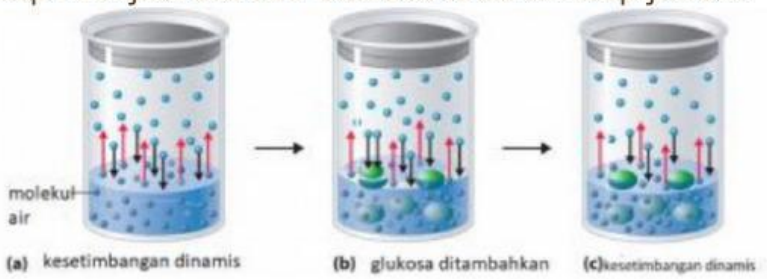
Gambar 1. Konsep Perubahan Sifat Pada Pelarut Oleh Zat Terlarut Non Volatil

Berdasarkan analisa tersebut, sifat koligatif larutan terdiri atas 4 sifat, meliputi :

- Penurunan tekanan uap (ΔP)
- Kenaikan titik didih (ΔTb)
- Penurunan titik beku (ΔTf)
- Tekanan osmotik (π)

2. Penurunan Tekanan Uap Larutan

Penguapan adalah peristiwa yang terjadi ketika partikel-partikel zat cair meninggalkan kelompoknya. Semakin lemah gaya tarik-menarik antarmolekul zat cair, semakin mudah zat cair tersebut menguap. Semakin mudah zat cair menguap, semakin besar pula tekanan uap jenuhnya. Banyaknya uap yang terbentuk di atas permukaan zat cair dinamakan dengan tekanan uap. Ketika partikel-partikel zat cair meninggalkan kelompoknya menjadi uap, di saat yang bersamaan uap tersebut akan kembali menjadi zat cair. Tekanan yang ditimbulkan pada saat terjadi kesetimbangan antara jumlah partikel zat cair menjadi uap dan jumlah uap menjadi zat cair disebut tekanan uap jenuh.



Gambar 2. Penurunan Tekanan Uap Larutan Glukosa

LIVEWORKSHEETS

Berdasarkan eksperimen Marie Francois Raoult (1878) pada suatu larutan, partikel-partikel zat terlarut akan menghalangi gerak molekul pelarut untuk berubah dari bentuk cair menjadi bentuk uap sehingga tekanan uap jenuh larutan menjadi lebih rendah dari tekanan uap jenuh larutan murni. Adapun bunyi Hukum Raoult yang berkaitan dengan penurunan tekanan uap adalah sebagai berikut :

- Penurunan tekanan uap jenuh tergantung pada jumlah partikel zat terlarut.
- Penurunan tekanan uap jenuh berbanding lurus dengan fraksi mol zat terlarut sehingga semakin besar nilai fraksi mol zat terlarut maka tekanan uap larutan akan semakin rendah.

Hukum Raoult tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut

$$\boxed{\Delta P = Xt \cdot P^o}$$

Apabila tekanan uap pelarut di atas larutan dilambangkan P maka

$$\Delta P = P^o - P$$

Jika komponen larutan terdiri pelarut dan zat terlarut dengan tetapan rumus berikut:

$$Xp + Xt = 1 \text{ , maka } Xt = 1 - Xp.$$

Persamaan akan menjadi:

$$\Delta P = Xt \cdot P^o$$
$$P^o - P = (1 - Xp)\, P^o$$
$$P^o - P = P^o - Xp \cdot P^o$$

$$\boxed{P = Xp \cdot P^o}$$

Keterangan :

ΔP = Penurunan tekanan uap (mmHg)
Xp = Fraksi mol pelarut
Xt = Fraksi mol terlarut
P^o = Tekanan uap jenuh pelarut murni (mmHg)
P = Tekanan uap larutan (mmHg)

Contoh Soal

Tekanan uap jenuh air pada temperatur 25°C adalah 30 mmHg. Tentukan penurunan tekanan uap jenuh air, jika ke dalam 90 gram air dilarutkan 18 gram glukosa (C6H12O6) dengan Mr = 180!

Penyelesaian :

$$n\ C_6H_{12}O_6 = \frac{gr}{Mr} = \frac{18\ gr}{180\ gr/mol} = 0{,}1 \text{ mol}$$

$$n\ H_2O = \frac{gr}{Mr} = \frac{90\ gr}{18\ gr/mol} = 5 \text{ mol}$$

$$Xt = \frac{nt}{nt+np} = \frac{0{,}1\ mol}{(5+0{,}1)mol} = 0{,}02$$

$$\Delta P = Xt \cdot P^o$$
$$= 0{,}02 \cdot 30 \text{ mmHg} = 0{,}6 \text{ mmHg}$$

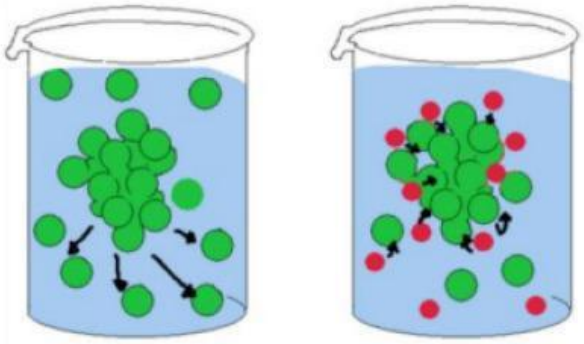
LIVEWORKSHEETS

BAB III
PENURUNAN TITIK BEKU LARUTAN

Hal apakah yang terpikir olehmu? Mengapa es puter di dalam gerobak tetap dingin walaupun sudah berkeliling dalam waktu lama? Apakah si penjual membawa kulkasnya? Lalu bagaimana menjaga agar es putarnya tetap membeku? Atau mengapa pada saat memasak sayuran, garam selalu ditambahkan setelah air mendidih? Es putar adalah es krim untuk masyarakat kelas bawah selain rasanya yang enak harganya juga cukup murah dan terjangkau. Ada hal yang menarik dari para penjual Es putar ini mereka berkeliling dari satu tempat ke tempat yang lain untuk menjual es mereka tanpa membawa lemari es (kulkas) hanya membawa gerobak mereka yang berisi es batu secukupnya tetapi Es putar atau es tong-tong mereka tidak mencair padahal hampir seharian mereka menjajakan dagangan mereka, mereka hanya menambahkan garam pada Es batu yang mereka bawa untuk menjaga Es putar mereka tidak cepat mencair. Sama halnya dengan proses memasak yang terdapat pada gambar di sebelahnya tersebut. Ketika memasak sayuran, penambahan garam selalu dilakukan setelah air mendidih agar proses memasak tidak memakan waktu yang lama. Berdasarkan kedua fenomena tersebut, maka mari kita perhatikan bagaimana penjelasan ilmiahnya.

Titik beku larutan adalah suhu pada saat tekanan uap cairan sama dengan tekanan uap padatannya atau titik dimana air mulai membeku. Titik beku normal suatu zat adalah suhu pada saat zat meleleh atau membeku pada tekanan 1 atm (keadaan normal). Tekanan luar tidak terlalu berpengaruh pada titik beku. Pada tekanan 760 mmHg, air membeku pada suhu 0 oC.

LIVEWORKSHEETS



Jika suatu zat terlarut ditambahkan pada suatu pelarut murni hingga membentuk larutan maka titik beku pelarut murni akan mengalami penurunan. Hal ini terjadi karena molekul molekul pelarut susah berubah menjadi fase cair karena partikel terlarut menghalangi pergerakan partikel pelarut. Misalnya, titik beku normal air adalah 0 oC. Namun dengan adanya zat terlarut pada suhu 0 oC air belum membeku. Jadi selisih titik beku pelarut (Tfo) dengan titik beku larutan (Tf) disebut penurunan titik beku (ΔTf).

$$\Delta Tf = Tf\ pelarut - Tf\ larutan$$
$$\Delta Tf = Tf^{o} - Tf$$

Menurut Hukum Backman dan Raoult bahwa penurunan titik beku dan kenaikan titik didih berbanding langsung dengan molalitas yang terlarut di dalamnya

$$\Delta Tf = m \times Kf$$

Keterangan :
Tf larutan (Tb) = Titik beku larutan (°C)
Tf pelarut (Tb°) = Titik beku pelarut (°C)
ΔTf = Penurunan titik beku (°C)
m = Molalitas larutan (molal)
Kf = Tetapan penurunan titik beku molal (°C/molal)

Contoh Soal

Dimasukkan 18 g glukosa (Mr = 180) ke dalam 1000 mL air. Massa jenis air = 1 g/mL dan Kf air = 1,86°C/molal. Tentukan titik beku larutan tersebut!

Penyelesaian :

$$\Delta Tf = \frac{gr}{Mr} x \frac{1000}{p} \times Kb$$

$$\Delta Tf = \frac{18}{180} x \frac{1000}{1000} \times 1,86$$

$$\Delta Tf = 0,186$$

$$Tf = 0 - \Delta Tf$$

$$Tf = 0 - 0,186$$

$$Tf = 0,186$$

LIVEWORKSHEETS

BAB IV
KENAIKAN TITIK DIDIH LARUTAN

Suhu pada saat tekanan uap jenuh cairan sama dengan tekanan luarnya (tekanan pada permukaan cairan) disebut dengan titik didih. Jika tekanan uap sama dengan tekanan luar, maka gelembung uap yang terbentuk dalam cairan dapat mendorong diri ke permukaan menuju fase gas. Jika air murni dipanaskan pada tekanan 1 atm (760 mmHg), maka air akan mendidih pada suhu 100oC. Jika pada suhu yang sama dilarutkan gula, maka tekanan uap air akan turun. Jika semakin banyak gula yang dilarutkan, maka makin banyak penurunan tekanan uapnya. Hal ini mengakibatkan larutan gula belum mendidih pada suhu 100oC. Agar larutan gula cepat mendidih, diperlukan suhu yang cukup tinggi, sehingga tekanan uap jenuhnya sama dengan tekanan uap di sekitarnya. Selisih antara titik didih larutan dengan titik didih pelarut murni disebut kenaikan titik didih (ΔTb).

$$\Delta Tb = Tb\ larutan - Tb\ pelarut$$
$$\Delta Tb = Tb - Tb^{\circ}$$

Secara umum semakin banyak zat terlarut yang dilarutkan maka kenaikan titik didih akan semakin besar sehingga persamaan untuk menentukan perubahan titik didih sebanding dengan hasil kali molalitas (m) dengan nilai Kb pelarut.

$$\Delta Tb = m \times Kb$$

Keterangan :
Tb larutan (Tb) = Titik didih larutan (°C)
Tb pelarut (Tb°) = Titik didih pelarut (°C)
ΔTb = Kenaikan titik didih (°C)
m = Molalitas larutan (molal)
Kb = Tetapan kenaikan titik didih molal (°C/molal)

Contoh Soal

Dimasukkan 18 g glukosa (Mr = 180) ke dalam 1000 mL air. Massa jenis air = 1 g/mL dan Kb air = 0,52°C/molal. Tentukan titik didih larutan tersebut!

Penyelesaian :

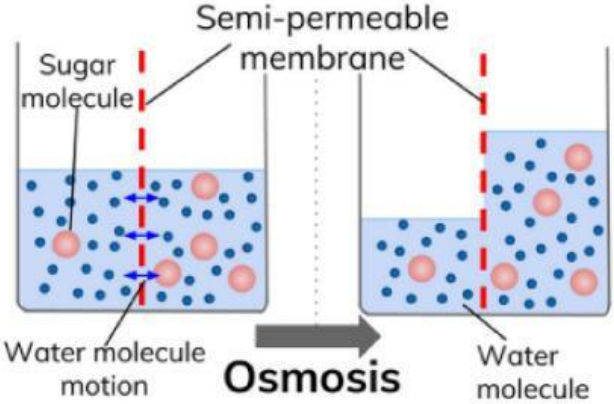
$$\Delta Tb = \frac{gr}{Mr} x \frac{1000}{p} \times Kb$$
$$\Delta Tb = \frac{18}{180} x \frac{1000}{1000} \times 0{,}52$$
$$\Delta Tb = 0{,}052$$
$$Tb = 100 - \Delta Tb$$
$$Tb = 100 - 0{,}052$$
$$Tb = 100{,}052$$

LIVEWORKSHEETS

BAB V
TEKANAN OSMOTIK

Hal apa yang pertama kali terpikirkan oleh kalian? Apa yang akan terjadi jika ikan tersebut dimasukan ke dalam air tawar? Apakah ikan tersebut masih akan tetap hidup? Pertanyaan tersebut akan berkaitan dengan fenomena sifat koligatif tekanan osmotik larutan. Pada pelajaran biologi dijelaskan jika dalam tubuh ikan terjadi peristiwa osmosis agar dapat bertahan hidup. Peristiwa ini akan sangat mempengaruhi proses sirkulasi air dalam tubuh ikan. Perbedaan konsentrasi kadar garam pada air laut dan air tawar akan menyebabkan suatu dampak tertentu pada tubuh ikan. Nah, bagaimana penjelasannya ilmiahnya dalam ilmu kimia? Mari kita bahas materi berikut ini!

Jika dua jenis larutan yang konsentrasinya berbeda dimasukkan ke dalam wadah kemudian kedua larutan itu dipisahkan dengan selaput semipermeabel, apakah yang akan terjadi? Perhatikan ilustrasi berikut!



LIVEWORKSHEETS

Gambar di atas menampilkan dua larutan yang memiliki konsentrasi berbeda dengan dibatasi oleh selaput semipemebel. Larutan di kiri merupakan larutan encar yang memilki tekanan osmotik rendah (hipotonik), sedangkan larutan di kanan merupakan larutan pekat yang umumnya memilki tekanan osmotik yang pekat (hipertonik). Selaput semipermeabel pada gambar hanya dapat dilalui oleh molekul pelarut tetapi tidak dapat dilalui oleh molekul zat terlarut. Molekulmolekul pelarut akan merembes dari larutan encer ke larutan yang lebih pekat. Proses perpindahan molekul pelarut dari larutan encer ke larutan yang lebih pekat atau dari pelarut murni ke suatu larutan melalui selaput semipermeabel disebut peristiwa osmosis. Peristiwa osmosis akan berlangsung hingga dicapai suatu kesetimbangan atau hingga kedua larutan isotonis. Hal ini ditandai dengan berhentinya perubahan volume larutan. Perbedaan volume dua larutan pada kesetimbangan menghasilkan suatu tekanan yang disebut tekanan osmosis. Tekanan osmosis dapat juga diartikan sebagai tekanan yang diberikan untuk mencegah terjadinya peristiwa osmosis.

Menurut Van't Hoff, tekanan osmotik larutan-larutan encer dapat dihitung dengan rumus yang serupa dengan persamaan gas ideal, yaitu:

$$\boxed{\mathbf{PV = nRT} \text{ atau } \boldsymbol{\pi}\mathbf{V = nRT}}$$

dengan mol/Volume menyatakan kemolaran larutan (M) maka persamaan di atas dapat ditulis

$$\pi = \frac{n}{V} RT$$

$$\boxed{\boldsymbol{\pi} = \mathbf{MRT}}$$

Keterangan :

π = Tekanan osmosis (atm)

M = Molaritas (mol/L)

R = Tetapan gas (0,082 atm L/mol K)

T = Suhu (K) n = Mol terlarut (mol)

V = Volume larutan (L atau mL)

Contoh Soal

DBerapa tekanan osmosis larutan urea yang dibuat dengan melarutkan 6 gram urea (Mr = 60) dalam 1000 mL air pada suhu 27 oC?

Penyelesaian :

π = MRT

$$\pi = \frac{gr}{Mr} x \frac{1000}{V(ml)} \text{ x R x T}$$

$$\pi = \frac{6\ gr}{60\ gr/mol} x \frac{1000}{1000} \text{ x 0,082 L . atm/mol.K x 300 K}$$

π = 0,1 M x 0,082 L . atm/mol.K x 300 K

π = 0,1 x 24,6 atm

π = 2,46 atm

LIVEWORKSHEETS