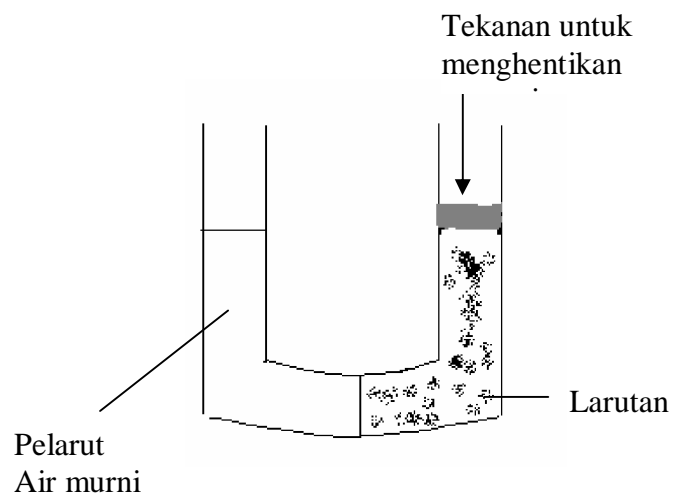




# LARUTAN 2



KIM/ IND - II

**BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM  
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN  
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
JAKARTA  
2004**

## KATA PENGANTAR

Pendidikan Menengah Kejuruan sebagai penyedia tenaga kerja terampil tingkat menengah dituntut harus mampu membekali tamatan dengan kualifikasi keahlian standar serta memiliki sikap dan perilaku yang sesuai dengan tuntutan dunia kerja. Sejalan dengan itu maka dilakukan berbagai perubahan mendasar di dalam penyelenggaraan pendidikan kejuruan. Salah satu perubahan tersebut adalah penerapan Sistem Pendidikan dan Pelatihan Berbasis Kompetensi.

Dalam rangka mengimplementasikan kebijakan tersebut, maka dirancang kurikulum yang didasarkan pada jenis pekerjaan dan uraian pekerjaan yang dilakukan oleh seorang analis dan teknisi kimia di dunia kerja. Berdasarkan hal itu disusun kompetensi yang harus dikuasai dan selanjutnya dijabarkan ke dalam deskripsi program pembelajaran dan materi ajar yang diperlukan yang disusun ke dalam paket-paket pembelajaran berupa modul.

Modul-modul yang disusun untuk tingkat II di SMK program keahlian Kimia Analisis dan Kimia Industri berjumlah empat belas modul yang semuanya merupakan paket materi ajar yang harus dikuasai peserta didik untuk memperoleh sertifikat sebagai **Pengelola Laboratorium**. Judul-judul modul dapat dilihat pada peta bahan ajar yang dilampirkan pada setiap modul.

BANDUNG, DESEMBER 2003

TIM KONSULTAN KIMIA

FPTK UPI

## DAFTAR ISI MODUL

halaman

|   |    |
|---|----|
| HALAMAN DEPAN (COVER1)                  |    |
| HALAMAN DALAM (COVER 2)                 |    |
| KATA PENGANTAR .....                    | i  |
| DAFTAR ISI .....                        | ii |
| PETA KEDUDUKAN MODUL .....              | iv |
| PERISTILAHAN/GLOSARIUM.....             |    |
|   |    |
| I. PENDAHULUAN                          |    |
| A. Deskripsi .....                      | 1  |
| B. Prasyarat .....                      | 1  |
| C. Petunjuk Penggunaan Modul .....      | 1  |
| D. Tujuan Akhir .....                   | 2  |
| E. Kompetensi .....                     | 3  |
| F. Cek Kemampuan .....                  | 3  |
|   |    |
| II. PEMBELAJARAN                        |    |
| A. Rencana Belajar Siswa .....          | 5  |
| B. Kegiatan Belajar                     |    |
| 1. Kegiatan Belajar 1                   |    |
| a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 1.....  | 5  |
| b. Uraian Materi 1 .....                | 6  |
| c. Rangkuman 1 .....                    | 14 |
| d. Tugas 1 .....                        | 15 |
| e. Tes Formatif 1 .....                 | 21 |
| f. Kunci Jawaban Formatif 1 .....       | 23 |
| g. Lembar Kerja 1 .....                 | 15 |
| 2. Kegiatan Belajar 2                   |    |
| a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 2 ..... | 24 |
| b. Uraian Materi 2 .....                | 24 |
| c. Rangkuman 2 .....                    | 31 |

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| d. Tugas 2 .....                  | 32 |
| e. Tes Formatif 2 .....           | 32 |
| f. Kunci Jawaban Formatif 2 ..... | 33 |
| g. Lembar Kerja 2 .....           | 35 |
| <br>                              |    |
| III EVALUASI .....                | 43 |
| Kunci Jawaban.....                | 44 |
| <br>                              |    |
| IV PENUTUP .....                  | 66 |
| <br>                              |    |
| DAFTAR PUSTAKA .....              | 67 |

## I. PENDAHULUAN

### A. Deskripsi

Modul Larutan 2 ini berisi tentang sifat-sifat koligatif larutan yang meliputi penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, penurunan titik beku dan tekanan osmosis, Derajat kea-saman(pH), Derajat ionisasi dan konstanta keseimbangan asam /basa, Hidrolisis garam, Larutan penyangga, Kelarutan dan hasil kali kelarutan.

Pada modul larutan 1 anda telah mempelajari tentang konsep larutan, satuan konsentrasi , larutan elektrolit dan larutan non elektrolit. Pada modul ini anda diajak untuk mampu mengintegrasikan (memadukan ) konsep yang sudah dikuasai dan konsep yang akan dikembangkan (sifat koligatif larutan, hidrolisis , larutan penyangga).

### B. Prasyarat

Untuk memahami modul ini, anda harus sudah menguasai materi sebelumnya yang dibahas dalam modul Larutan 1, Modul Asam-Basa, Stoikiometri, dan keselamatan kerja.

### C. Petunjuk Penggunaan Modul

Modul ini dirancang sebagai bahan untuk melangsungkan pembelajaran maupun kerja mandiri. Untuk meningkatkan proses dan hasil belajar, maka pada bagian ini diberikan panduan belajar bagi siswa dan panduan mengajar bagi guru.

#### 1. Penjelasan Bagi siswa

- a. Bacalah dengan cepat keseluruhan modul ini (*skimming*)
- b. Buatlah diagram yang berisikan materi utama yang dibicarakan dalam modul ini berikut aktifitas yang diminta. Beri kotak segi empat untuk setiap materi/konsep utama yang dibicarakan. Tiap kotak diberi nomor urut untuk memudahkan penelusuran isi konsepnya.

- c. Siapkan kertas kosong HVS berukuran 10 x 10 cm (lebih baik lagi kertas lipat berwarna yang banyak dijual di toko buku). Tuliskan nomor dan makna atau isi konsep sesuai yang tercantum dalam diagram.
- d. Pahami isi masing-masing konsep yang tertera pada diagram
- e. Diskusikan dengan guru dan teman-teman tentang konsep-konsep yang belum anda pahami hingga mendapat kejelasan
- f. Lakukan percobaan-percobaan yang ada untuk lebih membantu anda dalam penguasaan konsep.
- g. Jawablah semua soal-soal yang menguji penguasaan konsep, kemudian periksa hasilnya dengan kunci jawaban yang disediakan. Pelajari kembali apabila penguasaan kurang dari 80%. Ingat ! Kunci jawaban hanya di gunakan setelah anda mengerjakan soal, dan hanya digunakan untuk mengetahui pemahaman nyata anda.

## **2. Peran Guru**

- a. Sebelum pembelajaran dengan modul ini dilangsungkan, terlebih dahulu dipersiapkan OHT (*Overhead Transparencies*) yang memuat struktur materi/konsep utama dalam bentuk diagram. Transparansikan materi-materi pokok yang akan dipelajari dalam modul ini.
- b. Tugaskan pada kelompok siswa untuk menelaah materi yang ada pada setiap kegiatan belajar.
- c. Diskusikan kesulitan siswa setiap tahapan pembelajaran.
- d. Bimbinglah siswa untuk melakukan praktek
- e. Evaluasi kemampuan siswa dalam aspek kognitif, psikomotor, dan afektif yang dinyatakan dalam modul. Bagi siswa yang belum mencapai penguasaan minimal 80% disuruh untuk mempelajari kembali secara mandiri di rumahnya. Penilaian psikomotor dan afektif hendaknya menggunakan lembar observasi dan digunakan untuk mengobservasi siswa pada waktu praktikum dan diskusi.

## **D. Tujuan Akhir**

Siswa dapat menerapkan dasar-dasar operasi teknik.

### Tujuan Antara

#### a. Kegiatan Belajar 1:

Siswa dapat menerapkan konsep:

1. Sifat koligatif larutan
2. Derajat keasaman (pH)
3. Derajat ionisasi dan konstanta keseimbangan asam/basa

#### b. Kegiatan belajar 2

Siswa dapat menerapkan konsep:

1. Hidrolisis garam
2. Larutan penyangga
3. Kelarutan dan hasil kali kelarutan

### E. Kompetensi

| SUB KOMPETENSI                                     | KRITERIA UNJUK KERJA   | MATERI POKOK PEMBELAJARAN  |   |  |
|--|--|--|---|--|
|  |  | SIKAP  | PENGETAHUAN   | KETERAMPILAN   |
| 1  | 2  | 4  | 5   | 6  |
| Mengenal dan menerapkan dasar-dasar operasi teknik | Dasar-dasar operasi teknik ditentukan dengan konsep-konsep kimia | Cermat , teliti, dan objektif dalam mengamati serta mengukur pH<br><br>Hati-hati dan efisien dalam menggunakan bahan | Derajat kea-saman (pH)<br><br>Derajat ionisasi dan konstanta keseimbangan asam /basa<br><br>Hidrolisis garam<br><br>Larutan penyangga<br><br>Kelarutan dan hasil kali kelarutan | Membaca skala pH meter<br><br>Mengukur derajat keasaman suatu Senyawa<br><br>Menghitung derajat ionisasi<br><br>Mengamati perubahan warna indkator dan terjadinya hidrolisis dengan indra penciuman<br><br>Menghitung pH larutan |

### F. Cek Kemampuan

Berikut ini merupakan lembar pengecekan kemampuan anda terhadap isi materi yang akan dicapai pada modul. Lembar isian tersebut harus dipandang sebagai alat evaluasi diri, oleh karena itu harus diisi dengan sejujurnya, dan apabila sebagian

besar pertanyaan sudah anda kuasai, maka anda dapat mengerjakan soal atau minta pengujian praktek pada guru.

Berikan tanda cek (V) pada tingkat penguasaan sesuai yang anda

| No. | Aspek yang harus dikuasai                               | Tingkat Penguasaan |        |        |
|-----|---|--------------------|--------|--------|
|     |   | Baik               | Sedang | Kurang |
| 1   | Pemahaman anda tentang sifat-sifat koligatif larutan    |                    |        |        |
| 2   | Pemahaman anda tentang derajat keasaman(pH)             |                    |        |        |
| 3   | Pemahaman anda tentang teori asam basa Bronsted – Lowry |                    |        |        |
| 4   | Pemahaman anda tentang kesetimbangan larutan asam basa  |                    |        |        |
| 5   | Pemahaman anda tentang hidrolisis                       |                    |        |        |
| 6   | Pemahaman anda tentang larutan penyangga                |                    |        |        |
| 7   | Pemahaman anda tentang kelarutan suatu zat              |                    |        |        |
| 8.  | Pemahaman anda tentang hasil kali kelarutan             |                    |        |        |



## II. PEMBELAJARAN

### A. Rencana Belajar Siswa

Tabel berikut merupakan rambu-rambu rencana pembelajaran dengan menggunakan Modul ini. Rambu-rambu ini bersifat fleksibel dan dapat dimodifikasi sesuai dengan kondisi sekolah.

| Jenis Kegiatan                             | Tanggal | Waktu  | Tempat Belajar | Perubahan dan Alasan | Tanda tangan Guru |
|--|---------|--------|----------------|----------------------|-------------------|
| KBM-1<br>• Sifat koligatif larutan         |         | 10 jam | Lab/kelas      |                      |                   |
| Derajat keasaman(pH)                       |         | 6 jam  | Lab/kelas      |                      |                   |
| Derajat ionisasi & kesetimbangan asam basa |         | 8 jam  | Lab/kelas      |                      |                   |
| Hidrolisis                                 |         | 10     | Lab/kelas      |                      |                   |
| Larutan penyangga                          |         | 10     | Lab/kelas      |                      |                   |
| Hasil Kali kelarutan                       |         | 16     | Lab/kelas      |                      |                   |

### B.Kegiatan Belajar 1

#### 1. Kegiatan belajar 1

##### a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

- 1) Menerapkan konsep sifat koligatif larutan dapat dicapai melalui lembar informasi dan percobaan
- 2) Menerapkan konsep derajat keasaman (pH) dapat dicapai melalui lembar informasi dan percobaan

- 3) Menerapkan konsep derajat ionisasi dan konstanta kesetimbangan asam/ basa dapat dicapai melalui lembar informasi dan percobaan

## b. Uraian Materi 1

### Penurunan Tekanan Uap

Beberapa sifat larutan yang penting yang hanya tergantung pada jumlah partikel zat terlarut dan tidak tergantung pada jenis zat terlarut disebut sifat koligatif larutan. Sifat-sifat tersebut yaitu Penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, penurunan titik beku dan tekanan osmosis.

Jika zat terlarut yang tidak mudah menguap ditambahkan ke dalam suatu pelarut, maka tekanan uap larutan tersebut akan berkurang dibandingkan tekanan uap pelarut murninya. Hal ini disebabkan karena partikel-partikel zat terlarut yang tidak mudah menguap menghalangi gerakan-gerakan partikel-partikel pelarut untuk menguap, sehingga uap yang dihasilkan akan berkurang. Hubungan antara tekanan uap larutan dan tekanan uap pelarut tergantung pada konsentrasi zat terlarut dalam larutan. Hubungan ini dinyatakan oleh **Hukum Rault** yang menyatakan bahwa tekanan parsial pelarut di atas larutan,  $p_1$  diberikan oleh tekanan uap pelarut murni,  $p_1^0$  dikalikan fraksi mol pelarut dalam larutan  $X_1$ , dalam bentuk hubungan matematika dapat ditulis :

$$P_1 = X_1 \cdot P_1^0$$

Dalam larutan yang mengandung hanya 1 macam zat terlarut,  $X_1 = 1 - X_2$ ,  $X_2$  merupakan fraksi mol zat terlarut

$$\Delta P = X_2 \cdot P_1^0$$

Dapat dilihat bahwa pengurangan tekanan uap  $\Delta P$ , berbanding lurus dengan konsentrasi zat terlarut yang ada.

Jika zat terlarut yang ditambahkan ke dalam pelarut adalah zat yang mudah menguap, maka tekanan uap larutan adalah jumlah dari tekanan parsial tiap-tiap zat. Hukum Rault untuk zat A adalah:  $P_A = X_A \cdot P_A^0$  dan untuk zat B adalah :  $P_B = X_B \cdot P_B^0$  maka tekanan total uap larutan diungkapkan oleh hukum Dalton tentang tekanan parsial yaitu :

$$P_A = P_A \cdot P_B$$

### Kenaikan Titik Didih dan Penurunan Titik Beku

Suatu zat terlarut yang tidak mudah menguap akan menurunkan tekanan uap suatu larutan . Fenomena ini juga mempengaruhi sifat fisik lainnya , yaitu titik beku dan titik didih.

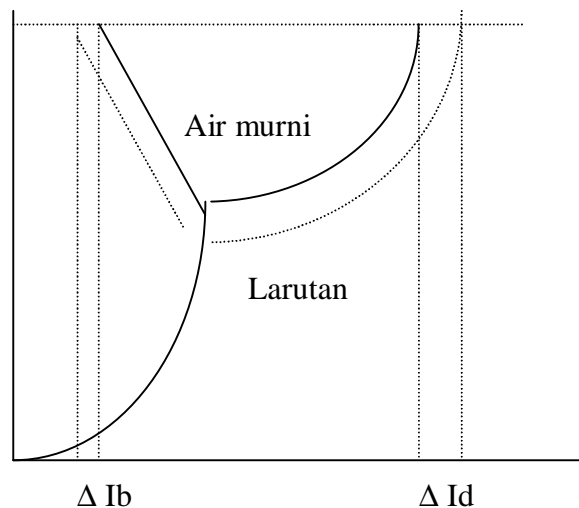


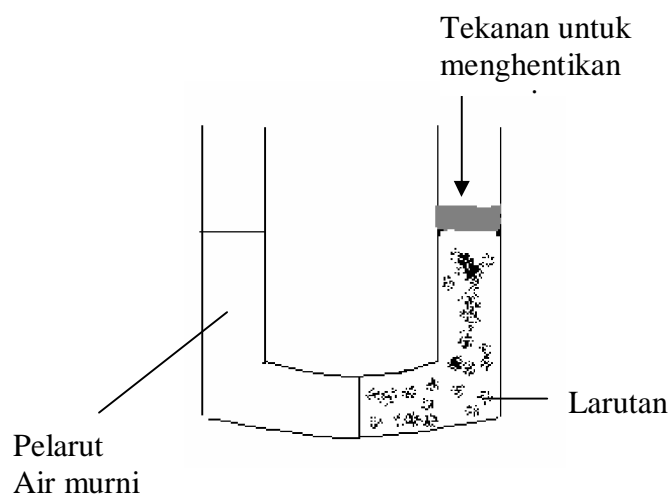
Diagram di atas diperlukan untuk membaca titik didih normal dan titik beku normal. Titik didih normal adalah, suhu pada saat tekanan uap cairan sama dengan 1 atm. Dari diagram dapat terlihat bahwa pada temperatur tertentu tekanan uap larutan lebih rendah dari tekanan uap pelarut murni, sehingga tekanan uap larutan akan mencapai 1 atmosfer pada temperatur lebih tinggi. Dengan kata lain titik didih suatu larutan lebih tinggi daripada titik didih pelarut murninya. Besarnya kenaikan titik didih ditunjukkan dengan lambang  $\Delta T_d$  yang kita sebut dengan kenaikan titik didih.

Dari digram/grafik di atas terlihat pula bahwa larutan memiliki sebuah titik triple pada titik potong (pertemuan)kurva tekana uap larutan dan tekanan uap pelarut murni (garis kontinu). Umumnya partikel zat terlarut tidak akan membeku pada saat pelarut murninya membeku, sehingga larutan dapat membeku pada temperatur yang lebih rendah daripada titik beku pelarut murninya. Hal tersebut dikenal dengan

penurunan titik beku. Dan dalam kurva di atas, penurunan titik beku dilambangkan dengan :  $\Delta T_b$

### Tekanan Osmotik

Fenomena tekanan osmotik diperlihatkan oleh gambar di bawah ini



Bagian ruangan kiri selaput semi permeabel mengandung pelarut air murni , dan pada ruang kanannya adalah larutannya. Pada mulanya permukaan cairan dalam kedua tabung adalah sama. Setelah beberapa saat lamanya , permukaan cairan dalam tabung kanan mulai naik dan ini berlangsung terus sampai kesetimbangan tercapai . Hal ini terjadi karena molekul-molekul air berpindah melalui selaput semi permeabel ke dalam larutan. Peristiwa perpindahan molekul-molekul pelarut melalui selaput semi permeabel dari pelarut murni atau dari larutan encer kepada larutan yang lebih pekat disebut osmosis. Perpindahan molekul-molekul pelarut ke dalam larutan atau dari larutan encer kepada larutan yang lebih pekat sebenarnya dapat dihentikan dengan cara memberikan tekanan pada bagian ruang sebelah kanan . Besarnya tekanan yang dibutuhkan untuk menghentikan proses osmosis disebut tekanan osmosis( $\pi$ ).

Terjadinya proses air secara spontan dari pelarut ke dalam larutan dikarenakan tekanan uap air murni lebih tinggi dibandingkan tekanan uap larutan.

Walaupun osmosis merupakan suatu proses yang umum, tapi relatif sedikit yang tahu mengenai bagaimana selaput semi permeabel menghentikan molekul-molekul yang lewat. Selaput semi permeabel memiliki pori-pori yang cukup kecil untuk tidak membiarkan molekul-molekul melewatinya.

Besarnya tekanan osmotik diberikan oleh persamaan:

$$\pi = MRT$$

M adalah molaritas larutan, R adalah konstanta gas ( $0,00821 \text{ l.atm.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$ ) dan T adalah suhu mutlak.

Tekanan osmotik,  $\pi$ , dinyatakan dalam atmosfer. Dari penjelasan di atas, kenaikan titik didih, penurunan titik beku dan tekanan osmotik semuanya berbanding lurus dengan konsentrasi larutan. Maka sifat-sifat koligatif hanya tergantung pada jumlah zat terlarut dalam larutan. Jika dua larutan memiliki konsentrasi yang tidak sama, larutan yang lebih pekat disebut sebagai larutan yang hipertonic dan larutan yang lebih encer disebut hipotonik.

Seperti yang sudah dibahas pada larutan elektrolit/non elektrolit, bahwa ion yang tersolvasi disebut ion bebas. Pada konsentrasi yang tinggi, kation dan anion memiliki bulatan hidrasi yang lebih sempurna dan cenderung bergabung satu sama lain membentuk pasangan ion. Suatu pasangan ion terdiri atas sebuah kation dan sebuah anion yang terikat rapat oleh gaya tarik elektrostatik. Keberadaan pasangan ion dalam larutan menurunkan daya hantar listrik. Karena kation dan anion dalam suatu pasangan ion netral tidak dapat bergerak bebas, sehingga tidak terjadi migrasi dalam larutan. Elektrolit –elektrolit yang banyak mengandung muatan ion seperti  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{CO}_3^{-2}$  dan  $\text{PO}_4^{-3}$  memiliki suatu kecenderungan untuk membentuk pasangan ion daripada garam, seperti NaCl atau  $\text{KNO}_3$ .

Disosiasi elektrolit menjadi ion-ion akan mendukung sifat-sifat koligatif larutan yang ditentukan oleh jumlah partikel yang ada. Sebagai contoh, penurunan titik beku, penurunan titik beku dari 0,1 m larutan NaCl adalah dua kali lebih besar daripada penurunan titik beku larutan non elektrolit dengan konsentrasi yang sama.

Hal yang sama terjadi pada kenaikan titik didih dan tekanan osmotik.

Sehingga diperoleh persamaan :

$$\Delta T_d = i \cdot K_d \cdot m$$

$$\Delta T_b = i \cdot K_b \cdot m$$

$$\pi = i M R T$$

$i$  merupakan faktor Van't Hoff yang didefinisikan sebagai :

$i = \frac{\text{jumlah partikel sebenarnya setelah disosiasi}}{\text{jumlah satuan rumus mula-mula yang terlarut dalam larutan}}$

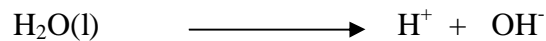
Maka,  $i$  haruslah satu(1) untuk semua non elektrolit. Sedangkan untuk elektrolit kuat seperti NaCl dan KNO<sub>3</sub> harga  $i$  haruslah 2 dan untuk elektrolit kuat seperti Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan MgCl<sub>2</sub> maka harga  $i$  haruslah 3.

## Derajat Keasaman

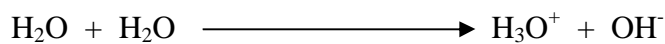
### a. Ionisasi air

Air adalah pelarut yang unik. Salah satu sifatnya yang khusus adalah kemampuan untuk bertindak sebagai asam dan bertindak sebagai basa. Fungsi air sebagai asam apabila air direaksikan dengan suatu basa seperti NH<sub>3</sub>, dan fungsi air sebagai basa apabila direaksikan dengan suatu asam seperti HCl dan CH<sub>3</sub>COOH.

Pada kenyataannya air sendiri mengalami ionisasi pada skala kecil



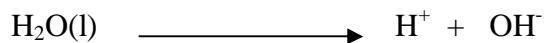
Reaksi ini disebut sebagai reaksi autoionisasi dari air. Untuk menggambarkan sifat asam basa air, akan lebih sesuai jika dipakai prinsip asam basa Bronsted-Lowry



Asam 1    basa 2

asam 2    basa 1

Dalam mempelajari reaksi asam basa dalam larutan air, yang terpenting adalah kuantitas ion hidrogen. Walaupun air mengalami autoionisasi, air sendiri termasuk elektrolit lemah. Oleh karena itu air berfungsi sebagai penghantar yang lemah pada reaksi di atas.



Dari reaksi di atas, maka harga K<sub>c</sub> adalah

$$K_c = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}$$



Karena hanya sebagian >kecil molekul air yang mengalami ionisasi, maka konsentrasi air  $[\text{H}_2\text{O}]$  relatif tetap sehingga:

$$K_c [\text{H}_2\text{O}] = [\text{H}^+] [\text{OH}^-]$$

$$K_w = [\text{H}^+] [\text{OH}^-]$$

Dalam air murni pada 25 °C  $[\text{H}^+]$  dan  $[\text{OH}^-]$  yaitu  $10^{-7}$ , maka persamaan di atas dapat ditulis:

$$\begin{aligned} K_w &= 10^{-7} \times 10^{-7} \\ &= 10^{-14} \end{aligned}$$

Jika  $[\text{OH}^-] = [\text{H}^+]$ , maka larutan dikatakan netral. Pada larutan asam terdapat kelebihan ion  $\text{H}^+$  atau  $[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$ , dalam basa terdapat kelebihan ion  $\text{OH}^-$  atau  $[\text{OH}^-] > [\text{H}^+]$

## b. Konsep pH

Seperti dikemukakan di atas, bahwa dalam larutan asam  $[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$  larutan basa mempunyai  $[\text{OH}^-] > [\text{H}^+]$  dan dalam larutan netral  $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$ .

Apabila ion  $\text{H}^+$  dalam larutan menunjukkan keasaman, maka untuk larutan pekat sudah jelas banyaknya  $[\text{H}^+]$ . Akan tetapi untuk larutan-larutan yang encer, maka besarnya konsentrasi ion  $\text{H}^+$  sangat rendah. Oleh karena itu untuk menyatakan keasaman larutan encer dipakai skala pH.

pH merupakan singkatan dari potensial hidrogen, yang merupakan petunjuk derajat keasman dari larutan. Didefinisikan oleh Sorenson pada tahun 1909 bahwa :

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+], \text{ dan}$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

dan hasil kali  $[\text{H}^+]$  dengan  $[\text{OH}^-]$  merupakan harga dari konstanta kestimbangan air

$$K_w = [\text{OH}^-] [\text{H}^+]$$

Apabila persamaan atas dilog-kan, maka diperoleh

$$-\log K_w = (-\log [\text{H}^+]) + (-\log [\text{OH}^-])$$

maka dapat disederhanakan menjadi :

$$\text{p}K_w = \text{pH} + \text{pOH}$$

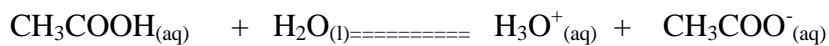
Karena harga  $K_w 10^{-14}$ ,  $pK_w = 14$  maka,

$$14 = pOH + pH$$

Sehingga untuk  $pH = 14 - pOH$ , dan untuk  $pOH = 14 - pH$

### c. Konstanta Kesetimbangan asam dan basa dalam air

Pada ionisasi asam kuat, asam yang dilarutkan dalam air terionisasi membentuk ion-ionnya secara sempurna sehingga tidak dapat dituliskan dengan hukum kesetimbangan. Lain halnya pada asam asetat yang apabila direaksikan dengan air akan membentuk suatu kesetimbangan, sehingga reaksi asam asetat dalam air dapat dituliskan dengan hukum kesetimbangan. Reaksi asam asetat dalam air yaitu :



Maka :

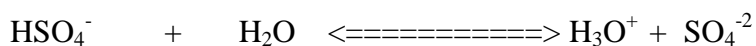
$$K_c = \frac{[H_3O^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH][H_2O]}$$

Karena  $[H_2O]$  dalam larutan adalah konstan, maka  $[H_2O]$  dapat disatukan dengan  $K_c$  sehingga menghasilkan konstanta baru yaitu  $K_a$ .  $K_a$  adalah konstanta ionisasi atau konstanta disosiasi pada asam, jadi :

$$K_c [H_2O] = \frac{[H_3O^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

$$K_a = \frac{[H_3O^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

Untuk reaksi ionisasi Bisulfat dengan air :

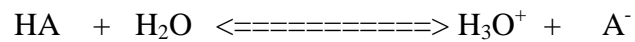




Maka,

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{HSO}_4^-]}$$

Dari kedua contoh di atas, maka dapat dibuat suatu generalisasi untuk ionisasi asam dalam air,



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

Serupa dengan reaksi ionisasi asam dalam air, maka suatu basa apabila direaksikan dengan air akan terjadi pula ionisasi atau disosiasi menghasilkan ion-ionnya. Sebagai contoh amoniak,  $\text{NH}_3$ , dalam air akan terurai/ terionisasi menjadi :



maka harga  $K_c$  menjadi :

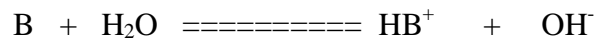
$$K_c = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}]}$$

Apabila diubah, maka:

$$K_c [\text{H}_2\text{O}] = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

$K_b$  adalah konstanta ionisasi atau konstanta disosiasi pada basa. Reaksi umum untuk menyatakan harga  $K_b$  pada basa adalah :



dan

$$K_b = \frac{[HB^+][OH^-]}{[B]}$$

d. Hubungan antara  $K_a$  dan  $K_b$  pada asam basa konjugasi

Sangat sederhana untuk menuliskan hubungan antara nilai  $K_a$  dan  $K_b$  untuk reaksi asam basa konjugasi yaitu :

$$K_a \times K_b = K_w$$

Hal ini bisa dilihat jika mengubah  $NH_4^+$  menjadi  $NH_3$ . Pada ion amonium terdapat hubungan  $K_a$  yaitu

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

Sehingga hasil  $K_a$  dan  $K_b$  adalah :

$$K_a \times K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} \times \frac{[H^+][NH_3]}{[NH_4^+]}$$

$$K_a \times K_b = K_w$$

### c. Rangkuman 1

Hukum Rault menyatakan bahwa tekanan parsial pelarut di atas larutan,  $p_1$  diberikan oleh tekanan uap pelarut murni,  $p_1^0$  dikalikan fraksi mol pelarut dalam larutan  $X_1$ , dalam bentuk hubungan matematika dapat ditulis :

$$P_1 = X_1 \cdot P_1^0$$

Titik didih suatu larutan lebih tinggi daripada titik didih pelarut murninya. Larutan membeku pada temperatur lebih rendah daripada titik beku pelarut murninya. Besarnya kenaikan titik didih ditunjukkan dengan lambang  $\Delta T_d$  yang kita sebut dengan kenaikan titik didih.

$$\Delta T_d = m K_d$$

. Besarnya penurunan titik beku dilambangkan dengan :  $\Delta T_b$

$$\Delta T_b = m K_b$$

Sedangkan besarnya tekanan osmotik diberikan oleh persamaan:

$$\pi = MRT$$

M adalah molaritas larutan, R adalah konstanta gas ( $0,00821 \text{ l.atm.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$ ) dan T adalah suhu mutlak.

Derajat keasaman larutan (pH) dirumuskan sebagai

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+], \text{ dan}$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

#### **d. Tugas 1**

Carilah contoh-contoh peristiwa osmosis dalam kehidupan sehari-hari

#### **e. Lembar Kerja 1**

Lembar kerja ini merupakan kegiatan praktikum, sebagai sarana bagi anda untuk lebih menguasai bahan bacaan pada lembar informasi . Tentunya praktek anda akan lebih bermakna apabila bacaan diatas dikaji dengan baik. Selain itu ketelitian dan keakuratan dalam praktek harus lebih dikembangkan karena pada dasarnya anda sudah sering melakukan kegiatan praktikum

Tujuan percobaan:

1. Untuk membuktikan adanya pengaruh partikel zat terlarut terhadap titik beku larutan
2. Untuk membuktikan adanya pengaruh partikel zat terlarut terhadap titik didih larutan

- Untuk membuktikan adanya hubungan partikel zat terlarut terhadap tekanan osmosa larutan

#### Alat dan Bahan

| NO | Nama alat/bahan | Ukuran | Jumlah |
|----|-----------------|--------|--------|
| 1  | Gelas kimia     | 250    | 1      |
| 2  | Gelas kimia     | 100    | 1      |
| 3  | Bunsen          | Biasa  | 1      |
| 4  | Statif dan klem |        | 1      |
| 5  | Kertas selofan  |        |        |
| 6  | Kassa           |        | 1      |

### Pengaruh partikel zat terlarut terhadap titik beku larutan

#### Langkah kerja

- Masukan bongkahan es yang telah dihancurkan menjadi butiran ke dalam gelas kimia 250 mL hingga dicapai setengah volume gelas tersebut
- Selanjutnya ukur suhu es tersebut dengan termometer hingga suhunya konstan
- Ke dalam gelas kimia berisi es tadi tambahkan 6 gram garam, catat suhu larutan
- Ulangi langkah kerja di atas dengan menambahkan 12 gram garam, 10 gram gula dan 20 gram gula

#### Data Pengamatan

| No | Suhu pada keadaan awal                     | Suhu setelah perlakuan                             |
|----|--|--|
| 1  | Air es = ..... °C                          | Air es setelah dilarutkan 6 gram garam = ..... °C  |
| 2  | Pengulangan percobaan<br>Air es = ..... °C | Air es setelah dilarutkan 12 gram garam = ..... °C |
| 3  | Pengulangan percobaan<br>Air es = ..... °C | Air es setelah dilarutkan 10 gram gula = ..... °C  |
| 4  | Pengulangan percobaan<br>Air es = ..... °C | Air es setelah dilarutkan 20 gram gula = ..... °C  |

Pertanyaan :

1. Bagaimana pengaruh penambahan gula/garam terhadap titik beku air es?
2. Bandingkan perbedaan perubahan titik beku es ketika dilarutkan gula dan ketika dilarutkan garam. Mengapa bisa terjadi perbedaan
3. Tentukan harga  $\Delta T_b$  secara teori, dengan menggunakan rumus  $\Delta T_b = m \cdot K_b$  bandingkan dengan hasil percobaan

### Pengaruh Partikel zat terhadap titik didih larutan

#### Langkah kerja

1. Mengisi gelas kimia 100 mL dengan air sampai setengah volum
2. Panaskan hingga mendidih/ catat suhunya
3. Ke dalam gelas kimia di atas masukan 10 gram gula, catat titik didihnya
4. Ulangi percobaan di atas dengan 3 gram garam dapur

| No | Suhu pada keadaan awal                              | Suhu setelah perlakuan                                     |
|----|---|--|
| 1  | Titik didih air = ..... °C                          | Titik didih air setelah dilarutkan 10 gram gula = ..... °C |
| 2  | Pengulangan percobaan<br>Titik didih air = ..... °C | Titik didih air setelah dilarutkan 3 gram garam = ..... °C |

Pertanyaan

1. Bagaimana pengaruh penambahan gula/garam terhadap titik didih air?
2. Bandingkan titik didih air ketika dilarutkan gula, dan ketika dilarutkan garam!
3. Mengapa penambahan gula dilakukan dalam jumlah yang lebih banyak?

### Tekanan Osmotik Larutan

#### Langkah kerja

1. Mengisi corong tistel dengan sirup, sehingga kalau dibalikkan tinggi larutan pada corong tistel 2-4 cm
2. Gunakan kertas seofan untuk menutup mulut corong tistel, Iat kuat menggunakan karet gelang

- Balikan corong titel ke dalam gelas kimia yang berisi air , beri tanda batas tinggi larutan pada corong tistel

### Pengamatan

| No | keadaan awal                            | Keadaansetelah perlakuan                             |
|----|---|--|
| 1  | Tinggi larutan pada corong tistel=..... | Tinggi larutan setelah corong tistel dibalikan=..... |

### Pertanyaan

- . Apa yang menyebabkan perbedaan tinggi larutan pada corong tistel setelah dibalikan
- Adakah larutan gula yang pindah dari pipa tistel ke dalam gelas kimia
- Apa fungsi kertas selofan?

### Derajat Keasaman (pH)

#### Alat/bahan

|                 |   |
|-----------------|---|
| Pelat tetes     | NaOH 0,1 M  |
| Batang pengaduk | NaOH 0,01 M   |
| HCl 0,01 M      | NaOH 0,001 M  |
| HCl 0,001 M     | NaOH 0,0001 M   |
| HCl 0,0001 M    | Kertas indicator, lakmus merah, biru & kertas indicator universal |
| NaOH 0,1 M      |   |
| Hac 0,1 M       | NH <sub>4</sub> OH ) 0,1 M  |

#### Langkah kerja

- Dengan menggunakan pipet tetes, teteskan zat-zat yang akan diperiksa pH nya
- Celupkan sepotong kecil kertas lakmus biru/merah pada larutan dalam plat tetes
- Amati perubahan warna lakmus biru/merah
- Celupkan sepotong kecil kertas indikator universal

5. Bandingkan perubahan warna indikator pada tiap zat dengan warna standar dan tentukan pHnya
6. Ulangi langkah 5 untuk zat-zat yang belum diketahui pHnya. Tentukan asam atau basa.

| Nama zat                               | Lakmus merah | Lakmus biru | pH indikator |
|--|--------------|-------------|--------------|
| HCl 0,1 M                              |              |             |              |
| HCl 0,01 M                             |              |             |              |
| HCl 0,001 M                            |              |             |              |
| HCl 0,0001 M                           |              |             |              |
| NaOH 0,1 M                             |              |             |              |
| NaOH 0,01 M                            |              |             |              |
| NaOH 0,001 M                           |              |             |              |
| NaOH 0,0001 M                          |              |             |              |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,1 M   |              |             |              |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,01 M  |              |             |              |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,001 M |              |             |              |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,000 M |              |             |              |
| Hac 0,1 M                              |              |             |              |
| NH <sub>4</sub> OH 0,1 M               |              |             |              |

Untuk langkah no 6

| Larutan | PH | Asam | Basa |
|---------|----|------|------|
|         |    |      |      |
|         |    |      |      |
|         |    |      |      |

Pertanyaan

1. Bagaimana perubahan warna lakmus untuk larutan asam?
2. Bagaimana perubahan warna lakmus untuk larutan basa?
3. Berapakah pH larutan asam?
4. Berapakah pH larutan basa?

## Kekuatan Asam Dan Basa

### Tujuan

1. Menyelidiki pengaruh pengenceran terhadap konsentrasi ion  $H^+$  suatu larutan asam
2. Menentukan rumusan tetapan kesetimbangan suatu larutan asam
3. Menentukan kekuatan asam berdasarkan harga tetapan kesetimbangan asamnya
4. Menentukan rumusan tetapan kesetimbangan suatu larutan basa
5. Menentukan kekuatan basa berdasarkan harga tetapan kesetimbangan basanya

### Alat dan Bahan

|                    |                            |       |
|--------------------|----------------------------|-------|
| Rak tabung reaksi  | Larutan HCl                | 0,1 M |
| Pipet tetes        | Larutan $CH_3COOH$         | 0,1 M |
| Gelas ukur 50 mL   | Kertas indikator universal |       |
| Gelas Kimia 100 mL |                            |       |

### Langkah Kerja

1. Ambil 3 buah tabung reaksi, simpan pada rak tabung reaksi
2. Masukkan 5 mL larutan HCl 0,1 M pada tabung 1, lalu ambil 5 mL HCl 0,1 M, encerkan sehingga volume larutan 50 mL dan diperoleh konsentrasi 0,01 M, masukkan 10 mL larutan hasil pengenceran ke tabung 2. Ulangi dengan mengambil HCl 0,01 M dan encerkan sehingga volume larutan menjadi 50 mL. Hitung konsentrasi larutan. Ambil 10 mL larutan tersebut, dan masukkan ke dalam tabung 3
3. Tentukan pH larutan pada masing-masing tabung dengan menggunakan kertas indikator universal
4. Ulangi untuk larutan  $CH_3COOH$  0,1 M

| Nomor tabung | Konsentrasi asam( mol/liter) | PH larutan |            | $[H^+]$ |
|--------------|------------------------------|------------|------------|---------|
|              |                              | HCl        | $CH_3COOH$ |         |
|              |                              |            |            |         |



| Nomor tabung | Konsentrasi asam( mol/liter) | PH larutan |                      | [H <sup>+</sup> ] |
|--------------|------------------------------|------------|----------------------|-------------------|
|              |                              | HCl        | CH <sub>3</sub> COOH |                   |
| 1            |                              |            |                      |                   |
| 2            |                              |            |                      |                   |
| 3            |                              |            |                      |                   |

### Pertanyaan

1. Tuliskan reaksi ionisasi untuk HCl dan CH<sub>3</sub>COOH
2. Tentukan konsentrasi H<sup>+</sup> setiap larutan HCl
3. Jelaskan hubungan pH dengan (H<sup>+</sup>)
4. Bagaimana pengaruh pengenceran terhadap pH larutan HCl
5. Tuliskan reaksi kesetimbangan CH<sub>3</sub>COOH, Hitung konsentrasi H<sup>+</sup>, CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>  
Dan CH<sub>3</sub>COOH dalam larutan CH<sub>3</sub>COOH 0,1 M dan 0,01 M
6. Hitung harga K<sub>a</sub> larutan di atas
7. Berapa % CH<sub>3</sub>COOH yang terurai dalam larutan yang konsentrasinya 0,1 M

### e.Tes formatif 1:

1. Suatu larutan urea dalam air mempunyai penurunan titik beku 0,372°C. Bila K<sub>b</sub> molal air = 1,85°C dan K<sub>d</sub> molal air = 0,52°C maka kenaikan titik didih larutan urea tersebut adalah ....
  - A. 2,60 °C
  - B. 1,04°C
  - C. 0,892°C
  - D. 0,104°C
  - E. 0,026°C
2. Menurut konsep Bronsted-Lowry dalam reaksi NH<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O ⇌ NH<sub>4</sub><sup>+</sup> + OH<sup>-</sup> ....
  - A. air adalah asam karena dapat menerima sebuah proton
  - B. ammonia dalam air adalah pasangan asam basa konjugat
  - C. NH<sub>3</sub> dan NH<sub>4</sub><sup>+</sup> adalah pasangan asam basa konjugat
  - D. NH<sub>3</sub> adalah asam karena memberi sebuah proton
  - E. NH<sub>4</sub><sup>+</sup> dan OH<sup>-</sup> adalah basa kuat

3. Untuk menaikkan titik didih 250 mL air menjadi  $100,1^{\circ}\text{C}$  pada tekanan 1 atm ( $K_b = 0,50$ ) maka jumlah gula ( $M_r = 342$ ) yang harus dilarutkan adalah ....
- 654 gram
  - 171 gram
  - 86 gram
  - 17 gram
  - 342 gram
4. Diantara kelima larutan berikut ini yang mempunyai titik didih paling rendah adalah ....
- $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  0,03 M
  - $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  0,02 M
  - $\text{NaCl}$  0,02 M
  - $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  0,01 M
  - $\text{KAl}(\text{SO}_4)$  0,03 M
5. Campuran yang apabila dilarutkan dalam air menghasilkan larutan buffer adalah ....
- $\text{HNO}_3$  dan  $\text{NaNO}_3$
  - $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  dan  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$
  - $\text{CH}_3\text{COONa}$  dan  $\text{NaOH}$
  - $\text{NH}_3$  dan  $\text{NH}_4\text{Cl}$
6. Senyawa-senyawa nitrogen dapat bersifat asam atau basa. Senyawa nitrogen pada pereaksi yang bersifat asam adalah ....
- $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
  - $\text{NH}_2^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{OH}^-$
  - $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{H}_5^+ + \text{OH}^-$
  - $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$
7. Diketahui reaksi  $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2 + \text{OH}^-$ . Yang merupakan pasangan asam basa konjugasi adalah ....
- $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$  dan  $\text{H}_2\text{O}$
  - $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$  dan  $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$
  - $\text{OH}^-$  dan  $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$
  - $\text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{OH}^-$
8. Berapakah konsentrasi  $\text{H}_3\text{O}^+$  dalam larutan  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  0,05 M ?
- $1 \cdot 10^{-13}$  M
  - $5 \cdot 10^{-10}$  M
  - $1 \cdot 10^{-5}$  M
  - $2 \cdot 10^{-5}$  M
  - $5 \cdot 10^{-2}$  M
9. Pada reaksi kimia :  
 $\text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3\text{COO}^- \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$ . Pasangan asam basa konjugasi menurut teori asam basa Bronsted-Lowry adalah ....
- $\text{H}_2\text{O}$  dengan  $\text{CH}_3\text{COO}^-$
  - $\text{CH}_3\text{COOH}$  dengan  $\text{H}_2\text{O}$
  - $\text{H}_2\text{O}$  dengan  $\text{OH}^-$

- D.  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  dengan  $\text{OH}^-$
- E.  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dengan  $\text{OH}^-$

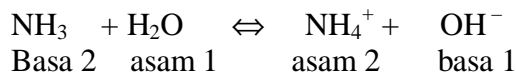
10. Suatu larutan diperoleh dari melarutkan 6 gram urea ( $M_r = 60$ ) dalam 1 liter air. Larutan yang lain diperoleh dari melarutkan 18 gram glukosa ( $M_r = 180$ ) dalam 1 liter air. Pada suhu yang sama tekanan osmosa larutan pertama dibandingkan terhadap larutan kedua ....
- A. sepertiga larutan kedua
  - B. sama seperti larutan kedua
  - C. dua pertiga kali larutan kedua
  - D. empat pertiga larutan kedua
  - E. tiga perdua kali larutan kedua

#### f. Kunci jawaban formatif 1

1. Jawaban : D

$$\begin{aligned} T_b &= K_b \cdot m & \Delta T_d &= K_d \cdot m \\ 0,372 &= 1,85 \cdot m & &= 0,52 \cdot 0,2 \\ m &= 0,2 & &= 0,104 \end{aligned}$$

2. Jawaban : C



3. Jawaban : D

$$\begin{aligned} \Delta T_b &= K_b \cdot m \\ 0,1 &= 0,5 \cdot \frac{g}{342} \cdot \frac{1000}{250} \\ g &= 17 \text{ gram} \end{aligned}$$

4. Jawaban : A

Titik didih paling rendah = (n x konsentrasi) paling kecil

5. Jawaban : C

Larutan buffer adalah larutan yang mengandung asam lemah dengan garamnya (basa konjugasinya) atau mengandung basa lemah dengan garamnya (asam konjugasinya).

$\text{NaH}_2\text{PO}_4$  = asam lemah,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  = basa konjugasinya

$\text{NH}_3$  = basa lemah,  $\text{NH}_4^+$  = asam konjugasinya

6. Jawaban : D

Pada reaksi 1, 2, dan 3 senyawa nitrogen bersifat basa, sebab menerima  $\text{H}^+$  dari  $\text{H}_2\text{O}$

7. Jawaban : C

Pasangan asam – basa konjugasi berbeda satu  $H^+$

8. Jawaban : A

$$[OH^-] = 2 \cdot 0,05 = 0,1 \text{ M}$$

$$[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{10^{-1}} = 10^{-13} \text{ M}$$

9. Jawaban : C

Pasangan asam basa konjugasi harus berbeda hanya satu  $H^+$

10. Jawaban : B

$$\pi \text{ larutan I} = MRT$$

$$= \frac{6}{60} \cdot \frac{1000}{1000} \cdot R.T$$
$$= 0,1 \cdot R. T$$

$$\pi \text{ larutan II} = MRT$$

$$= \frac{18}{180} \cdot \frac{1000}{RT} \cdot R.T$$
$$= 0,1 \cdot R. T$$

## 2. Kegiatan Belajar 2

### a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 2

Setelah mempelajari uraian materi 2 ini diharapkan anda dapat:

- 1) .Menerapkan konsep hidrolisis dapat dicapai melalui lembar informasi dan percobaan
- 2) .Menerapkan konsep larutan penyangga dapat dicapai melalui lembar informasi dan percobaan
- 3.) Menerapkan konsep kelarutan dan hasil kali kelarutan dapat dicapai melalui lembar **informasi dan percobaan**

### b.Uraian Materi 2

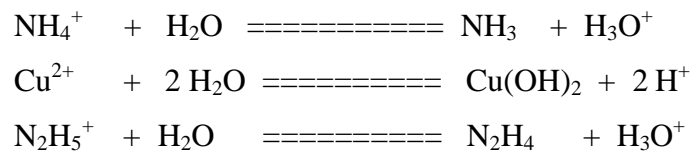
#### Hidrolisis

Garam dihasilkan dari reaksi netralisasi asam basa. Garam dapat dikelompokkan berdasarkan asam dan basa pembentuknya. Ada 4 kelompok garam, yaitu garam yang berasal dari asam dan basa kuat, garam yang berasal dari asam dan basa lemah dan garam yang berasal dari asam lemah dan basa kuat.

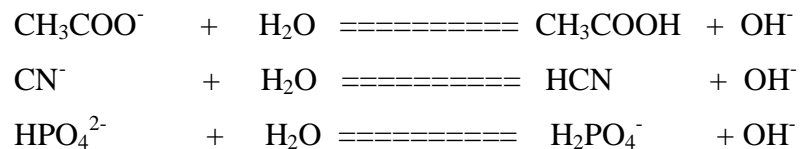
Garam-garam tersusun oleh dua buah ion. Apabila garam ini dilarutkan dalam air, maka garam akan terurai menjadi ion-ionnya. Sehingga ion-ion ini akan

mempengaruhi pH suatu larutan. Pengaruh ion-ion garam dalam larutan terhadap pH disebabkan karena ion-ion tersebut bereaksi dengan air. Reaksi antara kation dan anion dengan air menyebabkan air terurai disebut hidrolisis.

Kation yang mengalami hidrolisis ialah kation logam atau asam konjugasi dari suatu basa molekuler, seperti  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{N}_2\text{H}_5^+$  dan lain-lain. Sebagai contoh reaksi hidrolisis dari:

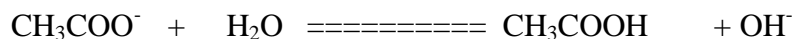


Dari contoh , terlihat bahwa hidrolisis dari kation menghasilkan ion  $\text{H}^+$ . Sedangkan anion yang dapat mengalami reaksi hidrolisis adalah anion-anion yang dihasilkan dari ionisasi asam lemah (basa konjugasi dari asam lemah). Contoh:



Dari contoh terlihat bahwa reaksi anion dengan air menghasilkan ion  $\text{OH}^-$ . Tidak semua anion dan kation dapat menghidrolisis air. Kation dan anion yang berasal dari basa kuat dan sam kuat , tidak mengandung kation atau anion yang dapat menghidrolisis air, sehingga larutannya mempunyai pH netral ,7.

Apabila garam yang berasal dari asam lemah dan basa kuat,seperti  $\text{CH}_3\text{COONa}$  maka anion  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  mengalami hidrolisis dengan menghasilkan ion  $\text{OH}^-$  sehingga  $\text{pH}>7$ . Reaksinya:



Harga K untuk reaksi ini adalah:

$$K = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-] [\text{H}_2\text{O}]}$$

$$K[\text{H}_2\text{O}] = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$$

$K[\text{H}_2\text{O}]$  tetapan untuk reaksi hidrolisis dan disingkat  $K_h$ , sehingga reaksi di atas dapat dituliskan:

$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$$

apabila pembilang dan penyebut dikalikan dengan faktor  $[\text{H}^+]$ , maka akan diperoleh:

$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \times \frac{[\text{H}^+]}{[\text{H}^+]}$$

$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] [\text{OH}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-] [\text{H}^+]}$$

$$K_h = \frac{1 \times K_w}{K_a}$$

Jadi:  $K_h = \frac{K_w}{K_a}$

Dari persamaan ini, jika diketahui harga  $K_a$  dari suatu senyawa, maka konsentrasi ion  $H^+$  dapat dihitung, sehingga pH larutan dapat ditentukan.

$$K_h = \frac{K_w}{K_a}$$

$$-\log K_h = -\log K_w + \log K_a$$

$$pK_h = pK_w - pK_a$$

$$= 14 - pK_a$$

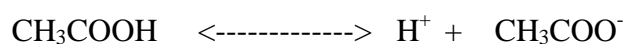
### b. Larutan Penyangga

Terdapat banyak larutan yang jika ditambahkan sedikit asam atau basa tidak mengalami perubahan pH. Larutan yang memiliki sifat demikian merupakan larutan penyangga (buffer).

Karakteristik dari larutan penyangga diperankan oleh larutan yang mengandung asam lemah serta garam yang terbentuk serta garam yang terbentuk dari asam lemah tersebut dengan basa kuat, atau larutan yang mengandung basa lemah dengan garam hasil reaksi asam kuat tersebut dengan basa lemah. Contoh larutan penyangga meliputi:

- larutan  $CH_3COOH$  dan  $CH_3COONa$
- larutan  $NH_3$  dan  $NH_4Cl$
- larutan  $NH_3$  dan  $(NH_4)_2SO_4$

Untuk memahami secara kualitatif kerja dari larutan penyangga, dapat kita amati larutan penyangga yang mengandung 0,1 mol /L natrium asetat dan asam asetat 0,1 mol/L . Natrium asetat tergolong ke dalam elektrolit kuat dan terionisasi sempurna membentuk ion  $Na^+$  dan  $CH_3COO^-$  . Sementara itu asam asetat merupakan asam lemah dan terionisasi sebagian dalam dengan reaksi kesetimbangan berikut:



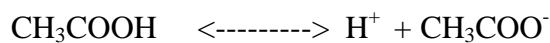
Ion  $CH_3COO^-$  yang ada dalam kesetimbangan berasal dari  $CH_3COOH$  dan  $CH_3COONa$ .

Penambahan ion  $H^+$  ke dalam larutan penyangga di atas akan menyebabkan ion  $CH_3COO^-$

Bereaksi dengan  $H^+$ , tetapi konsentrasi  $H^+$  tidak berubah banyak sehingga perubahan pH

larutan relatif kecil. Sebaliknya jika sejumlah kecil basa ditambahkan ion  $OH^-$  dari basa akan bereaksi dengan  $H^+$  dari larutan penyangga. Reaksi ini menyebabkan menyebabkan kesetimbangan ionisasi asam asetat bergeser ke kanan.  $CH_3COOH$  terurai membentuk  $H^+$  untuk mengganti  $H^+$  yang dipakai menetralkan ion  $OH^-$ . Dengan demikian penambahan basa tidak menambah pH larutan.

Apabila uraian diatas kita tuliskan dalam bentuk reaksi kestimbangan yang ada dalam larutan penyangga maka akan diperoleh:



$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]}$$

$$[H^+] = K_a \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]}$$

Penurunan lebih lanjut dari persamaan ini akan menghasilkan rumus pH untuk larutan penyangga

$$\text{Log } [H^+] = \text{log } K_a + \text{log} \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]}$$

$$-\text{Log } [H^+] = -\text{log } K_a + \text{log} \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]}$$



$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

Secara umum dapat dinyatakan untuk pH larutan penyangga yang terdiri dari asam lemah dan garamnya dari basa kuat sebagai berikut:

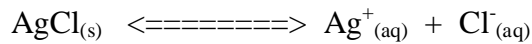
$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{X}^-]}{[\text{HX}]}$$

### c. Kelarutan dan hasil Kali Kelarutan

Suatu zat ternyata memiliki kemampuan melarut yang berbeda, apabila zat tersebut dilarutkan dalam suatu pelarut, sebagai contoh garam, ada yang mudah larut tetapi ada juga yang sukar larut. NaCl merupakan contoh garam yang mudah larut sedangkan AgCl merupakan garam yang sukar larut. Jika kita melarutkan sejumlah tertentu NaCl, maka NaCl akan segera melarut tetapi apabila kita tambahkan terus menerus, akan terdapat suatu kondisi, bahwa penambahan NaCl akan menyebabkan larutan jenuh sehingga NaCl tidak melarut lagi. Pada kasus yang lain, yaitu AgCl ketika dilarutkan dalam air walaupun dalam jumlah kecil zat tersebut tampak tidak larut karena endapannya masih tampak. Kendati demikian sebenarnya ada sejumlah kecil AgCl yang larut dalam air dengan kelarutan sekitar  $1,25 \cdot 10^{-5}$  mol per liter larutan. Dengan kata lain AgCl ini mudah sekali jenuh dalam pelarut air.

Dari contoh diatas jelaslah bahwa ada sejumlah maksimum garam yang dapat larut dalam air. Jumlah maksimum zat terlarut yang dapat larut dalam pelarut murninya disebut kelarutan. Pada kondisi larutan tersebut jenuh, maka akan terdapat kesetimbangan dinamis antara zat zat dalam keadaan padat (tak larut) dan

ion-ion yang larut dalam air. Sebagai contoh pada larutan jenuh  $\text{AgCrO}_4$  terjadi kesetimbangan dinamis berikut ini :



Tetapan kesetimbangan dapat dituliskan sebagai berikut:

$$K_c = \frac{[\text{Ag}^+_{(aq)}] [\text{Cl}^-_{(aq)}]}{[\text{AgCl}_{(p)}]}$$

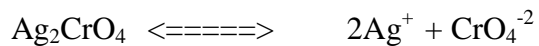
$K_c$   $\text{BaSO}_4$  relatif konstan karena berada pada fase padat sehingga persamaan diatas dapat dituliskan:

$$K_c \cdot [\text{AgCl}_{(p)}] = [\text{Ag}^+_{(aq)}] [\text{Cl}^-_{(aq)}]$$

$$K_{sp} = [\text{Ag}^+_{(aq)}] [\text{Cl}^-_{(aq)}]$$

$K_{sp}$  merupakan tetapan hasil kali kelarutan.

Contoh lain misalnya pada kesetimbangan larutan  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$



$$K_{sp} = [\text{Ag}^+]^2 [\text{CrO}_4^{2-}]$$

Dari dua contoh diatas dapat dinyatakan bahwa tetapan hasil kali kelarutan sama dengan hasil kali konsentrasi ion-ion yang terdapat dalam kesetimbangan dipangkatkan koefisiennya pada persamaan reaksi kesetimbangan.

Tetapan hasil kali kelarutan ( $K_{sp}$ ) bisa dijadikan ukuran bisa melarut atau tidaknya suatu zat.

Apabila hasil kali konsentrasi ion dipangkatkan koefisiennya  $< K_{sp}$  maka tidak terjadi endapan.

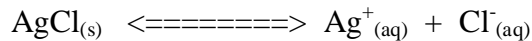
Apabila hasil kali konsentrasi ion dipangkatkan koefisiennya  $= K_{sp}$  maka tidak terjadi

Endapan

Apabila hasil kali konsentrasi ion dipangkatkan koefisiennya  $> K_{sp}$  maka tidak terjadi

endapan.

Berdasarkan fakta yang diperoleh, ternyata ion sejenis memiliki pengaruh terhadap kelarutan zat-zat yang sukar larut. Apabila AgCl dilarutkan ke dalam larutan AgNO<sub>3</sub> Atau NaCl (ion sejenisnya Ag<sup>+</sup> dan Cl<sup>-</sup>) ternyata kelarutan AgCl akan lebih kecil dibandingkan dengan AgCl dalam air murni. Demikian juga pada NaCl, kelarutan NaCl lebih kecil dibandingkan dengan AgCl dalam air murni. Sebagai penjelasan dapat kita lihat kesetimbangan larutan jenuh AgCl.



Apabila pada larutan jenuh di atas kita menambahkan larutan yang mengandung ion klorida maka akan menyebabkan kesetimbangan bergeser kekiri dan membentuk endapan AgCl. Ini berarti jumlah AgCl yang larut menjadi berkurang dan hal ini sesuai dengan azas Le Chatelier.

### c. Rangkuman 2

#### .Hidrolisis

Garam dihasilkan dari reaksi netralisasi asam basa. Garam dapat dikelompokkan berdasarkan asam dan basa pembentuknya. Ada 4 kelompok garam, yaitu garam yang berasal dari asam dan basa kuat, garam yang berasal dari asam dan basa lemah dan garam yang berasal dari asam lemah dan basa kuat.

#### Larutan Penyangga

Terdapat banyak larutan yang jika ditambahkan sedikit asam atau basa tidak mengalami perubahan pH. Larutan yang memiliki sifat demikian merupakan larutan penyangga (buffer).

Tetapan hasil kali kelarutan sama dengan hasil kali konsentrasi ion-ion yang terdapat dalam kestimbangan dipangkatkan koefisiennya pada persamaan reaksi kesetimbangan.

Tetapan hasil kali kelarutan (K<sub>sp</sub>) bisa dijadikan ukuran bisa melarut atau tidaknya suatu zat.

Apabila hasil kali konsentrasi ion dipangkatkan koefisiennya < K<sub>sp</sub> maka tidak terjadi endapan.

Apabila hasil kali konsentrasi ion dipangkatkan koefisiennya = K<sub>sp</sub> maka tidak terjadi Endapan

Apabila hasil kali konsentrasi ion dipangkatkan koefisiennya  $> K_{sp}$  maka tidak terjadi endapan.

#### d. Tugas 2

Dari zat-zat yang ada di laboratorium, kelompokkan zat-zat tersebut berdasarkan kemampuan melarutnya !

#### e. Tes formatif 2

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini untuk mengecek pemahaman anda terhadap penguasaan materi yang telah dibahas!

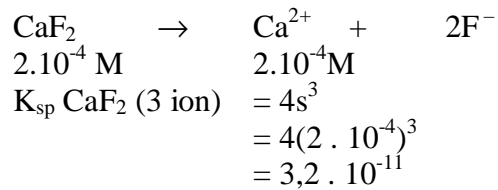
1. Campuran dari 100 mL  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 M dengan 150 mL  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,2 M ( $K_a = 10^{-5}$ ) yang kemudian ditambah 250 mL  $\text{NaOH}$  0,08 M, maka pH yang dapat diukur adalah ....
  - A. 2,5
  - B. 5,0
  - C. 7,0
  - D.  $> 7,0$
  - E. 0,69
2. Konsentrasi larutan  $\text{HCl}$  yang diperoleh dengan mencampurkan 150 mL  $\text{HCl}$  0,2 M dan 100 mL  $\text{HCl}$  0,3 M adalah ....
  - A. 0,20 M
  - B. 0,24 M
  - C. 0,30 M
  - D. 0,50 M
  - E. 0,60 M
3. Campuran larutan berikut yang membentuk larutan penyangga adalah ....
  - A. 50 mL  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,2 M dan 50 mL  $\text{NaOH}$  0,1 M
  - B. 50 mL  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,2 M dan 100 mL  $\text{NaOH}$  0,1 M
  - C. 50 mL  $\text{HCl}$  0,2 M dan 100 mL  $\text{NH}_{3(\text{aq})}$  0,1 M
  - D. 50 mL  $\text{HCl}$  0,2 M dan 50 mL  $\text{NH}_{3(\text{aq})}$  0,1 M
  - E. 50 mL  $\text{HCl}$  0,2 M dan 50 mL  $\text{NaOH}$  0,1 M
4. Bila kedalam 20 mL larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  2,0 M ditambahkan air sehingga volumenya menjadi 50 mL, maka kemolaran larutan ....
  - A. 1,5 M
  - B. 1,2 M
  - C. 1,0 M
  - D. 0,8 M
  - E. 0,6 M
5. Campuran larutan berikut yang membentuk larutan penyangga adalah ....
  - A. 50 mL  $\text{NaOH}$  0,2 M dan 50 mL  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 M
  - B. 35 mL  $\text{NaOH}$  0,2 M dan 70 mL  $\text{NH}_{3(\text{aq})}$  0,1 M
  - C. 40 mL  $\text{NaOH}$  0,1 M dan 60 mL  $\text{NH}_{3(\text{aq})}$  0,1 M

- D. 50 mL NaOH 0,1 M dan 50 mL CH<sub>3</sub>COOH 0,2 M  
E. 50 mL NaOH 0,2 M dan 70 mL CH<sub>3</sub>COOH 0,1 M
6. Pada suhu tertentu 0,350 g BaF<sub>2</sub> (Mr = 175) melarut dalam air murni membentuk 1 L larutan jenuh. Hasil kali kelarutan BaF<sub>2</sub> pada suhu ini adalah ....  
A.  $1,7 \cdot 10^{-2}$   
B.  $3,2 \cdot 10^{-6}$   
C.  $3,2 \cdot 10^{-8}$   
D.  $3,2 \cdot 10^{-9}$   
E.  $4,0 \cdot 10^{-9}$
7. Jika konsentrasi Ca<sup>2+</sup> dalam larutan jenuh CaF<sub>2</sub> =  $2 \cdot 10^{-4}$  mol/L, maka hasil kali larutan CaF<sub>2</sub> adalah ....  
A.  $8 \cdot 10^{-8}$   
B.  $3,2 \cdot 10^{-11}$   
C.  $1,6 \cdot 10^{-11}$   
D.  $2 \cdot 10^{-12}$   
E.  $4 \cdot 10^{-12}$
8. Garam dengan kelarutan paling besar adalah ....  
A. AgCl,  $K_{sp} = 10^{-10}$   
B. AgI,  $K_{sp} = 10^{-16}$   
C. Ag<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>,  $K_{sp} = 3,2 \cdot 10^{-12}$   
D. Ag<sub>2</sub>S,  $K_{sp} = 1,6 \cdot 10^{-49}$   
E. Ag<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>,  $K_{sp} = 1,1 \cdot 10^{-11}$
9. Bila 0,15 mol asam asetat ( $K_a = 2 \cdot 10^{-5}$ ) dan 0,10 mol NaOH dilarutkan dalam air sehingga diperoleh larutan penyangga dengan volume 1 liter, maka pH larutan penyangga tersebut adalah ....  
A. 4  
B. 5  
C. 6  
D.  $5 - \log 2$   
E.  $5 - \log 3$
10. Diketahui :  
 $K_{sp} \text{ AgCl} = 1 \cdot 10^{-10}$   
 $K_{sp} \text{ AgBr} = 1 \cdot 10^{-13}$   
 $K_{sp} \text{ AgI} = 1 \cdot 10^{-16}$   
Jika s menyatakan kelarutan dalam mol/L, maka ....  
A.  $s_{\text{AgI}} > s_{\text{AgBr}} > s_{\text{AgCl}}$   
B.  $s_{\text{AgI}} < s_{\text{AgBr}} < s_{\text{AgCl}}$   
C.  $s_{\text{AgI}} < s_{\text{AgBr}} > s_{\text{AgCl}}$   
D.  $s_{\text{AgI}} = s_{\text{AgBr}} < s_{\text{AgCl}}$   
E.  $s_{\text{AgI}} > s_{\text{AgBr}} < s_{\text{AgCl}}$

**f.Kunci jawaban formatif II**



7. Jawaban : B



8. Jawaban : E

Suatu zat dengan jumlah ion yang sama, makin besar  $K_{sp}$  kelarutannya makin besar

Untuk AgCl dan AgI (dua ion) kelarutan AgCl lebih besar

$$\sqrt{K_{sp}} = \sqrt{10^{-10}} = 10^{-5} \text{ M}$$

Untuk  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{Ag}_2\text{S}$ ,  $\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4$  (tiga ion), kelarutan  $\text{Ag}_2\text{S}_2\text{O}_4$  lebih besar

$$s = \sqrt[3]{\frac{K_{sp}}{4}} = \sqrt[3]{\frac{1,1 \cdot 10^{-11}}{4}}$$

$$s = 10^{-4} \text{ M}$$

9. Jawaban : B

|             |   |      |      |      |
|-------------|---|------|------|------|
|             | $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$ |      |      |      |
| Mula-mula = | 0,15  | 0,10 | -    | -    |
| Bereaksi =  | 0,10  | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Akhir =     | 0,05  | -    | 0,10 | 0,10 |

└──────────────────────────┘  
Buffer asam

$$\begin{aligned} [\text{H}^+] &= K_a \frac{\text{mol asam}}{\text{mol garam}} \\ &= 2 \cdot 10^{-5} \frac{0,05}{0,1} = 10^{-5} \end{aligned}$$

$$\text{pH} = 5$$

10. Jawaban : B

Kalau jumlah ion zat sama, makin besar kelarutan,  $K_{sp}$  makin besar atau sebaliknya.

Maka  $s \text{ AgCl} > s \text{ AgBr} > s \text{ AgI}$





|                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| KCl                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| CH <sub>3</sub> COONa           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Pertanyaan**

- Larutan garam manakah bersifat :
  - Netral
  - Asam
  - Basa
- Garam yang larutannya bersifat asam karena garam tersebut dalam air bereaksi dengan air membentuk ..... dan .....
- Garam yang larutannya bersifat basa kerana garam tersebut dalam air bereaksi dengan air membentuk..... Dan .....
- Dari hal di atas jelaskan pengertian hidrolisa
- Tuliskan rumus asam dan basa pembentuk dari garam hasil percobaan tadi, dan golongan ke dalam asam kuat atau basa kuat, asam lemah atau basa lemah pada tabel berikut

| Garam                           | Basa pembentuk |          | Asam pembentuk |          |
|---------------------------------|----------------|----------|----------------|----------|
|                                 | Rumus          | Golongan | Rumus          | Golongan |
| KCl                             |                |          |                |          |
| NH <sub>4</sub> Cl              |                |          |                |          |
| CH <sub>3</sub> COONa           |                |          |                |          |
| Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> |                |          |                |          |

- Tuliskan contoh reaksi hidrolisa dari garam- garam yang diperiksa
- Apa kesimpulan yang anda peroleh dari percobaan hidrolisis ini ?

**Lembar Kerja 2b**

**Larutan Penyangga**

**Tujuan :**

1. Merumuskan konsep larutan penyangga
2. Cara membuat larutan penyangga
3. Menjelaskan sifat larutan penyangga terhadap pengaruh asam, basa dan pengenceran

**Alat dan bahan :**

**Alat-alat:**

- Tabung reaksi
- Rak tabung reaksi
- Pengaduk
- Gelas ukur
- Pipet tetes

**Bahan :**

- $\text{CH}_3\text{COOH}$  1 M
- $\text{CH}_3\text{COONa}$  1 M
- $\text{NH}_4\text{OH}$  1 M
- $\text{NH}_4\text{Cl}$  1 M
- Indikator universal
- Larutan penyangga 1A ( $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$ )
- Larutan penyangga 1B ( $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$ )
- $\text{HCl}$  0,1 M
- $\text{NaOH}$  0,1 M

**Langkah Kerja**

1. Masukkan ke dalam sebuah tabung reaksi 10 mL Larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  1M.
2. Tambahkan 10 mL Larutan  $\text{CH}_3\text{COONa}$  1 M
3. Aduk larutan tersebut, teteskan larutan tersebut di atas kertas indikator universal
4. Keringkan dan tentukan pH larutan tersebut dengan membandingkan pada warna standar
5. Ulangi percobaan di atas dengan menggunakan larutan  $\text{NH}_4\text{OH}$  dan  $\text{NH}_4\text{Cl}$

6. Masukkan 5 mL Larutan penyangga 1A ke dalam tabung reaksi dan encerkan dengan 5 ml  
Air, kocok dan periksa pH larutan tersebut
7. Ulangi langkah 6 untuk Larutan penyangga 1B
8. Masukkan ke dalam 2 buah tabung reaksi masing-masing 5 mL larutan penyangga 1A.
9. Tambahkan pada tabung reaksi pertama 1 tetes larutan HCl 0,1 M dan pada tabung reaksi kedua tambah 1 tetes larutan NaOH 0,1 M. Kocok masing-masing larutan, dan periksa pHnya dengan indikator universal
10. Ulangi langkah 9 untuk larutan penyangga 1B

### Lembar pengamatan

#### a. Pembuatan larutan penyangga

| Larutan                                      | Harga pH |
|--|----------|
| CH <sub>3</sub> COOH + CH <sub>3</sub> COONa | .....    |
| NH <sub>4</sub> OH + NH <sub>4</sub> Cl      | .....    |

#### b. Pengenceran/Penambahan sedikit asam/basa Pada Larutan Penyangga

| Larutan                                      | Harga pH      |            |                |               |
|--|---------------|------------|----------------|---------------|
|  | Semula        | Diencerkan | + sedikit asam | +sedikit basa |
| CH <sub>3</sub> COOH + CH <sub>3</sub> COONa | .....<br>.... | .....      | .....<br>..... | .....         |
| NH <sub>4</sub> OH + NH <sub>4</sub> Cl      | .....<br>.... | .....      | .....<br>..... | .....         |

#### Pertanyaan

1. Bagaimanakah harga pH larutan penyangga setelah diencerkan
2. Bagaimanakah pH larutan penyangga setelah ditambahkan sedikit asam/basa?
3. Apakah komponen penyusun larutan penyangga

4. Jika 10 mL larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 M dicampur dengan  $\text{CH}_3\text{COONa}$  0,1 M.

Berapakah

secara teoritis Harga pHnya bandingkan dengan hasil percobaan

$K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 1,8 \times 10^{-5}$

**Lembar kerja 2c :**

### **Hasil Kali Kelarutan**

#### **Tujuan**

1. Menyelidiki pengaruh penambahan ion sejenis
2. Menyelidiki pembentukan ion kompleks dengan melarutkan endapan
3. Menyelidiki pengaruh konsentrasi ion terhadap pembentukan endapan

#### **Alat dan bahan**

##### **Alat-alat:**

- Tabung reaksi
- Gelas ukur
- Pipet tetes

##### **Bahan:**

Larutan  $\text{NaCl}$  jenuh

Larutan  $\text{HCl}$  pekat

Larutan  $\text{CuSO}_4$  0,1M

Larutan  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  0,1 M

Larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,1 M

Larutan  $\text{NaCl}$  1 M

Larutan  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  0,1 M

Larutan  $\text{AgNO}_3$  0,1 M

Larutan  $\text{NH}_4\text{OH}$  0,1 M

Larutan  $\text{NaOH}$  pekat

Larutan  $\text{NaOH}$  0,1 M

Larutan  $\text{NaCl}$  0,1 M

## **Langkah kerja**

### **I. Mengendapkan zat dengan menambahkan ion**

1. Isi dua tabung reaksi masing-masing 1 mL larutan NaCl jenuh
2. Kedalam tabung reaksi pertama tambahkan 1 mL larutan HCl pekat, dan ke dalam tabung reaksi ke 2 tambahkan 1 mL larutan NaOH pekat
3. Amati perubahan yang terjadi dalam masing-masing tabung reaksi

### **II. Melarutkan endapan dengan pembentukan ion kompleks**

1. Isi sebuah tabung reaksi dengan 1 mL larutan  $\text{CuSO}_4$  0,1 M
2. Tambahkan 1 tetes larutan NaOH 0,1 M, amati perubahan yang terjadi, selanjutnya teteskan ke dalam tabung ini larutan  $\text{NH}_4\text{OH}$  sampai terjadi perubahan. Amati perubahan yang terjadi

### **III. Mengendapkan garam yang sukar larut**

1. Isi dua buah tabung reaksi dengan 1 mL larutan  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  0,1 M, beri nama tabung A dan tabung B
2. Kedalam tabung reaksi 1 (tabung A) tambahkan 1 mL larutan NaCl 1M  
Kedalam tabung reaksi 2 (tabung B) tambahkan 1 mL larutan NaCl 0,1 M  
Selanjutnya kedalam setiap tabung tambahkan 8 mL air suling, kocok dan biarkan beberapa menit sehingga zat padat turun ke bawah. Bandingkan banyaknya endapan pada kedua tabung reaksi
3. 3-Kedalam tabung reaksi 1 (tabung A) tambahkan 1 mL larutan NaCl 1M  
Kedalam tabung reaksi 2 (tabung B) tambahkan 1 mL larutan NaCl 0,1 M  
Selanjutnya kedalam setiap tabung tambahkan 8 mL air suling, kocok dan biarkan beberapa menit sehingga zat padat turun ke bawah. Bandingkan banyaknya endapan pada kedua tabung reaksi
4. Sediakan 3 buah tabung reaksi lain dan isi masing-masing dengan 1 mL larutan jenuh dari tabung 1 diatas  
Kedalam tabung reaksi I tambahkan 2 tetes larutan  $\text{AgNO}_3$  0,1 M  
Kedalam tabung reaksi 2 tambahkan 2 tetes larutan  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  0,1 M  
Kedalam tabung reaksi 3 tambahkan 2 tetes larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,1 M  
Amati apa yang terjadi!

## Pengamatan

I. Mengendapkan zat dengan menambahkan ion sekutu

| Zat-zat yang direaksikan | Hasil reaksi |
|--------------------------|--------------|
| NaCl jenuh + HCl pekat   | .....        |
| NaCl jenuh + NaOH pekat  | .....        |

### Pertanyaan:

1. Zat apa yang mengendap pada percobaan pertama
2. Terangkan apa sebabnya dapat terjadi endapan

## II. Melarutkan endapan dengan menambahkan ion kompleks

| Zat-zat yang direaksikan          | Hasil reaksi |
|-----------------------------------|--------------|
| $\text{CuSO}_4 + \text{NaOH}$     | .....        |
| Penambahan $\text{NH}_4\text{OH}$ | .....        |

### Pertanyaan:

Selesaikan persamaan reaksi - persamaan reaksi berdasarkan reaksi di atas!

1.  $\text{CuSO}_{4(\text{aq})} + \text{NaOH}_{(\text{aq})} \text{----->}$
2.  $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{NH}_4\text{OH} \text{----->}$

### III. Mengendapkan garam yang sukar larut

Pertanyaan

1. Mengapa hasil tabung A berbeda dengan hasil tabung B? Jelaskan!
2. Jika  $K_{sp} \text{PbCl}_2 = 4 \times 10^{-4}$   
Hitunglah berapa gram  $\text{PbCl}_2$  yang mengendap di dalam tabung A
3. Tuliskan reaksi-reaksi pada percobaan 3?

#### e. Tes Formatif 2:

1. Campuran dari 100 mL  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 M dengan 150 mL  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,2 M ( $K_a = 10^{-5}$ ) yang kemudian ditambah 250 mL  $\text{NaOH}$  0,08 M, maka pH yang dapat diukur adalah ....
  - a. 2,5
  - b. 5,0
  - c. 7,0
  - d.  $> 7,0$
  - e. 0,69
2. Konsentrasi larutan  $\text{HCl}$  yang diperoleh dengan mencampurkan 150 mL  $\text{HCl}$  0,2 M dan 100 mL  $\text{HCl}$  0,3 M adalah ....
  - a. 0,20 M
  - b. 0,24 M
  - c. 0,30 M
  - d. 0,50 M
  - e. 0,60 M
3. Campuran larutan berikut yang membentuk larutan penyangga adalah ....
  - a. 50 mL  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,2 M dan 50 mL  $\text{NaOH}$  0,1 M
  - b. 50 mL  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,2 M dan 100 mL  $\text{NaOH}$  0,1 M
  - c. 50 mL  $\text{HCl}$  0,2 M dan 100 mL  $\text{NH}_3(\text{aq})$  0,1 M
  - d. 50 mL  $\text{HCl}$  0,2 M dan 50 mL  $\text{NH}_3(\text{aq})$  0,1 M
  - e. 50 mL  $\text{HCl}$  0,2 M dan 50 mL  $\text{NaOH}$  0,1 M
4. Bila kedalam 20 mL larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  2,0 M ditambahkan air sehingga volumenya menjadi 50 mL, maka kemolaran larutan ....
  - a. 1,5 M
  - b. 1,2 M
  - c. 1,0 M
  - d. 0,8 M
  - e. 0,6 M
5. Campuran larutan berikut yang membentuk larutan penyangga adalah ....
  - a. 50 mL  $\text{NaOH}$  0,2 M dan 50 mL  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 M

- b. 35 mL NaOH 0,2 M dan 70 mL  $\text{NH}_{3(\text{aq})}$  0,1 M  
 c. 40 mL NaOH 0,1 M dan 60 mL  $\text{NH}_{3(\text{aq})}$  0,1 M  
 d. 50 mL NaOH 0,1 M dan 50 mL  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,2 M  
 e. 50 mL NaOH 0,2 M dan 70 mL  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 M
6. Pada suhu tertentu 0,350 g  $\text{BaF}_2$  ( $M_r = 175$ ) melarut dalam air murni membentuk 1 L larutan jenuh. Hasil kali kelarutan  $\text{BaF}_2$  pada suhu ini adalah ....
- a.  $1,7 \cdot 10^{-2}$   
 b.  $3,2 \cdot 10^{-6}$   
 c.  $3,2 \cdot 10^{-8}$   
 d.  $3,2 \cdot 10^{-9}$   
 e.  $4,0 \cdot 10^{-9}$
7. Jika konsentrasi  $\text{Ca}^{2+}$  dalam larutan jenuh  $\text{CaF}_2 = 2 \cdot 10^{-4}$  mol/L, maka hasil kali larutan  $\text{CaF}_2$  adalah ....
- a.  $8 \cdot 10^{-8}$   
 b.  $3,2 \cdot 10^{-11}$   
 c.  $1,6 \cdot 10^{-11}$   
 d.  $2 \cdot 10^{-12}$   
 e.  $4 \cdot 10^{-12}$
8. Garam dengan kelarutan paling besar adalah ....
- a.  $\text{AgCl}$ ,  $K_{sp} = 10^{-10}$   
 b.  $\text{AgI}$ ,  $K_{sp} = 10^{-16}$   
 c.  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ ,  $K_{sp} = 3,2 \cdot 10^{-12}$   
 d.  $\text{Ag}_2\text{S}$ ,  $K_{sp} = 1,6 \cdot 10^{-49}$   
 e.  $\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ,  $K_{sp} = 1,1 \cdot 10^{-11}$
9. Bila 0,15 mol asam asetat ( $K_a = 2 \cdot 10^{-5}$ ) dan 0,10 mol NaOH dilarutkan dalam air sehingga diperoleh larutan penyangga dengan volume 1 liter, maka pH larutan penyangga tersebut adalah ....
- a. 4  
 b. 5  
 c. 6  
 d.  $5 - \log 2$   
 e.  $5 - \log 3$
10. Diketahui :
- $K_{sp} \text{AgCl} = 1 \cdot 10^{-10}$   
 $K_{sp} \text{AgBr} = 1 \cdot 10^{-13}$   
 $K_{sp} \text{AgI} = 1 \cdot 10^{-16}$
- Jika s menyatakan kelarutan dalam mol/L, maka ....
- a.  $s_{\text{AgI}} > s_{\text{AgBr}} > s_{\text{AgCl}}$   
 b.  $s_{\text{AgI}} < s_{\text{AgBr}} < s_{\text{AgCl}}$   
 c.  $s_{\text{AgI}} < s_{\text{AgBr}} > s_{\text{AgCl}}$   
 d.  $s_{\text{AgI}} = s_{\text{AgBr}} < s_{\text{AgCl}}$   
 e.  $s_{\text{AgI}} > s_{\text{AgBr}} < s_{\text{AgCl}}$

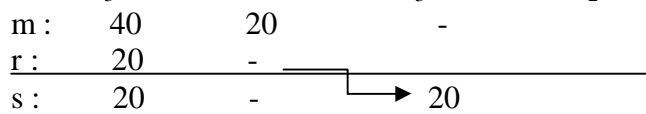
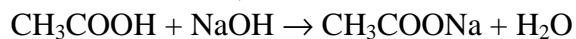
**f. Kunci jawaban Formatif 2**

1. Jawaban : B



$$\text{Mol CH}_3\text{COOH} = 100 \times 0,1 + 150 \times 0,2 = 40 \text{ mmol}$$

$$\text{Mol NaOH} = 250 \times 0,08 = 20 \text{ mmol}$$



Campuran akhir reaksi merupakan larutan penyangga

$$[\text{H}^+] = K_a \cdot \frac{\text{mmol asam}}{\text{mmol basa}}$$

$$= 10^{-5} \cdot \frac{20}{20} = 10^{-5} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log 10^{-5} = 5$$

2. Jawaban : B

$$M = \frac{V_1 M_1 + V_2 M_2}{V_1 + V_2}$$

$$= \frac{150 \cdot 0,2 + 100 \cdot 0,3}{150 + 100} = 0,25 \text{ M}$$

3. Jawaban : A

Campuran asam dan basa akan membentuk larutan penyangga apabila bersisa yang lemah



$$50 \text{ mL} \cdot 0,2 \text{ M} \quad 50 \text{ mL} \cdot 0,1 \text{ M}$$

$$10 \text{ mmol} \quad 5 \text{ mmol}$$

CH<sub>3</sub>COOH yang bersisa = 5 mmol

4. Jawaban : D

$$V_1 M_1 = V_2 M_2$$

$$20 \cdot 2 = 50 \cdot M_2$$

$$M_2 = 0,8$$

5. Jawaban : D

Campuran asam dan basa akan membentuk larutan penyangga apabila bersisa yang lemah



$$50 \text{ mL} \cdot 0,1 \text{ M} \quad 50 \text{ mL} \cdot 0,2 \text{ M}$$

$$5 \text{ mmol} \quad 10 \text{ mmol}$$

CH<sub>3</sub>COOH yang bersisa = 5 mmol

6. Jawaban : C

$$\text{Kelarutan BaF}_2 = \frac{0,350}{175} \cdot \frac{1000}{1000}$$

$$= 2 \cdot 10^{-3} \text{ M (jumlah ion = 3)}$$

$$K_{sp} = 4s^3 = 4(2 \cdot 10^{-3})^3 = 3,2 \cdot 10^{-8}$$

7. Jawaban : B



$$\begin{aligned}
 2 \cdot 10^{-4} \text{ M} & & 2 \cdot 10^{-4} \text{ M} \\
 K_{sp} \text{ CaF}_2 \text{ (3 ion)} & = 4s^3 \\
 & = 4(2 \cdot 10^{-4})^3 \\
 & = 3,2 \cdot 10^{-11}
 \end{aligned}$$

8. Jawaban : E

Suatu zat dengan jumlah ion yang sama, makin besar  $K_{sp}$  kelarutannya makin besar

Untuk AgCl dan AgI (dua ion) kelarutan AgCl lebih besar

$$\sqrt{K_{sp}} = \sqrt{10^{-10}} = 10^{-5} \text{ M}$$

Untuk  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{Ag}_2\text{S}$ ,  $\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4$  (tiga ion), kelarutan  $\text{Ag}_2\text{S}_2\text{O}_4$  lebih besar

$$s = \sqrt[3]{\frac{K_{sp}}{4}} = \sqrt[3]{\frac{1,1 \cdot 10^{-11}}{4}}$$

$$s = 10^{-4} \text{ M}$$

9. Jawaban : B

|             |   |      |      |      |
|-------------|---|------|------|------|
|             | $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$ |      |      |      |
| Mula-mula = | 0,15  | 0,10 | -    | -    |
| Bereaksi =  | 0,10  | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Akhir =     | 0,05  | -    | 0,10 | 0,10 |

└──────────────────┘  
Buffer asam

$$\begin{aligned}
 [\text{H}^+] & = K_a \frac{\text{mol asam}}{\text{mol garam}} \\
 & = 2 \cdot 10^{-5} \frac{0,05}{0,1} = 10^{-5}
 \end{aligned}$$

$$\text{pH} = 5$$

10. Jawaban : B

Kalau jumlah ion zat sama, makin besar kelarutan,  $K_{sp}$  makin besar atau sebaliknya.

Maka  $s \text{ AgCl} > s \text{ AgBr} > s \text{ AgI}$

## DAFTAR PUSTAKA

- Brady, James E., Holum, John R., 1994, *General of Chemistry, 5<sup>d</sup> Edition*, New York : John Wiley & Son.
- Bodner, George M., Pardue Harry L., 1995, *Chemistry an Experimental Science*, New York : John Wiley & Son second edition
- Holtzclaw, Henry F. and Robinson, Holtzclaw. (1988). *College Chemistry with Qualitative Analysis*. Toronto : D.C. Health and Company, eighth edition.
- Malone, Leo J, 1994, *Basic Concepts of Chemistry, 4<sup>th</sup> Edition*, New York : John Wiley & Son.
- Yayan Sunarya, 2000, *Kimia Dasar 2*, Bandung : Alkemi Grafisindo Press,