



KIMIA

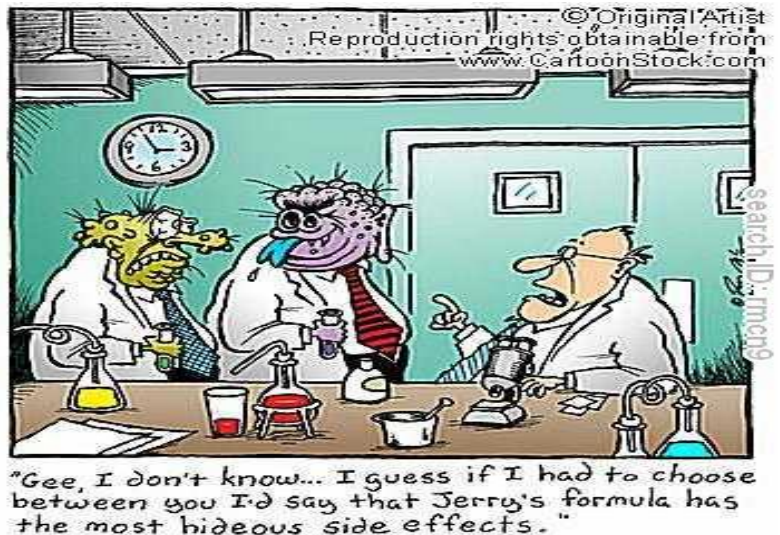
SMA/MA Kelas XI/2

Masih dalam bentuk #draft hanya untuk siswa Madrasah Aliyah Negeri Model Kota Singkawang)

Oleh : Mahbub Alwathoni

Pokok Bahasan :

- Larutan Asam Basa
- Titrasi Asam Basa
- Larutan Buffer
- Hidrolisis
- Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan
- Koloid



Lewis Periodic Table Showing Outer Shell (Valence) Electrons

1	2	3	4	5	6	7	8
H•							•He•
Li•	•Be•	•B•	•C•	•N•	•O•	•F•	•Ne•
Na•	•Mg•	•Al•	•Si•	•P•	•S•	•Cl•	•Ar•
K•	•Ca•	•Ga•	•Ge•	•As•	•Se•	•Br•	•Kr•
Rb•	•Sr•	•In•	•Sn•	•Sb•	•Te•	•I•	•Xe•
Cs•	•Ba•						

Sumber Utama Internet :

<http://mahboeb.net>

<http://chemistry.about.com>

<http://chem-is-try.org>

Daftar Isi

1. Larutan asam basa	3
2. Titrasi asam basa	26
3. Larutan buffer	31
4. Hidrolisis Garam	36
5. Kelarutan dan Hasil kali kelarutan	42
6. Koloid	47

Daftar Pustaka

Bibliografi

BAB 1 . LARUTAN ASAM BASA



Larutan adalah campuran yang homogen dari molekul, atom, atau ion dari dua zat atau lebih. Disebut sebagai *homogen* karena susunannya seragam dan tak dapat diamati adanya bagian-bagian yang berlainan. Komponen larutan : zat terlarut (*solute*) dan zat pelarut (*solvent*). Kecenderungan dapat tercampurnya zat-zat secara homogen, karena sifat kepolaran masing-masing zat. Sebagai contoh air (H_2O) adalah senyawa kovalen polar, ketika tercampur dengan senyawa kovalen polar lainnya, misalnya asam klorida (HCl) maka akan membentuk larutan (campuran yang homogen).

- Kovalen polar** : Terjadinya distribusi awan elektron yang tidak merata pada zat-zat yang berikatan, sehingga terbentuk molekul yang ber kutup (polar). Contoh : H_2O , HCl , NH_3 , HF , HBr .
- Kovalen non polar** : Terjadinya distribusi awan elektron yang merata pada zat-zat yang berikatan. Contoh : N_2 , Cl_2 , CH_4 , C_2H_6 , C_2H_2 .

Konsep Asam Basa

1. Asam Basa Arrhenius

Menurut *Svante August Arrhenius* (1859-1927). **Asam** adalah zat yang menghasilkan ion hydronium atau H_3O^+ ketika terlarut dalam air, sedangkan **basa** adalah zat yang menghasilkan ion hidroksida atau OH^- jika dilarutkan dalam air.

Contoh **ASAM** Arrhenius : ☺

Jika HCl dilarutkan dalam air (H_2O), maka akan mengalami disosiasi/terionisasi, menghasilkan ion H_3O^+ dan ion Cl^- . Karena menghasilkan ion H_3O^+ atau H^+ maka HCl adalah ASAM.

Persamaan reaksinya :

$\text{HCl}_{(l)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$ persamaan reaksi ini bisa juga ditulis secara sederhana menjadi :

$\text{HCl}_{(aq)} \rightleftharpoons \text{H}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$ (catatan : Meskipun penulisan H^+ ini bisa dibenarkan, namun beberapa aturan seperti di Australia tidak membenarkan, karena H^+ adalah tak realitis disebut juga *naked hydrogen*).

Contoh **asam** lain berdasarkan teori Arrhenius adalah :

- H_2SO_4 [asam sulfat / *sulfuric acid*]
- HF [asam florida / *hydrofluoric acid*]
- HBr [asam bromida / *hydrobromic acid*]
- HNO_3 [asam nitrat / *nitric acid*]
- CH_3COOH [asam asetat atau asam etanoat / *acetic acid*]
- H_3PO_4 [asam fosfat / *phosphate acid*]
- HI [asam iodide / *hydroiodic acid*]
- $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ [asam oksalat / *oxalic acid*]
- HCN [asam sianida / *hydrocyanic acid*]
- H_2CrO_4 [asam kromat / *chromic acid*]
- HCOOH [asam formiat (metanoat) / *formic acid*]

Tuliskan persamaan reaksi ionisasi (disosiasi) asam diatas :

Contoh **BASA** Arrhenius : ☺

Jika NaOH (natrium hidroksida) dilarutkan dalam air (H_2O), maka akan mengalami disosiasi menghasilkan ion Na^+ dan ion OH^- (hidroksida). Karena menghasilkan ion OH^- , maka NaOH adalah **BASA**.

Persamaan reaksinya :



menghasilkan ion OH^- , maka NaOH adalah basa

Contoh basa lainnya berdasarkan teori Arrhenius adalah :

- KOH [kalium hidroksida / *potassium hydroxide*]
- $\text{Ca}(\text{OH})_2$ [kalsium hidroksida / *calcium hydroxide*]
- $\text{Mg}(\text{OH})_2$ [magnesium hidroksida / *magnesium hydroxide*]
- NH_4OH [ammonium hidroksida / *ammonium hydroxide*]
- $\text{Ba}(\text{OH})_2$ [barium hidroksida / *barium hydroxide*]
- LiOH [lithium hidroksida / *lithium hydroxide*]

Tuliskan persamaan reaksi ionisasi (disosiasi) dari basa yang telah tersebut :

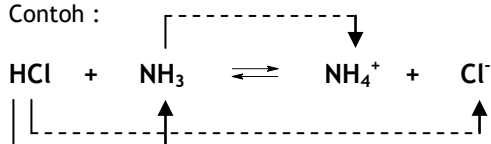
Definisi Asam - Basa menurut Arrhenius tersebut, perlu diperhatikan bahwa :

- Terdapat juga beberapa asam dan basa yang tidak memiliki ion H^+ dan OH^- .
- Beberapa elektrolit kuat seperti NaOH (dalam bentuk kristal) sudah terdiri dari ion.
- Beberapa zat seperti ammonia (NH_3) dapat menetralkan asam tanpa terlebih dahulu menghasilkan ion OH^- .
- Hanya terdapat pada larutan air (H_2O) bukan pelarut lain.

2. Asam Basa Brønsted-Lowry

Johannes Nicoulas Brønsted dan Thomas Martin Lowry (1923) secara terpisah mengemukakan; **Asam** adalah suatu senyawa yang dapat **mendonorkan proton** yang ada dan **basa** adalah suatu senyawa yang dapat berperan **sebagai acceptor/penerima proton**. Sehingga, reaksi penetralan (reaksi antara asam dan basa merupakan reaksi perpindahan proton dari asam ke basa dan dapat berlangsung dalam berbagai pelarut bahkan dalam gas).

Contoh :



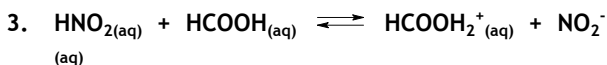
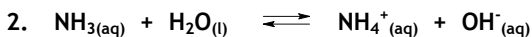
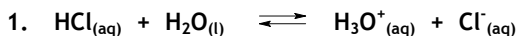
HCl mendonorkan proton berupa H^+ ke penerima yaitu NH_3 . Jadi HCl adalah asam (pendonor proton) dan NH_3 adalah basa (akseptor proton).

HCl yang mendonorkan proton menghasilkan Cl^- . Disini Cl^- bertindak sebagai *basa konjugasinya* asam (HCl).

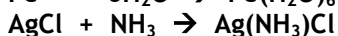
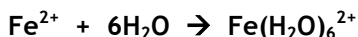
NH_3 yang menerima proton menghasilkan NH_4^+ . Disini NH_4^+ adalah *asam konjugasinya* basa (NH_3).

Kasus :

Tentukan asam, basa, dan pasangan asam-basa konjugasinya dari reaksi-reaksi dibawah ini :



Catatan : Terdapat kelemahan dari teori asam-basa brønsted-lowry, diantaranya adalah, tidak dapat menjelaskan beberapa reaksi asam-basa yang tidak melibatkan transfer proton (H^+) seperti pada reaksi :



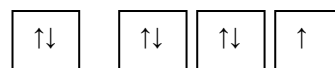
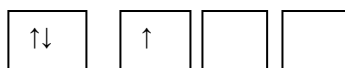
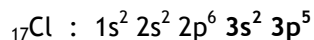
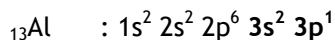
3. Asam Basa Lewis

Gilbert Newton Lewis (1875-1946). **Asam** adalah suatu senyawa (species) yang dapat berperan sebagai **donor pasangan elektron** dan **basa** merupakan suatu senyawa (spesies) yang dapat berperan sebagai **akseptor pasangan elektron**.

Didasarkan pada konsep ini, maka pada banyak senyawa terdapat kecocokan atau dengan kata lain dapat diterapkan pada banyak senyawa. Hanya pada *radikal bebas* yang tidak dapat diterapkan.

Contoh :

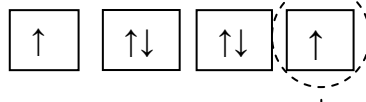
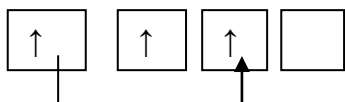
Pada pembentukan senyawa AlCl_3 melalui teori hibridisasi



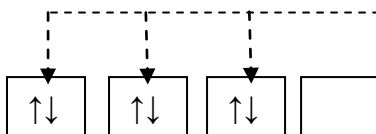
3s

3p

Promosi 1 elektron pada 3s ke 3p



Hibridisasi :



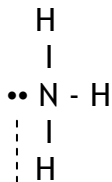
sp^2

→ Ada 1 orbital kosong AlCl_3 yang berpotensi diterimanya sepasang elektron.

Jadi AlCl_3 disini bersifat **ASAM** (Asam lewis), sebab menerima/akseptor pasangan elektron.

Contoh **BASA** lewis adalah semua spesies (senyawa) yang berpotensi mendonorkan pasangan elektronnya (lone pairs). Contoh NH_3 , CO , Pyridine, H_2O , EDTA, CH_3COOH , NO . Semakin mudah suatu senyawa mendonorkan pasangan elektronnya, maka semakin kuat basa lewisnya. Kuatnya senyawa dalam mendonorkan pasangan elektronnya didasarkan atas ke-elektronegatifan yang semakin rendah dari salah satu atom senyawa tersebut.

Aluminium chloride (AlCl_3) is the main compound of aluminium and chlorine. It is white, but samples are often contaminated with iron trichloride, giving it a yellow colour. The solid has a low melting and boiling point. It is mainly produced and consumed in the production of aluminium metal, but large amounts are also used in other areas of chemical industry. The compound is often cited as a Lewis acid. It is an example of an inorganic compound that "cracks" at mild temperature, reversibly changing from a polymer to a monomer. Aluminium chloride polymer is PAC (PolyAluminium Chloride) be used to koagulant water purifications proses.



-----> Pasangan elektron bebas (*lone pair*) yang berpotensi untuk didonorkan.

Karena NH_3 bertindak sebagai **donor** pasangan elektron, maka NH_3 termasuk basa lewis.

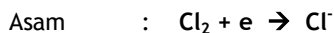
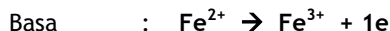
Kasus :

Pada pembentukan senyawa berikut ini melalui teori hibridisasi, kenali mana yang bertindak sebagai asam lewis dan basa lewis :

- $\text{Fe}(\text{NH}_3)_6$
- $\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5$
- $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$

4. Usanovich

Mikhail Usanovich (1938). Sifat asam basa ini merupakan pengembangan dari definisi asam lewis yaitu “asam adalah bentuk oksidasi yang dapat mengakseptor elektron dan basa bentuk reduksi yang dapat mendonorkan elektronnya”.



5. Lux-Flood

Hermann Lux (1939) dan Häkon Flood (1947). Asam adalah suatu senyawa (species) yang dapat berperan sebagai aseptor ion oksida dan basa merupakan suatu senyawa (spesies) yang dapat berperan sebagai donor ion oksida.

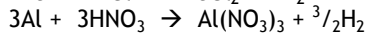
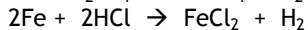
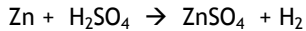


SIFAT-SIFAT ASAM DAN BASA ☺

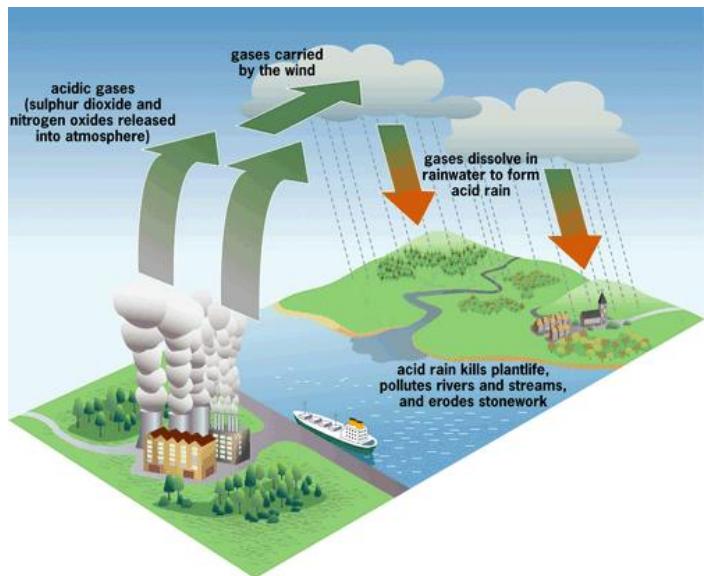
Beberapa sifat asam dan basa untuk dimengerti siswa tingkat SMA/MA :

- **Asam bersifat korosif**

Asam memiliki sifat korosif (merusak logam) hal ini dikarenakan asam yang bertindak sebagai reduktor terhadap beberapa logam. Sebagai contoh dapat dilihat beberapa peristiwa reaksi redoks (reduksi - oksidasi) berikut ini :



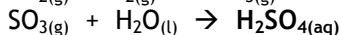
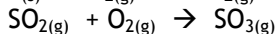
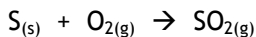
Anda mungkin pernah mendengar istilah **hujan asam**, bagaimana hujan asam bisa terjadi dan apa saja dampak yang ditimbulkan ?



Pabrik dan kendaraan menghasilkan emisi berupa $\text{CO}_2(\text{g})$, CO_2 kemudian bereaksi dengan air hujan (H_2O) membentuk asam lemah H_2CO_3 (asam karbonat). Hujan asam jenis seperti ini sangat bermanfaat karena dapat melarutkan berbagai mineral di tanah yang kemudian dimanfaatkan oleh tumbuhan dan binatang. Tapi ada juga hujan asam yang merugikan, berdampak pada logam-logam pada kendaraan bermotor dan benda rumah tangga lainnya karena sifat korosif dari hujan yang bersifat asam tersebut.

Hujan asam yang merugikan adalah, ketika emisi pabrik atau beberapa gunung berapi yang menghasilkan belerang (S). Belerang akan bereaksi dengan O_2 menghasilkan gas SO_2 , gas SO_2 selanjutnya bereaksi

kembali dengan O_2 menghasilkan SO_3 . Gas SO_3 ini kemudian dilapiskan udara bereaksi dengan air hujan menghasilkan $H_2SO_4(aq)$, reaksinya adalah sebagai berikut :



$H_2SO_{4(aq)}$ kemudian mampu bereaksi (mengoksidasi) dengan berbagai logam pada kendaraan dan peralatan rumah tangga, sehingga cepat rusak.

Jadi, apa yang dapat anda simpulkan dari sifat **korosif** dari ASAM ini ?

- **Basa bersifat kausatif**

Beberapa basa bersifat kausatif (dapat merusak kulit) jika kadar basanya tinggi. Sifat-sifat lain dari basa adalah licin. Sabun mandi mempunyai komponen basa KOH, dan sabun cuci mempunyai komponen basa NaOH.

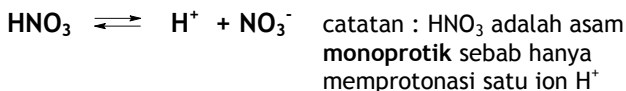
- **Tingkat keasaman dan kebasaan masing-masing zat memiliki perbedaan.**

Berdasarkan tingkat keasaman secara kualitatif, asam diklasifikasikan menjadi 2, yaitu : **asam kuat** dan **asam lemah**.

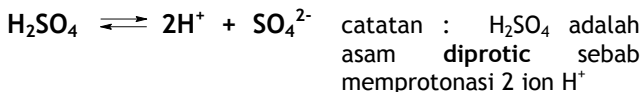
Contoh asam kuat : ☺

1. H_2SO_4
2. HNO_3
3. HCl
4. $HClO_4$
5. HBr
6. HI
7. $CF_3SO_3H \rightarrow$ *triflic acid* (paling asam diantara asam-asam yang ada)
8. CH_3SO_3H

Asam-asam diatas dikelompokkan kedalam **asam kuat**, sebab jika asam tersebut dilarutkan kedalam air maka akan mengalami ionisasi sempurna, dengan derajat ionisasi $\alpha=1$. Contoh reaksi ionisasi :



$$\alpha = \frac{[\text{H}^+].[\text{NO}_3^-]}{[\text{HNO}_3]} = 1 \rightarrow \text{asam kuat}$$



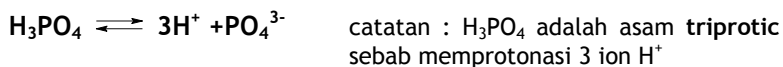
$$\alpha = \frac{[\text{H}^+]^2[\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{SO}_4]} = 1 \rightarrow \text{asam kuat}$$

Air raja (*aqua regia*) atau air iblis, dikatakan demikian karena larutan ini sangat mengerikan. Adalah campuran antara **HCl** pekat dengan **HNO₃** pekat dengan perbandingan 3:1. Larutan ini mampu melumatkan logam-logam bahkan termasuk logam emas dan platina. Larutan ini tidak stabil, sehingga baru dibuat ketika hendak akan digunakan. Anda ingin membuka pintu yang terkunci ?, Siramlah daun pintu atau logam-logam pada pintu dengan air raja ini, mudah bukan?

Contoh asam lemah : ☹

1. HCN
2. HCOOH
3. CH₃COOH
4. HF
5. HClO₃
6. H₂C₂O₄
7. H₂CO₃
8. HNO₂
9. H₃PO₄
10. H₄P₂O₇

Asam-asam diatas tergolong **asam lemah**, karena tidak terionisasi sempurna ketika terlarut dalam air. Derajat ionisasi $\alpha \neq 1$.



$$\alpha = \frac{[\text{H}^+]^3[\text{PO}_4^{3-}]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]} \neq 1 \rightarrow \text{asam lemah}$$

Perhatikan penjelasan yang telah diuraikan diatas. **HCl, HI, HBr** termasuk asam-asam halogen yang kuat, tetapi mengapa **HF** tergolong asam lemah? (tuliskan pendapat anda).

Contoh basa kuat : ☺

- | | |
|----------------------|--------------------|
| 1. NaOH | → Basa-basa alkali |
| 2. Ca(OH)_2 | |
| 3. Mg(OH)_2 | |
| 4. LiOH | |
| 5. Ba(OH)_2 | |
| 6. Sr(OH)_2 | |
| 7. KOH | |

Basa-basa diatas tergolong basa kuat, karena terionisasi sempurna menghasilkan ion hidroksida OH^- . Dengan derajat ionisasi $\alpha=1$.

Contoh basa lemah : ☹

1. NH_3
2. Al(OH)_3
3. Fe(OH)_3
4. NH_4OH

Basa-basa diatas tergolong basa lemah, karena tidak terionisasi sempurna menghasilkan ion hidroksida OH^- . Dengan derajat ionisasi $\alpha \neq 1$

Indikator Asam Basa

Suatu larutan dapat diketahui bersifat asam atau basa, dapat dilakukan dengan menggunakan *indikator asam-basa*. Indikator dapat berubah warna dalam larutan asam atau dalam larutan basa. Jenis indikator beraneka ragam, ada indikator alami seperti beberapa jenis tumbuhan atau indikator dari bahan-bahan kimia sintesis dan alat/elektrik.

Indikator tumbuhan. Indikator ini dapat dibuat dengan mengekstrak beberapa jenis bunga atau umbi-umbian.

Indikator alam (tumbuhan)

No.	Indikator	Warna dalam larutan asam	Warna dalam larutan basa
1.	kubis ungu	Merah muda	Hijau kebiruan
2.	kunyit	kuning	merah
3.	bunga sepatu	merah	kuning
4.	bunga pacar air	merah	kuning
5.	bunga nusa indah	merah	kuning
6.	umbi bit	biru	merah

Indikator sintesis

No.	Indikator	Trayek pH	Perubahan warna
1.	Phelopftalein (PP)	8,3 - 10	Tak berwarna ke merah
2.	Bromotimol biru (BTB)	6,0 - 7,6	Kuning ke biru
3.	Metil merah (MM)	4,4 - 6,2	Merah ke kuning
4.	Metil jingga (MO)	3,1 - 4,4	Merah ke kuning
5.	Brom kresol biru	3,8 - 5,4	Kuning ke biru
6.	Brom kresol ungu	5,2 - 6,8	Kuning ke ungu
7.	Alizarin kuning	10,1 - 12	Kuning ke merah

Selain menggunakan indikator diatas, untuk mengetahui tingkat keasaman dan kebasaan dapat dilakukan juga dengan menggunakan **indikator universal** pabrikan. Indikator model seperti ini biasanya dalam bentuk kertas. Dengan indikator universal, kita bisa langsung mengetahui berapa pH (kekuatan asam / basa) dari suatu senyawa dengan membandingkan warna indikator yang terkena senyawa dengan warna standar. Biasanya range pH indikator universal adalah 1-14. Asam : $\text{pH} < 7$. Netral : $\text{pH} = 7$. dan Basa : $\text{pH} > 7$. pH larutan juga bisa diukur dengan **pH meter**. Alat digital ini memberikan nilai pH yang lebih akurat daripada indikator universal. Beberapa alat pH meter, sebelum digunakan perlu dikalibrasi dengan beberapa larutan buffer (penyangga) agar dapat membaca pH suatu larutan dengan akurat.

TRUE or FALSE !

1. True or false? Bases change litmus paper to blue.
2. True or false? Ammonia is an acid.
3. True or false? Properties of acids include being corrosive and having a sour taste.
4. True or false? Sulfuric acid is known as a strong acid.
5. True or false? Base solutions have a pH below 7.
6. True or false? The chemical formula for sulfuric acid is H_2SO_4 .
7. True or false? Lemons contain citric acid.
8. True or false? An anion is an ion with more electrons than protons, giving it a negative charge.
9. True or false? Neutral solutions have a pH of 0.
10. True or false? Sodium hydroxide is known as a weak base.
11. True or false? DNA is an abbreviation for deoxyribonucleic acid.
12. True or false? Acids change litmus paper to red.

Basics of Acids and Bases Quiz

Chemistry Fundamentals.

Do you understand the basic concepts of acids and bases? Here's a ten question quiz you can take to test your knowledge.

1. Which of the following statements is true concerning acids and bases?
 - a. acids and bases don't react with each other
 - b. acids mixed with bases neutralize each other
 - c. acids mixed with bases make stronger bases
 - d. acids mixed with bases make stronger acids
2. True or false: bases are sometimes called alkalis.
 - a. true
 - b. false
3. Which is the correct set of acid properties, as described by Boyle:
 - a. sour taste, corrosive, change litmus from red to blue
 - b. sour taste, corrosive, change litmus from blue to red
 - c. sweet taste, slippery, change litmus from blue to red
 - d. sour taste, slippery, change litmus from blue to red
4. Neutral solutions have a pH of :
 - a. 0
 - b. 7
 - c. 14

5. An amphoteric substance can act as both an acid and a base. True or false?
 - a. true
 - b. false
6. Which is true?
 - a. pH of less than 7 is basic; pH of more than 7 is acidic
 - b. pH of less than 7 is acidic; pH of more than 7 is basic
7. Which substance completely dissociates in water?
 - a. weak acids
 - b. strong acids
8. According to the definitions of acids and bases devised by Lewis:
 - a. acids are electron pair acceptors and bases are electron pair donors
 - b. acids are electron pair donors and bases are electron pair acceptors
9. A chemical species having one ionizable hydrogen ion is:
 - a. Monoprotic
 - b. Diprotic
 - c. Triprotic
 - d. Polyprotic
10. Vinegar, fruit juice, and cola are examples of:
 - a. strong acids
 - b. weak acids
 - c. strong bases
 - d. weak bases

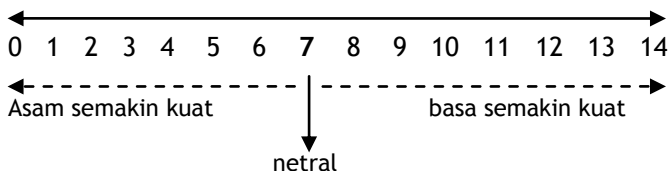
Semua larutan asam dan basa adalah larutan elektrolit (mampu menghantarkan arus listrik).

Asam kuat	=	elektrolit kuat
asam lemah	=	elektrolit lemah
basa kuat	=	elektrolit kuat
basa lemah	=	elektrolit lemah

pH (Potential of Hydrogen)

Tingkat keasaman maupun kebasaan secara kuantitatif dapat diukur melalui pH (derajat keasaman), pOH dan pKw.

Skala pH

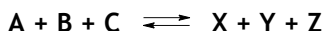


Bagaimana cara menentukan nilai pada skala dari suatu larutan asam atau basa?.

Perlu mengingat lagi konsep tentang kesetimbangan kimia.

A. Kesetimbangan Kimia

Bila zat A, B dan C berubah menjadi X, Y dan Z dan secara simultan X, Y dan Z berubah menjadi A, B dan C, proses gabungan ini disebut reaksi reversibel dan diungkapkan dengan persamaan bertanda panah ganda di bawah ini :



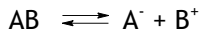
Zat di sebelah kiri tanda panah disebut dengan **reaktan**, dan zat di sebelah kanan disebut **produk**.

Di tahap awal reaksi, konsentrasi produk rendah, dan akibatnya laju reaksi balik juga rendah. Dengan berjalannya reaksi, laju reaksi balik akan meningkat, dan sebaliknya laju reaksi maju semakin rendah. Ketika akhirnya laju dua reaksi sama, nampaknya seolah tidak ada reaksi lagi. Keadaan semacam ini disebut dengan **kesetimbangan kimia**. Pada kesetimbangan, konsentrasi komponen bervariasi bergantung pada suhu. Konsentrasi tiap komponen (biasanya dalam mol dm⁻³) misalnya komponen A, disimbolkan dengan [A]. Maka konstanta kesetimbangan K didefinisikan sebagai :

$$K = \frac{[X] [Y] [Z]}{[A] [B] [C]} \quad [] = \text{konsentrasi molar}$$

B. Kestimbangan disosiasi elektrolit

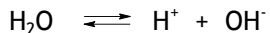
Reaksi disosiasi, yakni ketika elektrolit AB melarut di air dan terdisosiasi menjadi komponennya A^- dan B^+ disebut dengan disosiasi elektrolit atau ionisasi. Reaksi ini juga merupakan reaksi reversible.



Kestimbangan disosiasi elektrolit disebut dengan kestimbangan disosiasi elektrolit. Konstanta kestimbangannya disebut dengan konstanta disosiasi elektrolit. Konstanta ini didefinisikan sebagai berikut.

$$K = \frac{[A^-][B^+]}{[AB]}$$

Pada derajat tertentu air (H_2O) juga akan mengalami disosiasi/ionisasi:



$$K = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]}$$

Konstanta hasil kali ion air (H_2O) didefinisikan sebagai :

$$K_w = [H^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6} \text{ (298,15 K)}$$

Persamaan ini berlaku tidak hanya untuk air murni tetapi juga bagi larutan dalam air.

Jadi, dalam larutan asam, $[H^+]$ lebih besar dari $[OH^-]$. Konsentrasi ion hidrogen $[H^+]$ dalam HCl 1 M adalah $[H^+] = 1,0 \text{ mol dm}^{-3}$ (elektrolit kuat) dan konsentrasi $[H^+]$ dalam 1 M NaOH adalah $[H^+] = 10^{-14} / [OH^-] = 10^{-14} \text{ mol dm}^{-3}$. Hal ini menyatakan bahwa $[H^+]$ larutan berubah sebesar 10^{14} dari HCl 1 M ke NaOH 1M. Lebih lanjut, $[H^+]$ larutan dalam air biasanya cukup kecil. Jadi, akan lebih mudah bila digunakan skala pH, yakni skala logaritma berbasis 10.

$$pH = -\log [H^+]$$

C. Penentuan pH dari asam kuat dan asam lemah

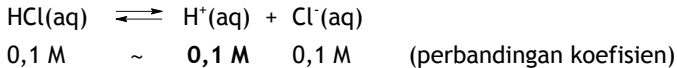
Tingkat keasaman suatu larutan sangat ditentukan oleh keberadaan ion H^+ . untuk asam kuat besarnya ion H^+ adalah :

Asam kuat

$$\begin{aligned} [H^+] &= M_a \cdot \text{valensi asam} & M_a &= \text{Molaritas suatu asam} \\ pH &= -\log [H^+] \end{aligned}$$

Sebagai contoh :

- ☺ Berapakah konsentrasi ion $[H^+]$ dan pH dari HCl 0,1 M ?

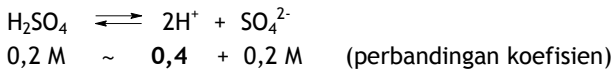


Jadi, konsentrasi ion H^+ pada larutan HCl adalah 0,1 M. sedangkan nilai pH dari HCl adalah :

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log [0,1] \\ &= -\log [1 \times 10^{-1}] \\ &= 1 - \log 1 \\ &= 1 \end{aligned}$$

pH dari HCl adalah 1. Jika dilihat dari skala pH maka angka 1 menunjukkan asam yang kuat.

- ☺ Berapakah konsentrasi ion H^+ dan pH pada larutan H_2SO_4 0,2 M ?



Jadi, konsentrasi ion H^+ pada larutan H_2SO_4 adalah 0,4 M. sedangkan nilai pH dari H_2SO_4 adalah :

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log [0,4] \\ &= -\log [4 \times 10^{-1}] \\ &= 1 - \log 4 && \text{diketahui } \log 4 = 0,6 \\ &= 0,4 \end{aligned}$$

pH dari H_2SO_4 adalah 0,4. Jika dilihat dari skala pH maka angka 0,4 menunjukkan asam yang kuat.

Asam lemah

Asam lemah memiliki derajat ionisasi $\alpha \neq 1$. Sehingga dalam menentukan konsentrasi ion H^+ pada asam lemah terdapat variabel K_a (konstanta disosiasi asam). Besar konsentrasi ion H^+ pada asam lemah adalah :

$$[H^+] = \sqrt{K_a \cdot M_a}$$

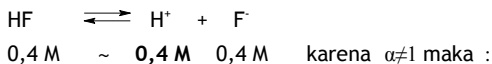
K_a = konstanta disosiasi asam

M_a = molaritas suatu asam

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

Sebagai contoh :

- ☺ Berapakah konsentrasi ion H^+ dan pH dari larutan HF 0,4 M ($K_a = 6,8 \times 10^{-4}$).



$$\begin{aligned}
 [\text{H}^+] &= \sqrt{(6,8 \times 10^{-4}) \cdot 0,4} \\
 &= \sqrt{27,2 \times 10^{-5}} \\
 &= \sqrt{27,2} \times 10^{-5/2} \text{ M}
 \end{aligned}$$

Jadi, konsentrasi ion H^+ dari larutan HF 0,4 M adalah $\sqrt{27,2} \times 10^{-5/2}$ M. sedangkan besarnya pH-nya adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{pH} &= -\log [\sqrt{27,2} \times 10^{-5/2}] \\
 &= 2,5 - \log \sqrt{27,2} \\
 &= 2,5 - 0,71 \\
 &= 1,79
 \end{aligned}$$

pH dari HF adalah **1,79**.

D. Penentuan pOH dari basa kuat dan basa lemah

Tingkat kebasaaan suatu larutan sangat ditentukan oleh keberadaan ion OH^- . untuk basa kuat besarnya ion OH^- adalah :

Basa kuat

$$[\text{OH}^-] = M_b \cdot \text{valensi basa}$$

M_b = molaritas larutan basa

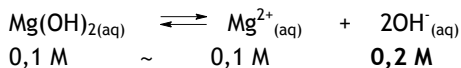
$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} \rightarrow \text{besarnya pH dari larutan basa.}$$

Sebagai contoh :

☺ Tentukan konsentrasi ion OH^- , pOH dan pH dari larutan $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 0,1M

Jawab :



Jadi konsentrasi ion OH^- dalam larutan $\text{Mg}(\text{OH})_2$ adalah 0,2 M.

Besarnya pOH :

$$\begin{aligned}
 \text{pOH} &= -\log [\text{OH}^-] \\
 &= -\log [0,2] \\
 &= -\log [2 \times 10^{-1}] \\
 &= 1 - \log 2 \quad \log 2 = 0,3 \\
 &= 0,7
 \end{aligned}$$

Jadi besarnya pOH dalam larutan Mg(OH)_2 adalah 0,7. Sedangkan pH dari larutan Mg(OH)_2 adalah :

$$\begin{aligned}\text{pH} &= 14 - \text{pOH} \\ &= 14 - 0,7 \\ &= \mathbf{13,3}\end{aligned}$$

Silahkan dilihat pada skala pH, jika larutan menunjukkan pH=13,3 apakah larutan tersebut asam atau basa ?

Kasus

1. Sebanyak 2 gram NaOH dilarutkan dalam air hingga volume 1000 mL. tentukan pH larutan NaOH tersebut. (diketahui Ar Na=23, O=16, H=1).
2. Dalam 1 kg buah belimbing mengandung 4,5 mg asam oksalat ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$). Jika 1 kg buah belimbing tersebut dibuat juice dengan dicampur air hingga volume 1 liter, maka perkirakan pH juice buah belimbing tersebut. (diketahui $K_a \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4 = 6 \times 10^{-5}$, Ar H=1, C=12, O=16). *Catatan : diasumsikan keasaman buah belimbing karena asam oksalat.*

Basa lemah

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \cdot M_b}$$

K_b = konstanta disosiasi basa

M_b = molaritas suatu basa

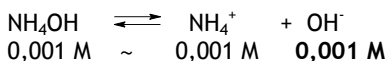
$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH}$$

Sebagai contoh :

- ☺ Tentukan konsentrasi ion OH^- , pOH dan pH dari larutan NH_4OH 0,001 M. (diketahui $K_a \text{ NH}_4\text{OH} = 1 \times 10^{-5}$)

Jawab :



$$\begin{aligned}
 [\text{OH}^-] &= \sqrt{K_b \cdot M_b} \\
 &= \sqrt{(1 \times 10^{-5}) \cdot (1 \times 10^{-3})} \\
 &= \sqrt{1 \times 10^{-8}} \\
 &= 1 \times 10^{-4} \text{ M}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{pOH} &= -\log [\text{OH}^-] \\
 &= -\log [1 \times 10^{-4}] \\
 &= 4 - \log 1 \\
 &= 4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{pH} &= 14 - 4 \\
 &= 10
 \end{aligned}$$

Penting :

Derajat ionisasi (α) $\alpha = \frac{\text{mol zat terionisasi}}{\text{mol zat mula-mula}}$

derajat ionisasi disebut juga derajat disosiasi.

Hubungan :

$$\begin{aligned}
 \alpha &= \sqrt{K_a / M_a} \\
 \alpha &= \sqrt{K_b / M_b}
 \end{aligned}$$

Average pH	Item	Average pH	Item
1	hydrochloric acid, 0.1 M	6	white sugar
2	lime juice	6	salt
2	lemon juice	6	well water
2	Coca-Cola®, fresh	6	dish detergent (for hand washing)
3	vinegar	7.5	water, municipal
3	Pepsi-Cola®, fresh	8	baking soda
3	Coca-Cola®, flat	8.5	egg white product (liquid)
3	Pepsi-Cola®, flat	9	Ivory® soap
4.5	water, acid rain	9	bleach
5	brown sugar	9	borax
5	molasses	9.5	wood ash
5	coffee	11.5	Tide® laundry detergent
5	yogurt	12	sodium hydroxide, 0.1 M
5.5	water, rain	12	dishwasher detergent
6	water, distilled		

Tabel 1.2 Tingkat potensial hidrogen (pH) beberapa jenis makanan.

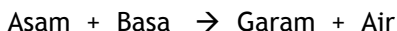
E. Reaksi Asam Basa

Reaksi asam basa atau reaksi penetralan adalah *reaksi antara asam dan basa yang membentuk suatu garam*. Sehingga reaksi asam basa disebut juga sebagai reaksi penggaraman. Meskipun reaksi asam basa adalah bentuk reaksi penetralan, namun pH dari hasil reaksi ini tidaklah netral dengan memiliki pH=7, namun pH bergantung dengan kekuatan asam dan basa-nya.

Contoh :

- $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
- $2\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
- $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- $\text{HNO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Jadi, reaksi asam basa dapat tulis :



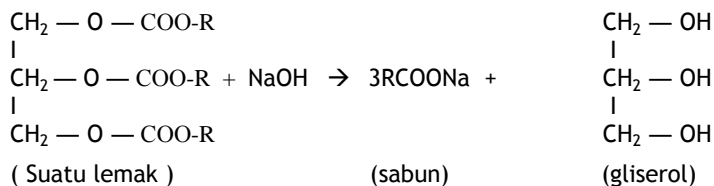
Langkah-langkah dalam menyelesaikan reaksi penggaraman (reaksi asam-basa):

1. Cari logamnya, pindahkan ke ruas kanan beserta valensinya A^x
2. Bila ruas kiri sudah ada rumus asam, pindahkan rumus sisa asam B ke ruas kiri: B^y
3. Bila ruas kiri belum ada rumus asam, maka untuk osida harus ditambahkan H_2O .
4. Tulis rumus garam dengan cara :
 $A^x B^y \rightarrow A_y B_x$ x dan y ruas kanan adalah valensi.
5. Bila ruas kiri ada unsur H, maka ruas kanan harus ditambahkan H_2O
6. Berikan koefisien pada persamaan reaksinya.

Selesaikan reaksi-reaksi berikut ini :

- a. $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{HCN} \rightarrow \dots\dots\dots$
- b. $\text{HCl} + \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \dots\dots\dots$
- c. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \dots\dots\dots$
- d. $\text{CO}_2 + \text{KOH} \rightarrow \dots\dots\dots$
- e. $\text{FeO} + \text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow \dots\dots\dots$
- f. $\text{HBr} + \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow \dots\dots\dots$
- g. $\text{NH}_4\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots\dots\dots$
- h. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{HF} \rightarrow \dots\dots\dots$
- i. $\text{HNO}_3 + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \dots\dots\dots$
- j. $\text{HCOOH} + \text{KOH} \rightarrow \dots\dots\dots$
- k. $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots\dots\dots$

Reaksi asam basa yang terkenal dan memberi manfaat dalam dunia industri adalah reaksi **saponifikasi** (reaksi pembuatan sabun). Reaksi ini antara lemak dengan basa (NaOH atau KOH).



Apakah anda tertarik untuk melakukan praktikum membuat sabun ?

F. pH Campuran

Jika larutan asam dan basa dicampurkan, maka bagaimana cara menentukan pH campuran tersebut ?

Contoh :

Sebanyak 100 mL larutan NaOH 0,01 M dicampur dengan 200 mL larutan HCl 0,01 M, berapa pH campuran tersebut ?

pH HCl 0,01 M sebelum dicampur dengan NaOH adalah

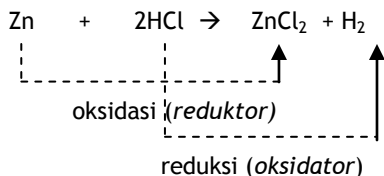
$$\begin{aligned}
 \text{pH} &= -\log [0,01] \\
 &= -\log [1 \times 10^{-2}] \\
 &= 2 - \log 1 \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

pH campuran setelah penambahan 100 mL NaOH 0,01 M

$$\begin{aligned}
 [\text{H}^+] &= \frac{(200 \text{ mL}).(0,01 \text{ M}) - (100 \text{ mL}).(0,01 \text{ M})}{200 \text{ mL} + 100 \text{ mL}} \\
 &= \frac{1}{300} \\
 &= 3,3 \times 10^{-3} \text{ M} \\
 \text{pH} &= 3 - \log 3,3 \\
 &= 3 - 0,52 \\
 &= 2,48
 \end{aligned}$$

G. Reaksi redoks

Asam merupakan oksidator, yaitu zat yang berpotensi untuk mengoksidasi suatu logam. tetapi ada beberapa logam (seperti Au, Pt, Ag, Cu, Ag) tidak dapat dioksidasi. Sebagai contoh :



Deret volta :

Li K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb H Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au

Logam-logam yang dapat dioksidasi oleh asam

Soal latihan 1.1

- Asam lemah HCOOH mempunyai konsentrasi 0,1 M. Jika asam tersebut mengalami ionisasi sebesar 0,01 maka asam tersebut mempunyai pH..
 - 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
- Suatu basa lemah NH_3 mempunyai konsentrasi 0,1 M. pH larutan tersebut jika mengalami ionisasi sebesar 0,01...
 - 7
 - 8
 - 10
 - 11
 - 12
- Lima jenis asam: HA, HB, HC, HD, HE dengan tetapan disosiasi asamnya berturut-turut: $(1,5 \times 10^{-6})$; $(1,2 \times 10^{-6})$; (1×10^{-6}) ; (1×10^{-5}) ; (2×10^{-5}) . Tingkat keasaman yang paling lemah adalah...
 - HE
 - HB
 - HA
 - HC
 - HD
- Sebanyak 100 mL larutan NaOH 0,2 M dicampur dengan 100 mL larutan H_2SO_4 0,1 M, maka pH campuran yang terjadi adalah...
 - $13 + \log 5$
 - $12 + \log 5$
 - 7
 - $2 + \log 5$
 - $2 - \log 2$
- Suatu larutan basa lemah MOH 0,1 M mempunyai tetapan disosiasi basa 10^{-5} , maka pH larutan tersebut adalah...
 - 3
 - 5
 - 6
 - 7
 - 11
- Sebanyak 100 mL larutan natrium hidroksida (NaOH) 0,2 M dicampur dengan 100 mL larutan 0,1 M asam klorida (HCl), maka potensial hydrogen pH larutan yang terjadi adalah...
 - $13 + \log 5$
 - $12 + \log 5$
 - 7
 - $2 + \log 5$
 - $2 - \log 5$

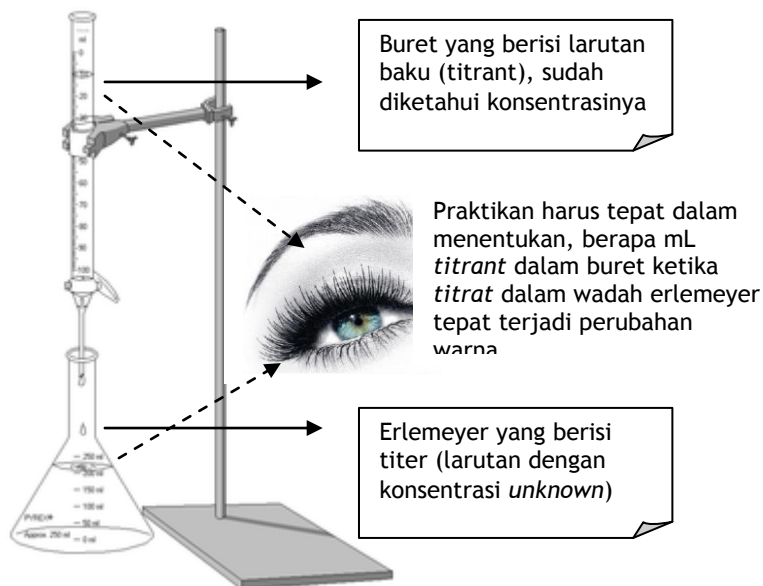
4. Untuk membuat larutan 1 molal NaOH (Mr 40), maka 40 g NaOH dilarutkan kedalam...
 - a. 960 gram air
 - b. 1 L air
 - c. 960 mL air
 - d. 1000 gram air
 - e. air sampai volume 1 L
5. Madu dengan massa jenis 1,4 gram/cc, mengandung glukosa 36% (C=12; H=1; O=16). Konsentrasi glukosa pada madu adalah
 - a. 0,8 M
 - b. 1,8 M
 - c. 2,4 M
 - d. 2,8 M
 - e. 3,2 M
6. Besarnya pH larutan 0,74 gram kalsium hidroksida $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Ca=40; O=16; H=1) dalam 500 mL larutan adalah...
 - a. $2 - \log 4$
 - b. $2 + \log 4$
 - c. $11 + \log 4$
 - d. $12 - \log 4$
 - e. $12 + \log 2$
10. Larutan 0,2 M asam metanoat terdisosiasi 0,5 %. Harga tetapan asam metanoat tersebut adalah...
 - a. 5×10^{-7}
 - b. 5×10^{-6}
 - c. 25×10^{-5}
 - d. 5×10^{-5}
 - e. 10^{-4}
11. Pencemaran lingkungan dapat disebabkan oleh asam-asam oksida. Salah satu contoh asam oksida adalah....
 - a. O_2
 - b. CO_2
 - c. HCl
 - d. NHO_3
 - e. H_3PO_4
12. Suatu asam lemah HX konsentrasinya 0,1M dengan $\alpha = 10^{-1}$. Harga kesetimbangan dan konsentrasi ion H^+ secara berturut-turut adalah...
 - a. 10^{-4} dan 10^{-2}
 - b. 10^{-3} dan 10^{-3}
 - c. 10^{-3} dan 10^{-2}
 - d. 10^{-2} dan 10^{-2}
 - e. 10^{-2} dan 10^{-3}

Soal Essay :

1. Hitunglah kemolaran (M) dari masing-masing larutan dibawah ini :
 - a. 1 gram NaOH dalam 1 liter larutan
 - b. 1,5 gram propanol dalam 500 mL larutan
 - c. 3,6 gram glukosa $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ dalam 2,5 liter larutan
2. Aspirin (Mr= 180) adalah asam lemah dengan $K_a = 1,25 \times 10^{-5}$. Sebutir tablet obat yang mengandung aspirin dilarutkan dalam air hingga volume 500 mL, ternyata larutan ber pH= 3,5. Hitunglah massa aspirin yang terkandung dalam tablet tersebut !
3. Setiap 1 gram buah belimbing mengandung 1,8 mg asam oksalat ($K_a = 5 \times 10^{-2}$). Jika 200 gram buah belimbing direbus dengan air hingga volume 2 liter, dan semua asam oksalat terlarut, berapa pH larutan ?
4. Berapa gram $\text{Mg}(\text{OH})_2$ yang terlarut dalam 200 mL larutan dengan pH= 10 ? (Ar H=1; O=16; Mg=24)

BAB 2. TITRASI ASAM BASA

Titration menggunakan konsep reaksi asam-basa. Adalah metode analisa kimia secara kuantitatif yang biasa digunakan dalam laboratorium untuk menentukan konsentrasi dari suatu reaktan. Karena pengukuran volume memainkan peran penting dalam titration, maka teknik ini juga dikenali dengan analisa volumetrik. Analisis titrimetri merupakan satu dari bagian utama dari kimia analitik dan perhitungannya berdasarkan hubungan stoikiometri dari reaksi-reaksi kimia.



Gambar 1.1 Ilustrasi dari peralatan titration yang biasanya digunakan dalam laboratorium.

Pada gambar 1.1 adalah peralatan yang umum digunakan dalam titration. Larutan yang berada dalam **buret**, disebut sebagai *titrant* atau *pentiter* (larutan penitrasi). Titrant ini adalah larutan baku yang sudah diketahui konsentrasinya. Sedangkan larutan yang berada dalam *gelas erlemeyer* adalah zat yang akan ditentukan nilai konsentrasinya, disebut sebagai *titrat*. Pada larutan yang akan dititrasi (*titrat*) ditambahkan indikator asam-basa.

Dalam titrasi ini akan dijumpai titik ekuivalen (*end equivalent*) . Yaitu suatu titik dimana *titrant* dan *titrat* tepat habis bereaksi dan proses titrasi kemudian dihentikan. Volume *titrant*, konsentrasi dan volume *titrat* dicatat untuk digunakan dalam menentukan konsentrasi *titrat*. Indikator asam-basa ditambahkan pada *titrat* sebelum proses titrasi dilaksanakan. Penambahan indikator bertujuan untuk mengetahui titik akhir titrasi (*end point*). Ketika indikator menunjukkan perubahan warna maka saat itulah terjadi titik akhir titrasi, dan pada saat itu proses titrasi dihentikan.

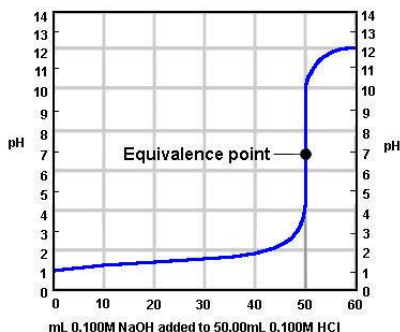
Titik akhir titrasi : titik dimana telah terjadi perubahan warna pada larutan *titrat*.
Titik ekuivalen : titik dimana *titrant* dan *titer* tepat habis bereaksi (tidak dapat diamati oleh indera (mata)).
 Titrasi dapat dikatakan tepat, jika titik ekuivalen hampir mendekati titik akhir titrasi.

Perhitungan dalam titrasi lazim menggunakan konsentrasi normalitas (N).

$N_1 \cdot V_1 = N_2 \cdot V_2$ hubungan molaritas dan normalitas $N = M \cdot n$
 N_1 = normalitas titran
 N_2 = normalitas titer
 V_1 = vololume titran
 V_2 = volume titer
 n = jumlah ion H^+ (pada asam) atau ion OH^- (pada basa)
 M = molaritas

Grafik Titrasi Asam Basa :

1. Titrasi basa kuat versus asam kuat

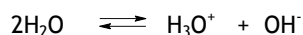


Gambar 1.2 Kurva titrasi basa kuat (*titrant*) dengan asam kuat (*titer*). Sumber gambar : Titration curves <http://www2.chem.ubc.ca>.

Pada gambar kurva diatas, titik ekuivalen tercapai pada saat volume titran (NaOH) sebanyak 50 mL. pada titik ekuivalen tersebut 50 mL NaOH 0,1 M tepat bereaksi dengan 50 mL HCl 0,1 M.

	NaOH	+	HCl	→	NaCl	+	H ₂ O
mmol mula-mula	5 mmol		5 mmol				
mmol reaksi	5 mmol		5 mmol		5 mmol		5 mmol
mmol sisa	0 mmol		0 mmol		<u>5</u> mmol		<u>5</u> mmol

Hasil reaksi menyisakan garam NaCl dan H₂O. Selanjutnya sebagian kecil H₂O mengalami disosiasi :



$$\text{Tetapan air } (K_{\text{air}}) = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}$$

$$\text{Tetapan air } (K_{\text{air}}) \times [\text{H}_2\text{O}] = K_w \quad \text{Jadi, } K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$$

Hasil pengukuran tetapan kesetimbangan air, dengan pengukuran konduktifitas didapat $K_{\text{air}} = 1,8 \times 10^{-16}$ dan molaritas air adalah 1000/18 = 55,5 M

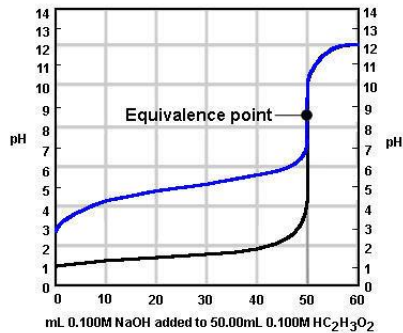
$$\begin{aligned} K_w &= \text{Tetapan air } (K_{\text{air}}) \times [\text{H}_2\text{O}] \\ &= (1,8 \times 10^{-16}) \times 55,5 \\ &= 10^{-14} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_w &= [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] \\ 10^{-14} &= [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] \end{aligned}$$

jadi, konsentrasi $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7} \text{ M}$ dan $[\text{OH}^-] = 10^{-7} \text{ M}$

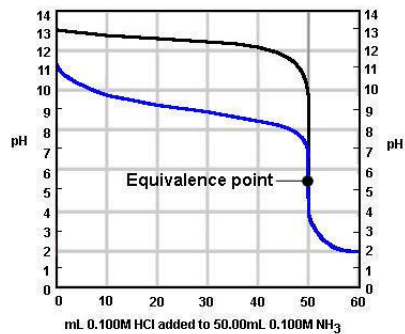
$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log [\text{H}_3\text{O}^+] \\ &= -\log [10^{-7}] \\ &= 7 \rightarrow \text{Sebuah bukti stokiometris kalau air memiliki pH} = 7 \end{aligned}$$

2. Titrasi basa kuat versus asam lemah



Gambar 1.3 Kurva titrasi basa kuat (titran) dengan asam lemah (titer).
Sumber gambar : Titration curves.
<http://www2.chem.ubc.ca>.

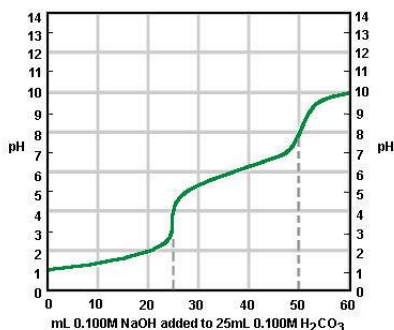
3. Titrasi asam kuat versus basa lemah



Gambar 1.4 Kurva titrasi asam kuat (titran) dengan basa lemah (titer).
Sumber gambar : Titration curves.
<http://www2.chem.ubc.ca>.

Apa yang anda pikirkan tentang dua kurva titrasi diatas ?

4. Titrasi basa kuat versus asam lemah poliprotik



Gambar 1.5 Kurva titrasi basa kuat (titran) dengan asam lemah poliprotik (titer). Sumber gambar : Titration curves. <http://www2.chem.ubc.ca>.

Apa yang anda pikirkan tentang kurva titrasi diatas ?

Questions 1.1

1. A 25 ml solution of 0.5 M NaOH is titrated until neutralized into a 50 ml sample of HCl. What was the concentration of the HCl?
2. The concentration of NaOH is 0.5 M, if 20 ml is needed to titrate 35 mL of acid, what is the concentration of the acid?
3. A 15.5 mL sample of 0.215 M KOH was titrated with a weak acid. It took 21.2 mL of the acid to reach the equivalence point. What is the molarity of the acid?
4. If 20.0 mL of 0.100 M HCl are titrated with 19.5 mL of an NaOH solution. What is the molarity of the NaOH solution?
5. The concentration of HCl, a strong acid is 0.5 M. If 20 ml HCl is needed to titrate 40 mL of NaOH, what is the concentration of NaOH?
6. The concentration of LiOH is 0.50 M. If 25 mL of LiOH is needed to titrate 40 mL of HNO₃ (nitric acid) what is the concentration of HNO₃?

BAB 3. LARUTAN BUFFER (*BUFFERED SOLUTIONS*)

Suatu larutan yang mengandung suatu asam lemah dengan suatu garam dari asam tersebut, atau suatu basa lemah dengan suatu garam dari basa tersebut, mempunyai kemampuan bereaksi baik dengan asam kuat atau basa kuat. Sistem semacam ini dirujuk sebagai larutan *buffer* (larutan penyangga), karena sedikit penambahan asam kuat atau basa kuat dapat mempertahankan nilai pH, atau hanya mengalami pergeseran sedikit.

Larutan *buffer* digunakan secara meluas dalam kimia analitis, biokimia, dan bakteriologi, demikian juga dalam fotografi, industri kulit dan zat warna. Kerja suatu enzim, tumbuhnya kultur bakteri, dan proses biokimia lain bergantung pada pengendalian pH oleh sistem *buffer*. Beberapa reaksi kimia terutama pembentukan suatu senyawa kompleks sangat sensitif terhadap kondisi pH tertentu. Karena reaksi membutuhkan nilai pH tertentu, sehingga dibutuhkan kehadiran *buffer* untuk menjaga pH.

Cairan intrasel dan ekstrasel dalam organisme hidup mengandung pasangan asam-basa konjugasi yang berfungsi sebagai *buffer* pada pH cairan itu. *Buffer* dalam sel yang utama adalah pasangan asam-basa konjugasi dihidrogen fosfat-monohidrogen fosfat, $\text{H}_2\text{PO}_4^- - \text{HPO}_4^{2-}$. *Buffer* luar sel yang utama adalah pasangan asam-basa konjugasi ; asam karbonat-bikarbonat, $\text{H}_2\text{CO}_3 - \text{HCO}_3^-$. Sistem *buffer* ini membantu dalam menjaga pH darah tetap konstan (yaitu mendekati pH 7,4).

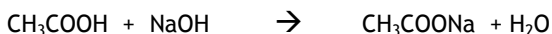
Terbentuknya Sistem *Buffer*

Perhatikan kasus ini :

Sebanyak 100ml CH_3COOH 0,2 M dicampurkan dengan 100mL NaOH 0,1 M. secara stoikiometris, maka akan didapatkan hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{mmol} &= \text{mL} \times \text{M} \\ &= 100 \times 0,2 \\ &= 20 \text{ mmol } \text{CH}_3\text{COOH}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{mmol} &= \text{mL} \times \text{M} \\ &= 100 \times 0,1 \\ &= 10 \text{ mmol } \text{NaOH}\end{aligned}$$



mmol mula-mula :	20 mmol	10 mmol	
mmol reaksi :	10 mmol	10 mmol	
mmol sisa :	<u>10 mmol</u>	0 mmol	<u>10 mmol</u> 10 mmol

Pada reaksi diatas menghasilkan sisa berupa 10 mmol CH_3COOH dan 20 mmol CH_3COONa . Kedua zat ini jika dicampurkan, maka akan membentuk suatu larutan yang dapat mempertahankan nilai pH. Larutan ini disebut sebagai **larutan BUFFER** atau **larutan penyangga**.

Larutan Buffer : adalah suatu larutan yang harga pH nya tidak mudah berubah dengan penambahan sedikit asam atau sedikit basa, atau ditambahkan sejumlah air. Larutan buffer dapat dibuat dengan mereaksikan: antara **asam lemah + basa kuat** (buffer bersifat asam) atau reaksi antara **basa lemah + asam kuat** (buffer bersifat basa).

Syarat terbentuknya buffer :

1. Buffer asam : reaksi asam lemah + basa kuat, maka jumlah mol asam lemahnya harus berlebih.
2. Buffer basa : reaksi basa lemah + asam kuat, maka jumlah mol basa lemahnya harus berlebih.

☺ pH buffer asam

pH buffer asam dipengaruhi oleh konsentrasi molar ion H^+ pada asam lemahnya. Besarnya Konsentrasi ion H^+ tersebut adalah :

$$[\text{H}^+] = K_a \cdot \frac{[\text{asam lemah}]}{[\text{garam}]} \quad \text{atau} \quad [\text{H}^+] = K_a \cdot \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol garam}}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] \quad \text{atau} \quad \text{pH} = \text{p}K_a - \log \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol garam}}$$

Pada contoh kasus diatas. Sebanyak 100ml CH_3COOH 0,2 M dicampurkan dengan 100mL NaOH 0,1 M. diketahui K_a CH_3COOH adalah $1,8 \times 10^{-5}$. Maka pH larutan buffer yang terbentuk adalah...

☺ pH buffer basa

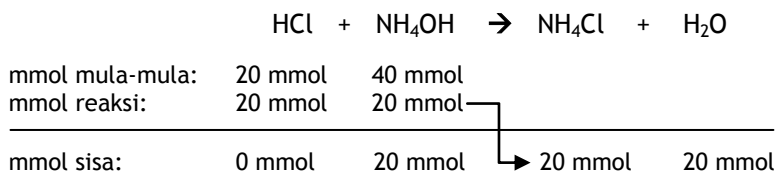
$$[\text{OH}^-] = K_b \cdot \frac{[\text{basa lemah}]}{[\text{garam}]} \quad \text{atau} \quad [\text{OH}^-] = K_b \cdot \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol garam}}$$

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

$$\text{pH} = 14 - \log [\text{OH}^-] \quad \text{atau} \quad \text{pH} = 14 - \text{p}K_a - \log \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol garam}}$$

Contoh :

Sebanyak 100 mL HCl 0,2 M dicampurkan dengan 100 mL NH_4OH 0,4 M. Apakah hasil pencampuran tersebut membentuk larutan buffer ?, berapa pH larutan ?. (diketahui $K_b \text{ NH}_4\text{OH} = 10^{-5}$)



Jawab :

Pencampuran antara asam kuat dan basa lemah tersebut, membentuk sisa berupa basa lemah sebanyak 20 mmol dan garam berupa NH_4Cl sebanyak 20 mmol, dua zat ini akan membentuk larutan *buffer*.
pH larutan tersebut :

$$\begin{aligned} [\text{OH}^-] &= K_b \cdot \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol garam}} \\ &= 10^{-5} \cdot \frac{20 \text{ mmol}}{20 \text{ mmol}} \\ &= 10^{-5} \text{ M} \end{aligned}$$

$$\text{pOH} = 5 - \log 1$$

$$\begin{aligned} \text{pH} &= 14 - (5 - \log 1) \\ &= 9 \end{aligned}$$

Larutan HCl 20 mmol dan NH_4OH 40 mmol tersebut memiliki pH 9. Jika ditambahkan larutan asam atau basa, atau sejumlah air pada larutan tersebut maka tidak terjadi pergeseran nilai pH, besarnya pH tetap 9 sebab telah membentuk *buffer*.

Kasus :

1. Sebanyak 50 mol NH_4OH 50 mL dicampurkan dengan 25 mol H_2SO_4 50 mL, tentukan pH buffer yang terbentuk. (diketahui $K_b \text{ NH}_4\text{OH} = 10^{-5}$)
2. Sebanyak 3,65 gram HCl dilarutkan dalam air hingga volume 1000 mL, larutan HCl kemudian direaksikan dengan 100 mL $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 0,1 M. Tentukan pH larutan buffer yang terbentuk.
3. Hitunglah perubahan dalam pH bila 1,0 larutan HCl 1 M ditambahkan kedalam 50 mL NaCl 1 M.
4. Buatlah 5 model persamaan reaksi kimia (disertai jumlah/kuantitas zat) terbentuknya suatu larutan buffer.
5. Hitunglah perubahan pH bila 1,0 mL larutan HCl 1 M ditambahkan ke 50 mL dari suatu larutan berbuffer yang mula-mula terdiri dari $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ 1 M dan $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ 1 M.
6. Berapakah angka banding $[\text{HCO}_3^-] : [\text{H}_2\text{CO}_3]$ yang diperlukan untuk mempertahankan pH sebesar 7,4 dalam aliran darah, bika diketahui K_a untuk H_2CO_3 dalam darah adalah $8,0 \times 10^{-7}$.

Sumber belajar di internet :

- <http://mahboeb.net>
- <http://chemistry.about.com>
- <http://forumsains.com>
- <http://chem-is-try.org>

Soal Latihan 1.2

- Larutan asam sulfat H_2SO_4 0,4% ($M_r=98$) dengan massa jenis 1,225 gram/cc memiliki pH sebesar...
 - 1,0
 - 1,3
 - 2,0
 - 2,6
 - 4,7
- Sebanyak 5,1 gram gas NH_3 ($M_r=17$) dilarutkan dalam air sehingga volume larutan menjadi 12 liter. Apabila $K_b \text{ NH}_4\text{OH} = 10^{-5}$, maka derajat ionisasi dari ammonium hidroksida NH_4OH adalah...
 - 0,01
 - 0,02
 - 0,001
 - 0,002
 - 0,0001
- Jika 100 mL larutan HCl dengan $\text{pH}=2$ dicampurkan 100 mL larutan NaOH dengan $\text{pH}=10$, akan diperoleh larutan dengan pH sebesar...
 - 3
 - $2 < \text{pH} < 6$
 - $3 < \text{pH} < 6$
 - 6
 - $6 < \text{pH} < 10$
- Diantara campuran berikut ini yang menghasilkan larutan dengan pH paling kecil adalah...
 - 100mL H_2SO_4 0,1M + 100mL air
 - 100mL HCl 2M + 90mL NaOH 2M
 - 10mL HCl 1M + 10mL NaOH 0,5M
 - 20mL HNO_3 1M + 19mL NaOH 1M
 - 100mL NaOH 0,1M + 100mL air
- Besarnya pH campuran dari larutan 500 mL NaOH 0,02 M dan 1500 mL KOH 0,02 M adalah...
 - $2 - \log 2$
 - $12 - \log 2$
 - $12 + \log 2$
 - $13 + \log 5$
 - $11 + \log 5$
- The mass of Ca(OH)_2 in 800 mL of Ca(OH)_2 solution with $\text{pH} 12 + \log 4$ is... gram ($\text{Ar Ca}=40$; $\text{O}=16$; $\text{H}=1$)
 - 1,184
 - 2,250
 - 3,142
 - 4,358
 - 5,125
- 10 mL of 20% solution of NaOH ($M_r=40$) with the density of 1,2 gram/cc is diluted with pure water. If the volume of the resulted dilution is 750 mL, the solution pH becomes..
 - $2 - \log 8$
 - $8 - \log 2$
 - $8 + \log 2$
 - $12 - \log 8$
 - $12 + \log 8$
- One drop of concentrated hydrochloric acid is brought close to a test tube containing concentrated ammonia. What is observed ?
 - A 'pop' sound is heard
 - A brown gas is formed
 - A pink colour is formed
 - Thick white fumes is formed
 - The hydrochloric acid dries up
- 0,74 gram of Ca(OH)_2 is dissolved in 500 mL of water. If the Ar of $\text{Ca}=40$; $\text{O}=16$; $\text{H}=1$. The solution pH will be...
 - $2 - \log 4$
 - $2 + \log 4$
 - $12 - \log 4$
 - $12 + \log 4$
 - $12 + \log 2$
- If 10 mL of acetic acid solution ($K_a=10^{-5}$) with $\text{pH}=4$ is mixed with 90 mL of water. The solution pH becomes...
 - $5 - \log 3,1$
 - $5 + \log 3,1$
 - $9 - \log 3,1$
 - $9 + \log 3,1$
 - $10 - \log 3,1$

6. Logam aluminium yang bermassa 5,4 gram, direaksikan dengan 200 mL larutan H_2SO_4 1 M. Volume hidrogen yang dihasilkan pada STP (0°C , 1 atm) sebesar...
 - a. 4,48 liter
 - b. 6,72 liter
 - c. 11,2 liter
 - d. 22,4 liter
 - e. 44,8 liter
12. One tablet of an indigestion (antacid) medicine containing 500 mg of $\text{Al}(\text{OH})_3$ is dissolved in 200 mL of water. If the K_b of the solution is 10^{-5} ($M_r=78$), the pH of the formed solution is...
 - a. 8,98
 - b. 9,98
 - c. 10,98
 - d. 11,98
 - e. 12,98

BAB 4. HIDROLISIS GARAM

Hidrolisis merupakan reaksi penguraian zat oleh air, reaksi ini juga dapat terjadi jika garam bereaksi dengan air. Reaksi hidrolisis garam juga memegang peranan penting untuk memberikan sifat larutan garam tersebut apakah larutan garam bersifat asam, basa ataupun netral.

Hidrolisis garam adalah reaksi penguraian garam dalam air membentuk ion positif dan ion negatif. Ion-ion yang terbentuk berupa H_3O^+ dan OH^- , sehingga akan berpengaruh terhadap sifat keasamaan atau kebasaan suatu garam.

Peristiwa hidrolisis garam sangat tergantung dari komposisi pembentuk garam, sehingga dapat dikelompokkan kedalam empat bagian yaitu;

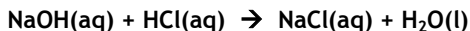
- Garam yang berasal dari asam kuat dan basa kuat,
- Garam yang berasal dari asam kuat dan basa lemah,
- Garam yang berasal dari asam lemah dan basa kuat dan
- Garam yang berasal dari asam lemah dan basa lemah.

Sifat-sifat garam dan pH larutan suatu garam

a. Garam yang terbentuk dari asam kuat dan basa kuat

(Tidak terhidrolisis sama sekali)

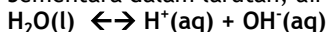
Contoh garam ini berasal dari reaksi NaOH (basa kuat) dengan HCl (asam kuat) berdasarkan persamaan reaksi :



Garam yang terbentuk adalah NaCl (natrium klorida). Selanjutnya NaCl yang terlarut dalam air mengalami disosiasi :



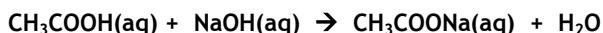
Sementara dalam larutan, air H_2O akan terdisosiasi :



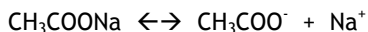
Ion Na^+ dari garam NaCl tidak dapat bereaksi dengan ion OH^- dari H_2O . hal ini dikatakan, garam NaCl *tidak mengalami hidrolisis*. Konsentrasi $[\text{H}^+]$ dan $[\text{OH}^-]$ dalam larutan tidak berubah, konsentrasinya sama sehingga pH tetap sama seperti pH air yaitu 7. Atau dapat dikatakan, larutan garam dari asam kuat dan basa kuat ini bersifat netral ($\text{pH}=7$). Contoh lain garam-garam yang tidak mengalami hidrolisis (dalam larutan bersama air $\text{pH}=7$) adalah : NaCl ; MgCl_2 ; CaCl_2 ; BaSO_4 ; CaSO_4 .

b. Garam yang terbentuk dari asam lemah dan basa kuat
(*Terhidrolisis sebagian/parsial*)

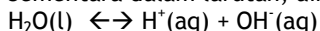
Contoh asam lemah adalah asam asetat CH_3COOH , dan basa kuat adalah NaOH , jika kedua zat bereaksi :



Garam yang terbentuk adalah natrium asetat CH_3COONa . Garam ini jika berada dalam larutan bersama air akan terdisosiasi menghasilkan ion $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$ berdasarkan reaksi :



Sementara dalam larutan, air H_2O akan terdisosiasi :



Ion CH_3COO^- kemudian akan bereaksi dengan ion H^+ (mengalami hidrolisis). Sehingga dalam larutan, konsentrasi $[\text{H}^+]$ akan berkurang dan konsentrasi $[\text{OH}^-]$ tetap, karena Na^+ tidak bereaksi dengan OH^- . Berkurangnya konsentrasi $[\text{H}^+]$ akhirnya sifat larutan garam ini menjadi basa ($\text{pH} > 7$).

Konsentrasi $[\text{OH}^-]$ dalam larutan garam yang terbentuk dari asam lemah dan basa kuat ini adalah :

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a} \times [M]}$$

$$\text{pOH} = \frac{1}{2} (14 - \text{pK}_a - \log M)$$

$$\text{pH} = 14 - \frac{1}{2} (14 - \text{pK}_a - \log M)$$

K_w : tetapan air 10^{-14}

K_a : tetapan asam

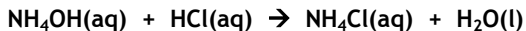
M : konsentrasi anion (komponen garam) yang terhidrolisis

Derajat hidrolisis adalah perbandingan jumlah mol terhidrolisis dengan jumlah mol zat mula-mula. Derajat hidrolisis garam (α) yang berasal dari asam lemah dan basa kuat adalah :

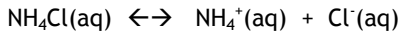
$$\alpha = \sqrt{\frac{K_h}{M}} \quad \text{atau} \quad \alpha = \sqrt{\frac{K_w}{K_a \times M}} \quad K_h = \text{tetapan hidrolisis}$$

c. **Garam yang terbentuk dari asam kuat dan basa lemah**
(*Terhidrolisis sebagian/parsial*)

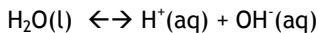
Garam dari asam kuat dan basa lemah contohnya adalah NH_4Cl (ammonium klorida). Dihasilkan dari reaksi :



NH_4Cl dalam pelarut air akan mengalami disosiasi (terionisasi) berdasarkan reaksi :



Disosiasi air H_2O dalam larutan :



Ion ammonium NH_4^+ kemudian akan bereaksi (terhidrolisis) dengan OH^- dari air membentuk NH_4OH . Keberadaan ion OH^- yang berkurang konsentrasinya akibat diikat oleh NH_4^+ , akibatnya jumlah konsentrasi H^+ meningkat, sehingga larutan dari garam ini bersifat asam.

Konsentrasi $[\text{H}^+]$ dalam larutan garam yang terbentuk dari asam kuat dan basa lemah ini adalah :

$$[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{K_w}{K_b}} \times M$$

$$\text{pH} = \frac{1}{2} (14 - \text{p}K_b - \log M)$$

K_w : tetapan air 10^{-14}

K_b : tetapan basa

M : konsentrasi kation (komponen garam) yang terhidrolisis

Derajat hidrolisis adalah perbandingan jumlah mol terhidrolisis dengan jumlah mol zat mula-mula. Derajat hidrolisis garam (α) yang berasal dari asam kuat dan basa lemah adalah :

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_h}{M}} \quad \text{atau} \quad \alpha = \sqrt{\frac{K_w}{K_b \times M}} \quad K_h = \text{tetapan hidrolisis}$$

d. **Garam yang terbentuk dari asam lemah dan basa lemah**
(*Terhidrolisis total*)

Garam jenis ini mengalami hidrolisis total (hidrolisis sempurna), baik kation maupun anionnya. Harga pH larutan garam ini tidak bergantung konsentrasi garamnya, tetapi harga K_a atau K_b masing-masing garamnya.

- $K_a = K_b$: Larutan garam bersifat netral, $pH=7$
 $K_a > K_b$: Larutan garam bersifat asam mempunyai $pH < 7$
 $K_a < K_b$: Larutan garam bersifat basa atau mempunyai $pH > 7$

Beberapa contoh garam yang terhidrolisis sempurna adalah :
 CH_3COONH_4 ; $(NH_4)_2C_2O_4$; $HCOONH_4$;

pH larutan garam dari asam lemah dan basa lemah dipengaruhi oleh konsentrasi $[H^+]$ dan $[OH^-]$:

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_a \times K_w}{K_b}}$$

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{K_b \times K_w}{K_a}}$$

- K_w : tetapan air 10^{-14}
 K_b : tetapan basa
 K_a : tetapan asam

Derajat hidrolisis garam (α) yang berasal dari asam lemah dan basa lemah adalah :

$$\alpha = \frac{\sqrt{K_h}}{1 + \sqrt{K_h}}$$

Contoh soal :

1. Sebanyak 10 mL larutan HCl 0,2 M dicampur dengan 10 mL larutan NH_4OH 0,2 M. jika $K_b NH_4OH = 1 \times 10^{-5}$ tentukan pH campuran...

Jawab :

mmol HCl = $10 \times 0,2 \rightarrow 2$ mmol

mmol NH_4OH = $10 \times 0,2 \rightarrow 2$ mmol

Reaksi yang terjadi adalah :

	HCl	+	NH_4OH	\rightarrow	NH_4Cl	+	H_2O
mmol mula-mula	2		2				
mmol reaksi	2		2		2		2
mmol Setimbang	0		0		2		2

mmol NH_4Cl = 2 mmol \sim 0,002 mol. volume total = 10ml+10ml
 molaritas NH_4Cl = (mol/L) \rightarrow $0,002/0,02 = 0,1$ M

Garam pada soal tersebut berasal dari asam kuat dan basa lemah, sehingga sifat garam adalah asam. Hitung konsentrasi $[H^+]$

$$\begin{aligned}
 [H^+] &= \sqrt{\frac{K_w}{K_b} \times M} \\
 &= \sqrt{\frac{10^{-14}}{10^{-5}} \times 10^{-1}} \\
 &= \sqrt{10^{-10}} \\
 &= 10^{-5} \text{ M}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{pH} &= 5 - \log 1 \\
 &= 5
 \end{aligned}$$

Jadi, pH pencampuran pada soal diatas adalah 5

2. Sebanyak 10 mL NH_4OH 0,2 M dicampurkan dengan 20 mL CH_3COOH 0,2 M. diketahui $K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 10^{-6}$ dan $K_b \text{ NH}_4\text{OH} = 10^{-5}$. Tentukan pH campuran...

Jawab :

Kedua zat yang dicampurkan adalah dari asam lemah dan basa lemah, campuran akan terhidrolisis total sehingga hanya dipengaruhi oleh besarnya K_a atau K_b . Pada soal tersebut $K_a < K_b$ jadi campuran bersifat basa, secara stoikiometris besarnya pH adalah :

$$\begin{aligned}
 [\text{OH}^-] &= \sqrt{\frac{K_b \times K_w}{K_a}} \\
 &= \sqrt{\frac{10^{-5} \times 10^{-14}}{10^{-6}}} \\
 &= \sqrt{10^{-13}} \\
 &= 10^{-6,5} \text{ M}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{pOH} &= 6,5 - \log 1 \\
 &= 6,5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{pH} &= 14 - 6,5 \\
 &= 7,5
 \end{aligned}$$

Jadi, pH campuran adalah 7,5 (bersifat basa)

Soal-soal latihan

1. Sebanyak 100 mL larutan H_2SO_4 0,1 M dicampurkan dengan 100 mL NH_4OH 0,2 M. diketahui $K_b \text{ NH}_4\text{OH} = 10^{-5}$, maka pH campuran yang terjadi adalah...
2. Massa (gram) ammonium sulfat $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ yang harus ditambahkan kedalam 100 mL air sehingga diperoleh larutan dengan pH= 5 adalah...
3. Dicampurkan larutan 0,1 M NH_4OH dan 0,1 M HCN jika diketahui $K_a \text{ HCN} = 10^{-4}$ dan $K_b \text{ NH}_4\text{OH} = 10^{-5}$, tentukan pH campuran tersebut....!
4. Terdapat beberapa garam sebagai berikut :
 - a. NH_4Cl
 - b. NaBr
 - c. Na_2CO_3
 - d. HCOONa
 - e. $\text{CH}_3\text{COO}(\text{NH}_4)$
 - f. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
 - g. KCl
5. Harga pH dari larutan NH_4NO_2 0,1 M adalah... (diketahui harga $K_b \text{ NH}_4\text{OH} = 10^{-5}$ dan $K_a \text{ HNO}_2 = 10^{-4}$)
6. Sebanyak 50 mL larutan HCl 0,1 M dicampurkan dengan 50 mL larutan NH_4OH 0,1 M. jika $K_b \text{ NH}_4\text{OH} = 5 \times 10^{-5}$ maka pH campuran yang terjadi adalah....
7. Larutan NaOH 0,30 M sebanyak 20 mL ditambahkan kedalam 40 mL larutan CH_3COOH 0,15 M ($K_a = 10^{-5}$). Harga pH larutan adalah...
8. Garam CH_3COOK ($M_r = 98$) sebanyak 19,6 gram dilarutkan kedalam air hingga volume 500 mL. jika $K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 10^{-5}$ maka pH larutan CH_3COOK adalah...
9. Larutan NH_4NO_3 0,1 M mempunyai pH = 5. Tentukan tetapan hidrolisis garam tersebut !
10. Sebanyak 100 mL larutan asam asetat CH_3COOH 0,1 M mempunyai pH=3. Jika kedalam larutan ini ditambahkan 0,1 gram NaOH ($M_r = 40$). Tentukan pH campuran yang terjadi...!
11. 0,74 gram of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ is dissolved in 500 mL of water. If the A_r of $\text{Ca} = 40$; $\text{O} = 16$; $\text{H} = 1$). The solution pH will be....
12. A weak alkali of LOH has $\text{pH} = 10 + \log 5$. If the K_b of solution is $2,5 \times 10^{-5}$, the alkali concentration is M.

BAB 5. KELARUTAN DAN HASIL KELARUTAN

Pengertian Kelarutan (solubility)

Kelarutan atau solubilitas adalah kemampuan suatu zat kimia tertentu untuk terlarut dalam suatu pelarut (*solvent*). Kelarutan dinyatakan dalam jumlah maksimum zat terlarut yang larut dalam suatu pelarut pada kesetimbangan. Hasil larutan tersebut diistilahkan sebagai **larutan jenuh** (*batas maksimum zat terlarut yang ditambahkan dalam pelarut sebelum terjadi endapan*). Zat-zat tertentu dapat larut dengan perbandingan apapun terhadap suatu pelarut. Contohnya adalah etanol di dalam air. Sifat ini dalam bahasa Inggris disebut *miscible*.

Kemampuan suatu garam yang larut dalam pelarut (air) memiliki kemampuan yang berbeda-beda. Natrium klorida (NaCl) adalah salah satu garam yang mudah larut dalam air. Sementara garam yang lain seperti AgCl, sukar larut dalam air.

Kelarutan (s) ☉

Perak klorida (AgCl) adalah garam yang terkenal sangat sukar larut dalam air. Apabila dilarutkan dalam air AgCl sangat sedikit yang terlarut sehingga cepat menjadi larutan jenuh. Dapat disimpulkan disini, bahwa zat yang mudah larut dalam air akan mengalami titik jenuh jika zat yang ditambahkan dalam air dalam jumlah yang besar. sebaliknya, zat dikatakan sukar larut apabila zat tersebut yang ditambahkan dalam air berjumlah sedikit. *Jumlah maksimum zat terlarut yang dapat larut dalam suatu pelarut* disebut sebagai kelarutan (solubility). Misalnya, kelarutan AgCl adalah $1,25 \times 10^{-5}$ M, berarti jumlah maksimum AgCl yang dapat larut dalam air 1 liter adalah $1,25 \times 10^{-5}$ mol.

Gram = $(1,25 \times 10^{-5}) \times 143.4 \rightarrow$ karena Mr AgCl adalah 143.4,
= 0,00179 gram

Jadi hanya 0,00179 gram AgCl yang dapat larut dalam 1 liter air.

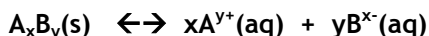
AgCl dalam bentuk larutan jenuh, akan mengalami kesetimbangan reaksi ion sebagai berikut :



Berdasarkan reaksi kesetimbangan diatas, jika kelarutan AgCl adalah $1,25 \times 10^{-5}$ mol/L, maka dalam larutan AgCl terdapat ion Ag^+ sebanyak $1,25 \times 10^{-5}$ mol/L dan ion Cl^- sebanyak $1,25 \times 10^{-5}$ mol/L. Selain bergantung pada jumlah zat yang dapat larut, kelarutan juga bergantung pada jenis pelarutnya.

Hasil Kali Kelarutan (Ksp) ●

Perkalian konsentrasi ion-ion elektrolit yang sukar larut dalam larutan jenuhnya kemudian dipangkatkan koefisiennya masing-masing disebut sebagai *hasil kali kelarutan* (Ksp). Sebagai contoh : Larutan jenuh A_xB_y dalam air akan terjadi kesetimbangan kimia sebagai berikut :



Harga konstanta kesetimbangan (K) dari reaksi diatas adalah sebagai berikut :

$$K = \frac{[A^{y+}]^x [B^{x-}]^y}{[A_xB_y]}$$

$$K [A_xB_y] = [A^{y+}]^x [B^{x-}]^y$$

Harga K $[A_xB_y]$ sangat kecil karena merupakan senyawa ion yang sukar larut. Oleh karena itu harga K $[A_xB_y]$ dianggap konstan sehingga disebut sebagai tetapan hasil kali kelarutan. Tetapan ini dinotasikan Ksp (solubility product constant). Kesetimbangan diatas dapat ditulis sebagai berikut :

$$K_{sp} = [A^{y+}]^x [B^{x-}]^y$$

Konsentrasi ion A^{y+} dan B^{x-} dalam suatu larutan mempengaruhi kejenuhan larutan.

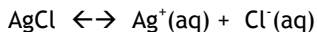
- Jika $[A^{y+}]^x [B^{x-}]^y < K_{sp} A_xB_y$ maka larutan belum jenuh
- Jika $[A^{y+}]^x [B^{x-}]^y = K_{sp} A_xB_y$ maka larutan tepat jenuh
- Jika $[A^{y+}]^x [B^{x-}]^y > K_{sp} A_xB_y$ maka larutan mengendap

Relasi Kelarutan (s) dengan Hasil Kali Kelarutan (Ksp)

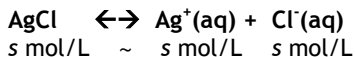
Harus dipahami terlebih dahulu, bahwa zat elektrolit dapat dibagi dalam kelompok :

- Elektrolit *binner* (LN)
Contoh : AgCl, NaCl, NaF, KCl, KNO₃,
- Elektrolit *Terner* (L₂N)
Contoh : MgCl₂, CaF₂, Na₂C₂O₄, MgF₂
- Elektrolit *Kuarternar* (LN₃)
Contoh : AlCl₃, Hg₂Cl₂

Pada elektrolit biner dalam larutannya terjadi kesetimbangan sebagai berikut :

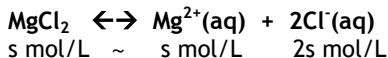


Apabila kelarutan AgCl adalah s mol/L maka jumlah mol Ag^+ dan Cl^- masing-masing adalah s mol/L (perbandingan koefisien)



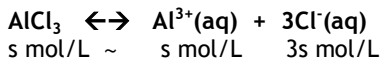
$$\begin{aligned} K_{sp} \text{ AgCl} &= [\text{Ag}^+] [\text{Cl}^-] \\ K_{sp} &= (s) \cdot (s) \\ K_{sp} &= s^2 \quad \text{atau} \quad s = \sqrt{K_{sp}} \end{aligned}$$

Pada elektrolit terner dalam larutannya terjadi kesetimbangan sebagai berikut :



$$\begin{aligned} K_{sp} \text{ MgCl}_2 &= [\text{Mg}^{2+}] [\text{Cl}^-]^2 \\ K_{sp} &= (s) \cdot (2s)^2 \\ K_{sp} &= 4s^3 \quad \text{atau} \quad s = \sqrt[3]{\frac{K_{sp}}{4}} \end{aligned}$$

Pada elektrolit terner dalam larutannya terjadi kesetimbangan sebagai berikut :



$$\begin{aligned} K_{sp} \text{ AlCl}_3 &= [\text{Al}^{3+}] [\text{Cl}^-]^3 \\ K_{sp} &= (s) \cdot (3s)^3 \\ K_{sp} &= 27s^4 \quad \text{atau} \quad s = \sqrt[4]{\frac{K_{sp}}{27}} \end{aligned}$$

Your job ! : Tentukan persamaan kelarutan (s) dan K_{sp} untuk $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

Tabel 11.3 Beberapa harga K_{sp} senyawa

Rumus	Reaksi Keseimbangan	Rumus K_{sp}	K_{sp}
AgI	$\text{AgI}(s) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(aq) + \text{I}^-(aq)$	$K_{sp} = [\text{Ag}^+][\text{I}^-]$	$1,5 \cdot 10^{-16}$
AgCl	$\text{AgCl}(s) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(aq) + \text{Cl}^-(aq)$	$K_{sp} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$	$1,8 \cdot 10^{-10}$
CaF_2	$\text{CaF}_2(s) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(aq) + 2 \text{F}^-(aq)$	$K_{sp} = [\text{Ca}^{2+}][\text{F}^-]^2$	$3,9 \cdot 10^{-11}$
Ag_2CrO_4	$\text{Ag}_2\text{CrO}_4(s) \rightleftharpoons 2 \text{Ag}^+(aq) + \text{CrO}_4^{2-}(aq)$	$K_{sp} = [\text{Ag}^+]^2[\text{CrO}_4^{2-}]$	$9,0 \cdot 10^{-12}$
$\text{Mg}(\text{OH})_2$	$\text{Mg}(\text{OH})_2(s) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(aq) + 2 \text{OH}^-(aq)$	$K_{sp} = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2$	$1,5 \cdot 10^{-11}$
CaCO_3	$\text{CaCO}_3(s) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(aq) + \text{CO}_3^{2-}(aq)$	$K_{sp} = [\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}]$	$4,8 \cdot 10^{-9}$
CaC_2O_4	$\text{CaC}_2\text{O}_4(s) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(aq) + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}(aq)$	$K_{sp} = [\text{Ca}^{2+}][\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]$	$2,27 \cdot 10^{-9}$
PbI_2	$\text{PbI}_2(s) \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+}(aq) + 2 \text{I}^-(aq)$	$K_{sp} = [\text{Pb}^{2+}][\text{I}^-]^2$	$8,7 \cdot 10^{-9}$
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(s) \rightleftharpoons 3 \text{Ca}^{2+}(aq) + 2 \text{PO}_4^{3-}(aq)$	$K_{sp} = [\text{Ca}^{2+}]^3[\text{PO}_4^{3-}]^2$	$1 \cdot 10^{-25}$
BaSO_4	$\text{BaSO}_4(s) \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+}(aq) + \text{SO}_4^{2-}(aq)$	$K_{sp} = [\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]$	$1,1 \cdot 10^{-10}$
PbCl_2	$\text{PbCl}_2(s) \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+}(aq) + 2 \text{Cl}^-(aq)$	$K_{sp} = [\text{Pb}^{2+}][\text{Cl}^-]^2$	$1,7 \cdot 10^{-5}$

Sumber: Holtzclaw, General Chemistry with Qualitative Analysis

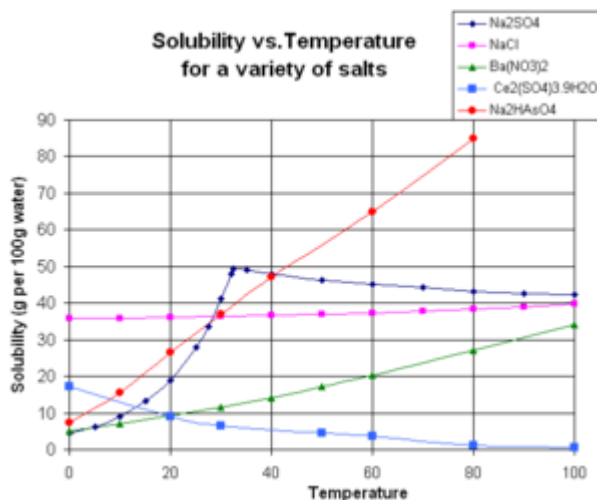
Senyawa	Kelarutan	Pengecualian
Nitrat (NO_3^{2-})	Mudah larut	-
Asetat (CH_3COO^-)	Mudah larut	CH_3COOAg , $\text{Hg}_2(\text{CH}_3\text{COO})_2$, $\text{Bi}(\text{CH}_3\text{COO})_3$
Klorida (Cl^-)	Mudah larut	AgCl , Hg_2Cl_2 , PbCl_2 , CuCl_2
Bromida (Br^-)	Mudah larut	AgBr , Hg_2Br_2 , PbBr_2
Iodida (I^-)	Mudah larut	AgI , Hg_2I_2 , PbI_2 , BiI_3
Sulfat (SO_4^{2-})	Mudah larut	PbSO_4 , BaSO_4 , SrSO_4 , CaSO_4
Sulfida (S^{2-})	Sukar larut	Na_2S , K_2S , $(\text{NH}_4)_2\text{S}$
Phospat (PO_4^{3-})	Sukar larut	Na_3PO_4 , K_3PO_4 , $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$
Karbonat (CO_3^{2-})	Sukar larut	Na_2CO_3 , K_2CO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
Oksalat ($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$)	Sukar larut	$\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$
Oksida (O^{2-})	Sukar larut	Na_2O , K_2O , BaO , SrO , CaO
Hidroksida (OH^-)	Sukar larut	NaOH , KOH , $\text{Ba}(\text{OH})_2$, $\text{Sr}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NH_4OH

Faktor-faktor yang mempengaruhi kelarutan

1. **Suhu.** Kenaikan suhu akan memberikan tambahan energi untuk memutuskan ion-ion dari senyawa elektrolitnya. Oleh sebab itu, semakin tinggi suhu dinaikkan maka akan semakin mudah larut.
2. **Konsentrasi.** Semakin besar konsentrasi ion-ion yang terdapat dalam larutan, akan memperbesar hasil perkalian konsentrasi ion-ion dalam larutan. Hasil perkalian konsentrasi ion-ion apabila mampu melewati harga K_{sp} , maka elektrolit akan mudah mengendap.
3. **Penambahan ion senama.** Elektrolit yang terdiri atas ion logam yang sama seperti AgCl ; AgNO_3 ; AgBr dikatakan memiliki ion senama, yaitu ion perak (Ag^+).

Suatu elektrolit dalam larutannya membentuk kesetimbangan. Adanya penambahan ion senama kedalam larutan elektrolit tersebut, maka akan mengakibatkan pergeseran kesetimbangan ion-ion dalam larutan kearah pembentukan molekulnya kembali. Pergeseran ini mengakibatkan berkurangnya ion-ion dalam larutannya. Dengan semakin sedikitnya ion dalam larutan, maka akan menyebabkan elektrolit tersebut sukar larut.

Grafik yang menyatakan hubungan suhu versus kelarutan. Apa yang anda peroleh dari grafik dibawah ini ?



Latihan soal

1. Jika K_{sp} $Mg(OH)_2$ adalah 4×10^{-12} , berapa gram kelarutan $Mg(OH)_2$ dalam 100 mL air ?
2. Diketahui harga hasil kali kelarutan (K_{sp}) dari senyawa-senyawa adalah :
 - $AgCl = 10^{-10}$
 - $AgI = 10^{-16}$
 - $Ag_2CrO_4 = 10^{-12}$
 - $Ag_2S = 10^{-49}$
 - $Ag_2CO_3 = 10^{-11}$
 Tentukan urutan kelarutan senyawa-senyawa tersebut dalam air dari yang paling sukar larut !
3. Jika diketahui K_{sp} $L(OH)_3$ adalah $2,7 \times 10^{-15}$, maka tentukan pH larutan jenuh $X(OH)_3$...

BAB 6. KOLOID

Pengertian dan Komponen Sistem Koloid

Jika gula pasir dilarutkan dalam air, molekul gula akan segera larut dan terbentuk suatu larutan yang jernih. Ukuran partikel gula dalam larutan jernih ini, lebih kecil dari 10^{-7} cm dan tidak dapat dipisahkan secara mekanik dengan filtrasi atau penyaringan. Peristiwa pencampuran air dan gula ini disebut sebagai **larutan**, dimana pemisahannya melalui kristalisasi. Namun jika pasir dicampurkan dengan air, pasir dan air tidak larut (akan memisah) ketika campuran ini dibiarkan. Campuran semacam ini disebut sebagai **suspensi**. Partikel pasir berukuran lebih besar dari 10^{-5} cm, dan dapat dipisahkan dengan cara mekanis (penyaringan atau filtrasi).

Diantara kedua sistem campuran diatas, yakni larutan dan suspensi, terdapat sistem yang disebut sebagai **koloid**. Sebagai contoh, jika tanah liat dicampurkan dalam air yang mengandung sedikit NaOH, tanah liat pecah menjadi sejumlah partikel kecil. campuran yang terbentuk tidak jernih, tetapi partikel tanah liat tidak mengendap jika dibiarkan. Tidak dapat dipisahkan dengan penyaringan, karena partikel tanah liat terlalu kecil ukurannya sehingga dapat menembus kertas saring, tetapi cukup besar ukurannya sehingga menyebabkan campuran menjadi keruh.

Istilah koloid diperkenalkan oleh Thomas Graham (1805-1869). Graham mengamati, bahwa zat-zat seperti kanji, gelatin, getah dan albumin berdifusi sangat lambat dan tidak mampu menembus membran tertentu. Kelompok zat ini kemudian diberi nama koloid (bahasa Yunani : seperti lem).

Saat ini istilah koloid dipakai untuk menyatakan ukuran partikel serta sistem campuran. Partikel-partikel suatu zat dikatakan berukuran koloid apabila berdiameter antara 10^{-5} cm sampai dengan 10^{-7} cm. yang disebut sistem koloid adalah suatu campuran zat dimana suatu zat tersebar merata dengan berukuran koloid dalam suatu zat lain.

Seperti halnya suatu larutan, dimana tersusun atas dua komponen yakni **zat terlarut** dan **pelarut**. Maka sistem koloid juga tersusun dari dua komponen, yaitu **fase terdispersi** (zat yang tersebar merata) dan **fase pendispersi** (medium tempat partikel-partikel koloid tersebut tersebar).

No.	Larutan	Sistem Koloid	Suspensi
1.	Satu fasa	Dua fasa	Dua fasa
2.	Jernih	Tidak jernih	Tidak jernih
3.	Diameter partikel $<10^{-7}$ cm	Diameter antara 10^{-7} sd 10^{-5} cm	Diameter partikel $>10^{-5}$ cm
4.	Tidak dapat disaring	Tidak dapat disaring	Dapat disaring
5.	Tidak memisah jika dibiarkan.	Tidak memisah jika dibiarkan	Memisah jika dibiarkan

Pengelompokan Sistem Koloid

Fase terdispersi	Fase pendispersi	Sistem Koloid	Contoh
Cair	Padat	Gel	Keju, mentega, nasi, selai, agar-agar, lateks, mutiara, semir padat, lem padat.
Gas	Cair	Busa	Buih sabun, ombak, limun, krem kocok (whipped cream).
Gas	Padat	Busa padat	Batu apung, lava, karet busa, biscuit.
Padat	Gas	Aerosol padat	Asap, debu, buangan knalpot.
Cair	Gas	Aerosol cair	Kabut, awan, hairspray, obat semprot.
Cair	Cair	Emulsi	Susu, santan, minyak ikan, mayonnaise.
Padat	Cair	Sol	Kanji, cat, tinta, protoplasma, putih telur, air lumpur, semir cair, lem cair.
Padat	Padat	Sol padat	Tanah, kaca, permata, perunggu, kuningan

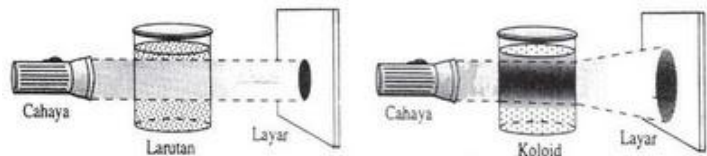
Dari tabel diatas tampak jelas bahwa proses dialam banyak berhubungan dengan sistem koloid. Kegunaan dari cabang ilmu “kimia koloid” terdapat di berbagai bidang. Protoplasma dalam sel makhluk hidup merupakan sistem koloid, sehingga kimia koloid diperlukan untuk menerangkan reaksi dalam sel. Tanah juga merupakan sistem koloid, dan pemahaman tentang koloid sangat membantu dalam meningkatkan kesuburan lahan. Dalam bidang industri, kimia koloid banyak dimanfaatkan pada pembuatan berbagai produk, antara lain biscuit, keju mentega, *hairspray* dan lain sebagainya.

Sifat-sifat Koloid

1. Efek Tyndall

Jika berkas cahaya masuk ruangan yang gelap melalui celah, maka berkas cahaya tersebut akan terlihat dengan jelas, sebab partikel debu dalam ruangan yang berukuran koloid akan menghamburkan cahaya tersebut. Demikian pula jika berada ditengah hutan yang lebat pada pagi hari, cahaya matahari yang masuk melalui sela-sela pepohonan akan tampak dengan jelas sebab cahaya dihamburkan oleh partikel kabut yang merupakan suatu sistem koloid.

Peristiwa penghamburan cahaya oleh partikel koloid disebut efek Tyndall. Dikemukakan oleh *John Tyndall* (1820-1893) ilmuwan fisika Inggris.



Gambar 1.6 Ilustrasi Efek Tyndall

Efek Tyndall dapat digunakan untuk membedakan sistem koloid dan larutan sejati. Partikel dalam larutan yang berupa molekul atau ion terlalu kecil untuk menghamburkan cahaya, sehingga berkas cahaya dalam larutan tidak terlihat. Sebaliknya, cahaya yang melewati sistem koloid akan terlihat dengan jelas.

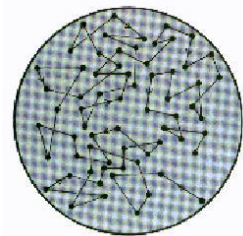
2. Gerak Brown

Partikel koloid tersebar merata dalam medium pendispersinya dan tidak memisah jika dibiarkan. Hal ini disebabkan karena adanya gerak terus-menerus secara acak. Gerakan acak dari partikel koloid dalam medium pendispersinya ini disebut sebagai gerak Brown, (diperkenalkan oleh ahli botani Inggris Robert Brown 1773-1858).

Gerak Brown membuktikan teori kinetik molekul, sebab gerakan tersebut akibat tumbukan antara partikel koloid dengan molekul medium pendispersinya dari segala arah. Oleh karena momentum partikel koloid jauh lebih besar dari molekul mediumnya, maka

partikel koloid bergerak pada garis lurus sampai arah dan kecepataannya diubah oleh tabrakan berikutnya.

Gerak brown akan makin cepat pergerakannya jika ukuran partikel koloid makin kecil. sebaliknya, makin besar ukuran partikel koloid gerakannya makin lambat.



Gambar 1.7 Ilustrasi gerak Brown pada partikel-partikel koloid.

3. Adsorpsi

Peristiwa penyerapan suatu molekul atau ion pada permukaan suatu zat disebut **adsorpsi**. Sangat berbeda pengertiannya dengan absorpsi yaitu penyerapan sampai ke bagian dalam dibawah permukaan.

Suatu sistem koloid mempunyai kemampuan mengadsorpsi, sebab partikel koloid memiliki permukaan yang sangat luas. Sifat adsorpsi dari koloid dapat dilihat dari peristiwa-peristiwa berikut ini :

- Pada penyembuhan sakit perut oleh serbuk karbon (norit), campuran serbuk karbon dengan cairan usus akan membentuk sistem koloid yang mampu mengadsorpsi kuman-kuman yang berbahaya.
- Pada proses pemurnian (purifikasi) gula pasir. Gula yang masih kotor (berwarna coklat) dilarutkan dalam air panas, lalu dialirkan melalui sistem koloid yang berupa karbon. Zat pengotor pada gula akan teradsorpsi sehingga diperoleh gula yang lebih putih dan bersih.
- Pada pencelupan serat wol, kapas atau sutera. Serat yang akan diwarnai dicelupkan dalam larutan aluminium sulfat (AlSO_4) dan larutan basa NaOH . Hasil reaksi berupa $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang bersifat koloid akan melekat pada serat dan menyerap (adsorbs) zat warna tersebut.
- Deodorant atau antiperspirant (zat anti keringat) dapat menghilangkan bau badan. Antiperspiran umumnya mengandung senyawa aluminium, seperti aluminium klorohidrat, $\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ yang dapat memperkecil pori kelenjar keringat, sehingga hanya sedikit keringat yang keluar. Hal ini karena ion aluminium

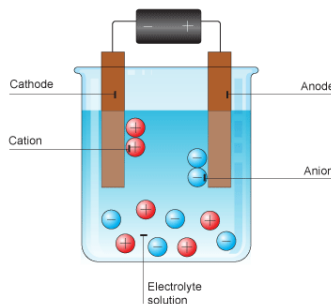
menggumpalkan sebagian cairan kelenjar sehingga pori-pori menjadi kecil. Daya adsorpsi dari koloid dalam tanah, mampu menahan bahan makanan (unsur hara) yang diperlukan tumbuhan, sehingga tidak terbawa oleh hujan. Tanah juga mampu mengadsorpsi kuman yang berbahaya. Agar mendapatkan air tanah yang bersih, jarak tangki kotoran (*septic tank*) harus berjarak minimal 9 meter dari sumur, agar tanah dapat mengadsorpsi zat pencemar dengan baik.

4. Elektroforesis

Partikel-partikel koloid dapat bermuatan listrik akibat dari penyerapan ion pada permukaan koloid tersebut. Sebagai contoh, koloid $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dalam air akan menyerap kation sehingga akan bermuatan positif, sedangkan koloid As_2S_3 bermuatan negatif karena mengadsorpsi anion.

Disamping karena adanya gerak Brown, kestabilan suatu sistem koloid disebabkan adanya muatan listrik pada permukaan partikel koloid. Gaya tolak menolak diantara muatan yang sama akan mencegah pemisahan atau penggumpalan sehingga sistem koloid menjadi stabil.

Jika sepasang elektroda dicelupkan kedalam suatu sistem koloid, lalu dialirkan listrik maka partikel koloid yang bermuatan positif akan menuju ke katoda dan partikel yang bermuatan negatif menuju ke anoda. Pergerakan partikel koloid dibawah pengaruh medan listrik disebut elektroforesis.



Gambar 1.8 Ilustrasi elektrode katode-anode. Sumber : www.bbc.co.uk

Pada peristiwa elektroforesis, partikel koloid akan dinetralkan muatannya dan digumpalkan pada electrode (katoda maupun anoda).

Kegunaan peristiwa elektroforesis antara lain : (1). Untuk menentukan muatan suatu partikel koloid. (2). Untuk memproduksi barang industry yang terbuat dari karet, misalnya pada pembuatan boneka karet atau sarung tangan. (3). Mengurangi zat pencemar udara dari cerobong asap pabrik.

5. Koagulasi

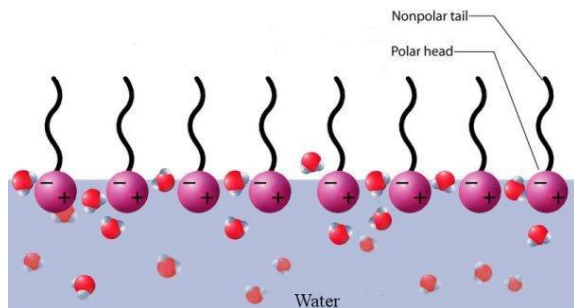
Partikel koloid dapat mengalami koagulasi (penggumpalan) dengan cara penambahan suatu elektrolit yang muatannya berlawanan. Sifat koagulasi partikel koloid dapat digunakan dalam peristiwa-peristiwa berikut ini :

- Proses penjernihan air (*water purifications proses*). Air tak bersih seperti air gambut dipedalaman Kalimantan, Sumatera atau di Papua dapat dibersihkan dengan penambahan PAC (*PolyAluminium Chloride*) suatu polimer dari $AlCl_3$. Sifat asam lewis dari PAC akan mampu menggumpalkan atau mengkoagulasi BO (bahan organik) pada air gambut, sehingga setelah penambahan PAC air gambut relatif lebih bersih. $Al_2(SO_4)_3$ atau tawas, bisa juga digunakan untuk penjernihan air pengganti $AlCl_3$.
- Pada pengolahan karet dari bahan mentahnya (lateks), partikel karet dalam lateks digumpalkan dengan penambahan asam asetat (CH_3COOH). Sehingga karet dapat dipisahkan dari lateks-nya.
- Jika bagian tubuh terluka, maka ion Al^{3+} atau Fe^{3+} segera dinetralkan oleh partikel albuminoid yang terkandung darah, sehingga terjadi penggumpalan darah yang keluar.

6. Emulsi

Emulsi adalah sistem koloid yang partikel terdispersinya dan medium pendispersinya sama-sama cair. Ditinjau dari sifat kepolaran, emulsi merupakan campuran cairan polar dan cairan non polar.

Jika minyak kelapa dicampurkan dengan air kemudian dikocok, terjadilah campuran yang akan memisah kembali setelah didiamkan agak lama. Untuk menstabilkan emulsi ini perlu ditambahkan zat pengemulsi (emulgator), yaitu senyawa organik yang mengandung kombinasi gugus polar dan non polar. Sehingga akan mampu mengikat gugus polar dan gugus non polar. Istilah lain zat pengemulsi (emulgator) ini adalah *surfactant*.



Gambar 1.9 ilustrasi kinerja surfactant. Sumber <http://wiki.en>

Contoh zat pengemulsi (*surfactant*) dalam kehidupan sehari-hari adalah, sabun. Sabun merupakan garam karboksilat, molekul sabun tersusun dari “ekor” alkil yang non polar (larut dalam minyak) dan “kepala” berupa ion karboksilat yang polar (larut dalam air). Prinsip ini menyebabkan sabun dan deterjen memiliki daya pembersih. Zat pengotor berupa lemak diemulsi bersama air sehingga lemak kotoran dapat terangkat dan dapat dibersihkan.

7. Koloid Liofil dan Liofob

Berdasarkan sifat adsorpsi dari partikel koloid terhadap medium pendispersinya, dapat dibagi dua kelompok koloid, yaitu :

a. Koloid liofil

Koloid yang menyukai cairan. Partikel koloid akan mengadsorpsi molekul cairan, sehingga terbentuk selubung disekeliling partikel koloid tersebut. Jika medium pendispersinya air, maka istilah yang dipakai adalah *hidrofil*. Contoh koloid liofil : kanji, protein, agar-agar.

b. Koloid liofob

Koloid yang tidak menyukai cairan. Adalah partikel koloid tidak mengadsorpsi molekul cairan. Jika medium pendispersinya adalah air, istilah yang dipakai adalah *hidrofob*. Contoh koloid hidrofob adalah : sol sulfida dan sol logam.

Koloid liofil lebih stabil daripada koloid liofob. Untuk menggumpalkan koloid liofil diperlukan elektrolit dalam jumlah yang banyak, sebab selubung molekul cairan yang berfungsi sebagai pelindung harus dipecah terlebih dahulu. Adapun koloid liofob mudah digumpalkan dengan diberi sedikit elektrolit saja.

Pada proses pembuatan sol hidrofob, cairan yang akan dipakai sebagai medium pendispersi harus dimurnikan terlebih dahulu dari elektrolit (ion) yang dapat mengganggu kestabilan koloid. Pemurnian pendispersi dari elektrolit ini disebut **dialisis**.

Pembuatan Sistem Koloid

1. Metode Kondensasi

Salah satu cara pembuatan sistem koloid adalah cara kondensasi, yaitu menggumpalkan partikel larutan yang terlalu kecil menjadi partikel yang berukuran koloid. Partikel larutan yang berupa ion, atom atau molekul dapat dikondensasi atau digumpalkan menjadi ukuran koloid melalui cara fisika (penurunan kelarutan) atau cara kimia (reaksi tertentu).

Cara fisika :

a. Pendinginan

Kelarutan suatu zat umumnya berbanding lurus dengan suhu, sehingga proses pendinginan akan menggumpalkan partikel larutan menjadi suatu koloid.

- b. **Penggantian Pelarut**
Membuat sol belerang dalam air. Belerang sukar larut dalam air, tetapi larut dalam alkohol, maka larutan jenuh belerang dalam alkohol diteteskan kedalam air sambil diaduk. Belerang akan menggumpal menjadi partikel koloid, kemudian alkohol dipisahkan dengan metode dialisis.
- c. **Pengembunan Uap**
Uap air raksa (Hg) dialirkan melalui air dingin, sehingga terbentuk sol raksa. Kemudian ammonium sitrat ditambahkan sebagai penstabil (stabilizer).

Cara kimia :

- a. **Reaksi Pengendapan**
Dua buah larutan encer yang masing-masing mengandung elektrolit dicampurkan, sehingga menghasilkan endapan yang berukuran koloid.

$$\text{As}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{As}_2\text{S}_3(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{O}$$

$$\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \text{AgCl}(\text{s}) + \text{NaNO}_3$$
- b. **Reaksi Hidrolisis**
Sol hidroksida seperti $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dan $\text{Al}(\text{OH})_3$ diperoleh dengan menambahkan garam klorida kedalam air mendidih, dan garam tersebut terhidrolisis menjadi hidroksida yang berukuran koloid, reaksi yang terjadi :

$$\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl}$$

$$\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3(\text{s}) + 3\text{HCl}$$
- c. **Reaksi Redoks**
Sol logam seperti sol emas dapat diperoleh dengan mereduksi larutan garamnya, menggunakan reduktor non-elektrolit seperti formaldehida (formalin).

$$2\text{AuCl}_3 + 3\text{HCHO} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Au} + 6\text{HCl} + 3\text{HCOOH}$$
 Sol belerang dan iodine dapat dibuat dengan mengoksidasi ion sulfide dan iodide.

$$2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow 3\text{S}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}$$

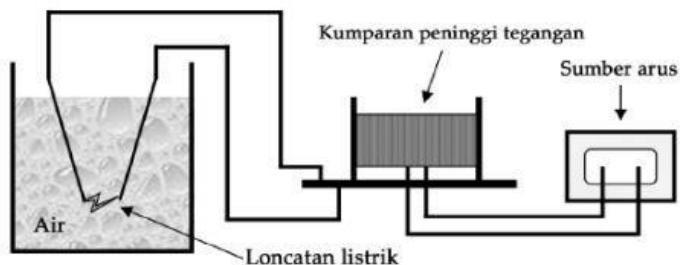
$$5\text{HI} + \text{HIO} \rightarrow 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$$

2. Metode Dispersi

Suatu sistem koloid dapat dibuat dengan cara **dispersi**, yaitu dengan menghaluskan partikel suspensi yang terlalu besar menjadi partikel yang berukuran koloid. Cara dispersi yang sering digunakan ada 3 yaitu :

- a. **Cara mekanik.** Dengan cara melakukan penggerusan (penggilingan) untuk zat padat. Setelah diperoleh kehalusan/ukuran partikel yang dikehendaki, lalu zat tersebut didispersikan kedalam medium pendispersi. Bisa ditambahkan zat penstabil agar tidak terjadi penggumpalan. Sol belerang sering dibuat dengan cara mekanik.

- b. **Cara Peptisasi.** Partikel endapan dipecah dan dihaluskan menjadi partikel koloid dengan menambahkan suatu elektrolit yang mengandung ion sejenis. Misalnya, sol $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dibuat dengan menambahkan FeCl_3 , dan sol NiS dibuat dengan menambahkan H_2S .
- c. **Cara Busur Bredig (Elektrodispersi).** Cara ini khusus untuk membuat sol logam dengan cara disperse. Dua kawat logam yang berfungsi sebagai elektrode dicelupkan kedalam air, kemudian kedua ujung kawat diberikan loncatan listrik. Sebagian logam akan menjadi partikel seukuran koloid dalam air.



Gambar 1.9 Ilustrasi cara Busur Bredig.

Daftar Istilah

Adsorpsi (adsorption)	: serapan; adhesi atom-atom, molekul-molekul, atau ion-ion pada permukaan suatu zat lain.
Afinitas elektron	: perubahan entalpi bila ion bermuatan negatif tunggal kehilangan satu elektron (dinyatakan dalam kJ/mol)
Aldehida (aldehyde)	: suatu molekul organik dengan ikatan rangkap ke atom oksigen sebagai ganti dua atom hidrogen pada ujung rantai.
Aldoheksosa	: sebuah heksosa yang mengandung sebuah gugus aldehida.
Alkane (alkane)	: suatu rantai hidrokarbon yang mengandung hanya 1 buah ikatan tunggal C_nH_{2n+2}
Alkena (alkene)	: suatu rantai hidrokarbon yang mengandung 1 ikatan rangkap.
Alkuna (alkyne)	: suatu rantai hidrokarbon yang mengandung 1 ikatan rangkap 3
Amfoter (amphoteric)	: suatu zat yang dapat bereaksi dengan asam maupun dengan basa.
Alotrop (allotropes)	: dua bentuk molekular maupun kristalin atau lebih dari suatu unsur tertentu, misal: grafit memiliki alotrop berupa intan.
Analisis kualitatif	: analisis kimia suatu bahan untuk menetapkan komponen-komponen apa yang dikandungnya.
Analisis kuantitatif	: analisis kimia suatu bahan untuk menetapkan berapa banyak komponen-komponen tertentu yang dikandungnya.
Analisis volumetric	: metode analisis apa saja yang didasarkan pada pengukuran volume dari zat-zat yang bereaksi.
Anion	: ion yang bermuatan negatif. Kation, ion yang bermuatan positif.
Anode	: dalam tabung vakum, electrode bermuatan positif. dalam sel elektrokimia, electrode dimana berlangsung reaksi oksidasi.
Anorganik	: senyawa yang berupa bahan-bahan non-organik. Contoh NaCl, batu, kapur dan sebagainya.
Aromatisasi	: perubahan sebuah hidrokarbon alifatik menjadi hidrokarbon aromatik.
Arrhenius - asam	: suatu zat yang melarut dalam air dan menghasilkan ion H^+ .
Arrhenius - basa	: suatu zat yang melarut dalam air dan menghasilkan ion OH^- .
Asam amino	: asam karboksilat yang mengandung sebuah gugus amino, monomer-monomer protein.
Asam konjugat	: asam yang diperoleh bila suatu basa menerima sebuah proton.
Asam lemak	: asam karboksilat berantai panjang.
Asam poliprotik	: asam yang terdisosiasi menghasilkan banyak proton. Jika 1 proton disebut asam monoprotik, jika 2 proton asam diprotic.

Autokatalis	: katalisis suatu reaksi oleh suatu hasil (dari reaksi tersebut).
Basa konjugat	: basa yang diperoleh bila suatu asam menyumbangkan sebuah proton.
Bilangan koordinasi	: dalam sebuah kristal, banyaknya tetangga dekat dari sebuah ion atau atom tertentu ; dalam sebuah senyawa koordinasi. Atau banyaknya ikatan kovalen dari ligan yang terikat ke atom pusat.
Bobot ekuivalen	: dalam suatu reaksi redoks, massa zat yang akan memperoleh atau kehilangan 1 mol elektron ; dalam reaksi asam basa massa zat yang akan membebaskan atau bereaksi dengan 1 mol proton.
Boyle - hukum	: pada temperatur konstan, volume gas dengan massa tertentu berubah-ubah menurut perbandingan terbalik dengan tekanan $PV = \text{konstan}$.
Dialisis	: pemisahan molekul-molekul atau ion-ion dari koloid dengan difusi menembus selaput semipermeabel.
Diamagnetic	: suatu zat yang sedikit akan ditolak oleh suatu medan magnetic.
Dipol	: suatu benda yang pada dua titiknya terdapat muatan listrik yang berlawanan.
Dispersi koloid	: dispersi (penyebaran) materi koloid dalam suatu zat lain.
Disproporsionasi	: suatu reaksi dimana sebagian suatu zat teroksidasi, sementara zat yang lain tereduksi.
Electrode	: kawat, batang ataupun lempeng yang bermuatan listrik dalam sebuah tabung vakum ataupun sel elektrokimia.
Elektrolisis	: suatu metode penggunaan arus listrik untuk menjalankan suatu reaksi redoks.
Elektrolit	: suatu zat yang mampu menghantarkan listrik, bila dilelehkan atau dilarutkan dalam pelarut (air).
Elektron valensi	: elektron dalam salah satu tingkat energi terluar dari suatu atom, yang mampu berperanserta dalam pembentukan ikatan kimia.
Elektron delokalisasi	: elektron-elektron yang berperan serta dalam lebih dari satu ikatan secara serempak (simultan).
Endapan	: zat padat yang tak larut yang dibentuk oleh kimia dalam larutan.
Emulsi	: suatu dispersi koloid cair dalam air.
Enantiomer	: isomer yang merupakan bayangan cermin yang tidak dapat dihindarkan satu terhadap lainnya.
Energi dalam	: energi total suatu sistem kimia (kJ/mol)
Energi pengaktifan (aktifasi)	: energi berlebih yang harus dimiliki pereaksi pereaksi untuk membentuk keadaan transisi suatu reaksi (kJ/mol).

Entropi	: ketidakberaturan suatu sistem, suhu atau tekanan gas yang diperbesar maka entropi sistem akan meningkat (tidak stabil).
Entalpi	: kandungan kalor dari suatu zat (kJ/mol).
Enzyme	: suatu protein yang bertindak sebagai suatu katalis untuk suatu reaksi biokimia yang spesifik.
Esterifikasi	: suatu reaksi organik dimana suatu asam karboksilat dan suatu alkohol bereaksi membentuk suatu ester dan air.
Garam rangkap	: suatu garam yang terdiri dari dua kation yang berbeda.
Ferromagnetic	: zat yang dapat ditarik dengan kuat oleh medan magnet.
Gaya London	: Gaya tarik antar molekul lemah yang ditimbulkan oleh dipol yang terimbas.
Hidrogenasi	: penambahan atom H pada senyawa tak jenuh.
Hidrolisis	: reaksi kimia apa saja antara suatu zat dengan air.
Higroskopis	: suatu zat yang menarik uap air. Karena zat ini lingkungan disekitar menjadi tak lembab.
Keadaan transisi	: keadaan yang terjadi pada saat tabrakan sekejap yang secara potensial efektif, antara spesi-spesi yang bereaksi (kompleks teraktifkan).
Kelarutan (solubility)	: banyaknya zat yang melarut dalam suatu kuantitas tertentu pelarut untuk menghasilkan larutan jenuh.
Kromofor	: bagian suatu molekul zat warna organik yang menentukan zat warna.
Kurva titrasi	: dalam reaksi asam-basa, suatu alur pH atau pOH versus volume reagen yang ditambahkan.
Larutan buffer	: suatu larutan asam lemah dan garam dari asam itu, atau larutan basa lemah dan garam dari basa itu, yang kedua bentuk larutan tersebut, relatif dapat mempertahankan pH.

Daftar Pustaka

- Keenan, et. al (1984). General College Chemistry. Harper & Row Publisher Inc. London. UK.
- Allan R. Pinhas, et. al (2005). The Vocabulary and Concepts of Organic Chemistry. Wiley Interscience. A John Wiley & Sons, Inc Publication. New Jersey.
- Mc Graw-Hill. (2003). Dictionary of Chemistry. The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved. United States.

Evaluasi kimia komprehensif

1. Jika suatu larutan memiliki ion H^+ dengan konsentrasi $5 \times 10^{-6} M$, maka harga pH dari larutan tersebut adalah...
 - a. $5 - \log 6$
 - b. $5 + \log 6$
 - c. $6 - \log 5$
 - d. $6 + \log 5$
 - e. $6 + \log 10$
2. Suatu larutan mempunyai konsentrasi ion H^+ sebesar $2 \times 10^{-3} M$. jika diketahui $K_w = 1 \times 10^{-14}$ maka konsentrasi ion OH^- dalam larutan tersebut adalah... M
 - a. 1×10^{-11}
 - b. 3×10^{-11}
 - c. 3×10^{-12}
 - d. 5×10^{-11}
 - e. 5×10^{-12}
3. Suatu reaksi berlangsung pada suhu $20^\circ C$. Bila pada setiap kenaikan $10^\circ C$ tetapan kecepatan reaksinya meningkat 2 kali, maka kecepatan reaksi pada suhu $60^\circ C$ dibandingkan pada suhu 20° akan meningkat ...
 - a. 2 kali
 - b. 8 kali
 - c. 16 kali
 - d. 32 kali
 - e. 64 kali
4. Garam di bawah ini yang mengalami hidrolisis total adalah ...
 - a. CH_3COONH_4
 - b. $NaCl$
 - c. NH_4Cl
 - d. CH_3COONa
 - e. Na_2CO_3
5. Reaksi kesetimbangan: $N_2(g) + 3H_2(g) \leftrightarrow 2NH_3(g)$ $\Delta H = -17 \text{ kkal}$, kesetimbangan akan bergeser ke kanan apabila ...
 - a. suhu dinaikkan
 - b. ditambahkan katalis
 - c. volume diperbesar
 - d. konsentrasi N_2 diperbesar
 - e. konsentrasi NH_3 diperbesar
6. Di dalam suatu larutan terdapat ion-ion X^{2+} , Y^{2+} ; dan Z^{2+} dengan konsentrasi masing-masing 0,1 M. Ke dalam larutan ditambahkan NaOH sehingga pH larutan menjadi 8. Berdasarkan data berikut:
 $K_{sp} X(OH)_2 = 2,8 \times 10^{-10}$
 $K_{sp} Y(OH)_2 = 4,5 \times 10^{-11}$
 $K_{sp} Z(OH)_2 = 1,6 \times 10^{-14}$
Maka hidroksida yang mengendap adalah
 - a. $X(OH)_2$
 - b. $Y(OH)_2$
 - c. $Z(OH)_2$
 - d. $X(OH)_2$ dan $Y(OH)_2$
 - e. $Y(OH)_2$ dan $Z(OH)_2$
7. Sistem koloid yang dibuat dengan mendispersikan zat padat ke dalam cairan adalah ...
 - a. aerosol
 - b. emulsi
 - c. buih
 - d. sol
 - e. gel
8. 5 cm^3 0,1 M larutan H_2SO_4 diencerkan dengan air murni hingga 250 cm^3 . Besarnya pH setelah diencerkan adalah...
 - a. $4 - \log 3$
 - b. $3 + \log 3$
 - c. $11 + \log 4$
 - d. $3 + \log 4$
 - e. $3 - \log 4$

9. Pada reaksi : $\text{OH}^- + \text{NH}_4^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3$ yang merupakan pasangan asam basa konjugasi adalah ...
- $\text{NH}_4^+ - \text{NH}_3$
 - $\text{OH}^- - \text{NH}_3$
 - $\text{NH}_4^+ - \text{H}_2\text{O}$
 - $\text{NH}_3 - \text{H}_2\text{O}$
 - $\text{NH}_4^+ - \text{OH}^-$
10. Larutan jenuh senyawa hidroksida dari suatu logam, $\text{M}(\text{OH})_3$ mempunyai $\text{pH} = 9,00$. Harga K_{sp} (hasil kali larutan) dari senyawa ini ialah ...
- $3,3 \times 10^{-21}$
 - $3,0 \times 10^{-20}$
 - $1,0 \times 10^{-10}$
 - $3,0 \times 10^{-36}$
 - $3,3 \times 10^{-37}$
11. Diketahui reaksi : $\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$
Jika 5 gram batu kapur direaksikan dengan asam klorida encer, maka pada keadaan STP akan diperoleh sebanyak ... (Ar : Ca = 40 , Cl = 35,5 , O = 16 , C = 12 dan H = 1)
- 1,12 dm^3
 - 2,24 dm^3
 - 4,46 dm^3
 - 5,60 dm^3
 - 11,2 dm^3
12. 100 cm^3 larutan 0,1 M ditambah air sampai volume larutan menjadi 250 cm^3 . Perubahan harga pH larutan HCl setelah diencerkan adalah dari ...
- 2 menjadi 3 - log 25
 - 1 menjadi 1 - log 25
 - 2 menjadi 2 - log 2
 - 1 menjadi 2 - log 2
 - 1 menjadi 2 - log 6,7
13. x gram HCOONa (Mr = 68) dicampur dengan larutan 0,1M HCOOH $K_a = 10^{-6}$ diperoleh pH = 5. Maka harga x adalah ...
- 0,68 gram
 - 3,40 gram
 - 6,80 gram
 - 7,20 gram
 - 68,0 gram
14. Larutan garam berikut yang bersifat asam adalah ...
- NaCl
 - Na_2SO_4
 - CH_3COONa
 - Nal
 - NH_4Cl
15. Larutan 0,1 M CH_3COOH mempunyai pH = 3 ($K_a = 10^{-5}$). Agar pH larutan menjadi 6, maka larutan itu harus ditambah CH_3COONa sebanyak ...
- 0,1 mol
 - 1 mol
 - 5 mol
 - 10 mol
 - 20 mol
16. Reaksi berikut : $\text{HSO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ Pasangan asam basa konjugasinya adalah ...
- H_3O^+ dan SO_4^{2-}
 - HSO_4^- dan H_3O^+
 - H_2O dan SO_4^{2-}
 - HSO_4^- dan SO_2^{2-}
 - HSO_4^- dan H_2O
17. Lima gelas kimia yang berisi larutan dengan volume sama. Jika ke dalam kelima gelas kimia itu dilarutkan sejumlah perak klorida padat, maka perak klorida padat paling mudah larut dalam gelas yang berisi ...
- 0,01 M HCl
 - 0,10 M HCl
 - 1,0 M HCl
 - 0,20 M AgNO_3
 - 2,00 M AgNO_3

18. Larutan 25 ml CH_3COOH 0,2 M ($K_a = 10^{-5}$) dicampurkan dengan 25 ml larutan NaOH 0,1 M, maka harga pH larutan yang terjadi adalah ...
 a. 2,0 d. 5,0
 b. 2,5 e. 5,5
 c. 3,0
19. Logam aluminium sebanyak 0,2 mol dilarutkan dalam 600 ml larutan asam sulfat 0,5 M. Menurut persamaan :
 $2\text{Al(s)} + 3\text{H}_2\text{SO}_4\text{(aq)} \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3\text{(aq)} + 3\text{H}_2\text{(g)}$
 Gas H_2 yang terbentuk pada keadaan standard adalah ...
 a. 2,24 liter d. 6,72 liter
 b. 2,90 liter e. 11,2 liter
 c. 4,48 liter
20. Pada industri asam sulfat, gas SO_3 dibuat menurut reaksi:
 $2\text{SO}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{SO}_3\text{(g)} \quad \Delta H = 197 \text{ kJ}$
 Untuk memperoleh SO_3 sebanyak mungkin maka ...
 a. volum sistem diperbesar d. tekanan sistem diperkecil
 b. suhu sistem sangat tinggi e. tekanan parsial SO_2
 c. gas SO_3 yang terbentuk diambil diturunkan
21. Larutan 0,74 gram Ca(OH)_2 ($M_r = 74$) dalam 2 liter air mempunyai harga pH ...
 a. $2 - \log 2$ d. $12 + \log 2$
 b. 2 e. $13 - \log 2$
 c. 12
22. Campuran yang menghasilkan garam terhidrolisis sebagian dan bersifat basa ialah ...
 a. 50 ml CH_3COOH 0,2 M + 50 ml NaOH 0,1 M
 b. 50 mL HCl 0,2 M + 50 ml $\text{NH}_3\text{(aq)}$ 0,2 M
 c. 50 ml HCOOH 0,2 M + 50 ml KOH 0,2 M
 d. 50 ml HCl 0,2 M + 50 ml NaOH 0,2 M
 e. 50 ml CH_3COOH 0,1 M + 50 ml $\text{NH}_3\text{(aq)}$ 0,2 M
23. Diketahui :
 $K_{sp} \text{AgCN} = 1,2 \times 10^{-16} \text{ mol L}^{-1}$
 $K_{sp} \text{Mg(OH)}_2 = 1,2 \times 10^{-12} \text{ mol L}^{-1}$
 $K_{sp} \text{AgNO}_3 = 4 \times 10^{-12} \text{ mol L}^{-1}$
 $K_{sp} \text{Mn(OH)}_2 = 1,9 \times 10^{-13} \text{ mol L}^{-1}$
 $K_{sp} \text{AgBr} = 5 \times 10^{-13} \text{ mol L}^{-1}$
 Dari data di atas, senyawa yang paling besar kelarutannya dalam air adalah ...
 a. AgCN d. Mn(OH)_2
 b. Mg(OH)_2 e. AgBr
 c. AgIO_3
24. Dalam suatu bejana yang bervolume 1 liter, 4 mol gas NO_2 membentuk kesetimbangan sebagai berikut : $2\text{NO}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO(g)} + \text{O}_2\text{(g)}$
 Dalam keadaan setimbang pada suhu tetap, terbentuk 1 mol O_2 . Tetapan kesetimbangan K_a adalah ...
 a. 0,5 d. 2,0
 b. 1,0 e. 4,0
 c. 1,5

25. 10 mL of 20% (w/w) solution of NaOH ($M_r=40$) with the density of $1,2 \text{ g.cm}^{-3}$ is diluted with pure water. If the volume of the resulted dilution is 750 mL, the solution pH becomes...
- $2 - \log 8$
 - $8 - \log 2$
 - $8 + \log 2$
 - $12 - \log 8$
 - $12 + \log 8$
26. If 10 mL of acetic acid solution ($K_a=10^{-5}$) with $\text{pH}=4$ is mixed with 90 mL of water. The solution pH becomes...
- $5 - \log 3,1$
 - $5 + \log 3,1$
 - $9 - \log 3,1$
 - $9 + \log 3,1$
 - $10 - \log 3,1$
27. 0,74 gram of Ca(OH)_2 is dissolved in 500 mL of water. If the Ar of $\text{Ca}=40$, $\text{O}=16$ and $\text{H}=1$, the solution pH will be...
- $2 - \log 4$
 - $2 + \log 4$
 - $12 - \log 4$
 - $12 + \log 4$
 - $12 + \log 2$
28. Larutan garam berikut ini yang harga pH-nya tidak dipengaruhi oleh konsentrasi molarnya adalah...
- NH_4CN
 - $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
 - NaHCO_3
 - $\text{Mg(NO}_3)_2$
 - CH_3COONa
29. Jika 20 ml larutan HCl 0,2 M dicampur dengan 20 ml larutan NH_4OH 0,2 M, $K_b \text{ NH}_4\text{OH}=10^{-5}$ maka pH campuran adalah...
- $2 + \log 5$
 - 4
 - 5
 - $5 + \log 5$
 - 8
30. Diketahui $K_{sp} \text{ L}_2\text{CrO}_4$ sebesar 4×10^{-12} maka konsentrasi ion L^+ adalah ... mol/L
- $0,1 \times 10^{-5}$
 - $1,0 \times 10^{-5}$
 - $5,0 \times 10^{-5}$
 - $0,2 \times 10^{-4}$
 - $2,0 \times 10^{-4}$
31. Garam berikut ini yang mengalami hidrolisis total adalah...
- NaCN
 - NH_4Cl
 - NaCl
 - Na_2CO_3
 - $\text{CH}_3\text{COONH}_4$
32. *Buffer* yang terdapat dalam tubuh dan merupakan zat warna darah adalah...
- Fosfat
 - Karbonat
 - hemoglobin
 - Asam sitrat
 - Natrium sitrat
33. pH suatu larutan asam lemah 0,3 M adalah 3, derajat ionisasi asam tersebut adalah...
- 0,01
 - 0,03
 - 0,1
 - 0,3
 - 0,4

34. Sebanyak 5,6 gram kristal KOH dilarutkan dalam air sehingga volume larutan menjadi 200 mL. jika Ar; K=39, O=16 dan H=1, maka pH larutan tersebut adalah...
- $1 - \log 5$
 - $1 + \log 5$
 - $13 - \log 5$
 - $13 + \log 5$
 - 13
35. Diantara zat berikut ini yang termasuk aerosol adalah...
- Kaca berwarna
 - Gelas borosilikat
 - kabut
 - Busa sabun
 - Agar-agar
36. Suatu bahan yang dapat mencampurkan dua zat yang berbeda kepolaran-nya, disebut sebagai...
- Surfaktan
 - Emulgator
 - koagulator
 - Katalisator
 - stabilisator
37. Sistem koloid pada getah karet termasuk...
- Sol
 - Sol padat
 - emulsi
 - Aerosol cair
 - busa
38. The best electrolyte solution for coagulating AgI from negative charged AgI sol is....
- AlCl_3
 - BaCl_2
 - NaCl
 - Na_2SO_4
 - Na_3PO_4
39. 20 ml of 0,3 M NH_4OH solution is mixed with 40 ml of 0,1 M HCl solution. If K_b is 10^{-5} , the pH of the mixture is... (log 5=0.699; log 2=0,301).
- 7.311
 - 3.699
 - 8.699
 - 4.301
 - 1
40. There are 2 liters of 0,1 M NH_4Cl solution. If the $K_h=10^{-9}$, the pH of the salt solution is...
- 5
 - 5,5
 - 9
 - 10
 - 10,5

“Materi hanyalah pemadatan lokal dari medan elektromagnetik, suatu konsentrasi dari energi yang datang dan pergi sesaat. Apa yang sesungguhnya di anggap benda atau materi, hanyalah tersusun dari ruang-ruang hampa diantara molekul yang tak pernah diam dalam suatu bentuk permanen. Tidak ada benda riil apapun di semesta ini, semua yang ada hanyalah ilusi, termasuk wajahmu yang tampan, cantik atau manis itu.”

Pemikiran saya yang muncul tiba-tiba, tatkala mengamati gerak mikroskopis sekumpulan atom di suatu tengah malam yang sunyi, di laboratorium robotika & rekayasa energi ITS Surabaya (Mahbub Alwathoni - November 2010).

Mari kita lanjutkan belajar ilusi materi yang terangkum dalam buku kecil ilmu kimia ini...