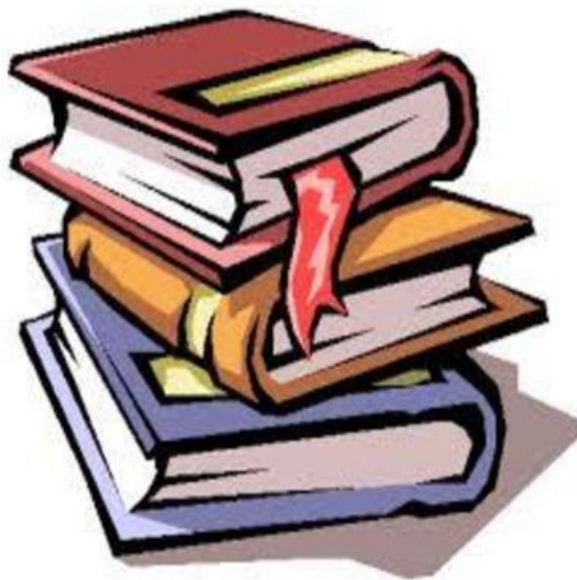


BAHAN AJAR

pH Garam dari Asam Lemah dan Basa Lemah



DISUSUN OLEH :
SUNARTI, S.Pd

SUNARTI, S.Pd

A

Pendahuluan

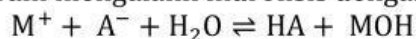
Reaksi hidrolisis merupakan reaksi kesetimbangan. Walaupun jumlah garam yang terhidrolisis hanya sedikit, tetapi hal itu bisa merubah pH larutan. Pada hidrolisis garam dikenal istilah tetapan hidrolisis (K_h) yang digunakan untuk menunjukkan kesetimbangan hidrolisis secara kuantitatif. Tetapan hidrolisis (K_h) terkait dengan tetapan ionisasi asam (K_a) dan tetapan ionisasi basa (K_b) serta dapat digunakan untuk menentukan pH larutan garam.

B

Uraian materi

pH Larutan Garam dari Asam Lemah dan Basa Lemah

Garam yang berasal dari asam lemah dan basa lemah dalam air mengalami hidrolisis total. Karena kedua komponen garam (anion asam lemah dan kation basa lemah) terhidrolisis menghasilkan ion H^+ dan ion OH^- sehingga harga pH larutan ini tergantung harga K_a dan K_b . Contoh garam dari asam lemah dan basa lemah: NH_4CN dan CH_3COONH_4 . Kation dan anion dari garam mengalami hidrolisis dengan reaksi:



Tetapan hidrolisisnya:

$$K = \frac{[HA][MOH]}{[M^+][A^-][H_2O]}$$

$$K \times [H_2O] = \frac{[HA][MOH]}{[M^+][A^-]}$$

$K \times [H_2O]$ adalah tetapan yang dilambangkan dengan K_h maka persamaan di atas menjadi:

$$K_h = \frac{[HA][MOH]}{[M^+][A^-]} \quad \dots\dots (1)$$

Ruas kanan persamaan (1) dikalikan dengan $\frac{[H^+][OH^-]}{[H^+][OH^-]}$, persamaan menjadi:

$$K_h = \frac{[HA][MOH]}{[M^+][A^-]} \times \frac{[H^+][OH^-]}{[H^+][OH^-]}$$

$$K_h = \frac{[HA]}{[A^-][H^+]} \times \frac{[MOH]}{[M^+][OH^-]} \times [H^+][OH^-] \quad \dots\dots (2)$$

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

$$K_b = \frac{[M^+][OH^-]}{[MOH]}$$

$$\frac{[HA]}{[H^+][A^-]} = \frac{1}{K_a}$$

$$\frac{[MOH]}{[M^+][OH^-]} = \frac{1}{K_b}$$

..... (3)

Dari persamaan 2 dan 3 didapat

$$K_h = \frac{1}{K_a K_b} \times [H^+][OH^-]$$

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

$$K_h = \frac{K_w}{K_a K_b} \dots\dots (4)$$

Oleh karena $K_h = \frac{[HA][MOH]}{[M^+][A^-]}$ maka persamaan (4) menjadi

$$\frac{[HA][MOH]}{[M^+][A^-]} = \frac{K_w}{K_a K_b}$$

$[HA] = [MOH]$ dan $[M^+] = [A^-]$ sehingga persamaan menjadi

$$\frac{[HA][HA]}{[A^-][A^-]} = \frac{K_w}{K_a K_b}$$

$$\frac{[HA]}{[A^-]} = \sqrt{K_h} = \sqrt{\frac{K_w}{K_a K_b}} \dots\dots (5)$$

dari kesetimbangan asam HA diperoleh $K_a = \frac{[H^+][A^-]}{HA}$

$$\text{Maka, } [H^+] = K_a \times \frac{[HA]}{[A^-]} \dots\dots (6)$$

Jika persamaan (5) dan (6) disubstitusikan, diperoleh:

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

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

Jika yang ditinjau basa lemahnya (MOH), maka dengan cara yang sama didapatkan:

$$\frac{[MOH][MOH]}{[M^+][M]} = \frac{K_w}{K_a K_b}$$

$$\frac{[MOH]}{[M^+]} = \sqrt{K_h} = \sqrt{\frac{K_w}{K_a K_b}}$$

$$[OH^-] = K_b \times \frac{[MOH]}{[M^+]}$$

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

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

Perhitungan pH dapat menggunakan rumus:

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

CONTOH SOAL:

1. Hitunglah pH larutan CH_3COONH_4 0,1 M (K_a $CH_3COOH = 10^{-9}$ dan K_b $NH_4OH = 10^{-5}$)

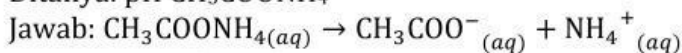
PENYELESAIAN :

Diketahui: $[CH_3COONH_4] = 0,1$ M

$$K_a \text{ } CH_3COOH = 10^{-9}$$

$$K_b \text{ } NH_4OH = 10^{-5}$$

Ditanya: pH CH_3COONH_4



$$\begin{aligned} [H^+] &= \sqrt{\frac{K_w \cdot K_a}{K_b}} \\ &= \sqrt{\frac{10^{-14} \times 10^{-9}}{10^{-5}}} \\ &= \sqrt{10^{-18}} \\ &= 10^{-9} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} pH &= -\log [H^+] \\ &= -\log 10^{-9} \\ &= 9 \end{aligned}$$

SUNARTI, S.Pd



Rangkuman

1. Garam yang berasal dari asam lemah dan basa lemah mengalami hidrolisis total
2. Sifat larutan tergantung pada nilai K_a dan K_b
 Jika $K_a > K_b$, larutan bersifat asam
 $K_a < K_b$, larutan bersifat basa
 $K_a = K_b$, larutan bersifat netral
3. Perhitungan pH dapat menggunakan rumus:

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w \cdot K_a}{K_b}} \text{ atau } [OH^-] = \sqrt{\frac{K_w \cdot K_b}{K_a}}$$
4. $[H^+]$ dan $[OH^-]$ pada garam yang berasal dari asam lemah dan basa lemah tidak bergantung pada konsentrasi garam, tetapi hanya bergantung pada nilai K_a dan K_b



Latihan

1. Hitung tetapan hidrolisis dan pH larutan garam NH_4CN 0,1 M (K_a $HCN = 4,0 \times 10^{-10}$ dan K_b $NH_3 = 1,8 \times 10^{-5}$)
2. Tentukan pH larutan 0,01 M NH_4CN bila diketahui: K_a $HCN = 5 \times 10^{-10}$ dan K_b $NH_4OH = 1,8 \times 10^{-5}$
3. Tentukan pH campuran dari 50 mL larutan amonia 0,1 M dengan 50 mL larutan asam asetat 0,1 M bila diketahui K_b $NH_4OH = 1,8 \times 10^{-5}$ dan K_a $CH_3COOH = 1,8 \times 10^{-5}$.



Sumber

Horale, Parning. 2005. *Kimia 2B kelas 2 SMA semester kedua kurikulum KBK 2004*. Yudhistira : Jakarta

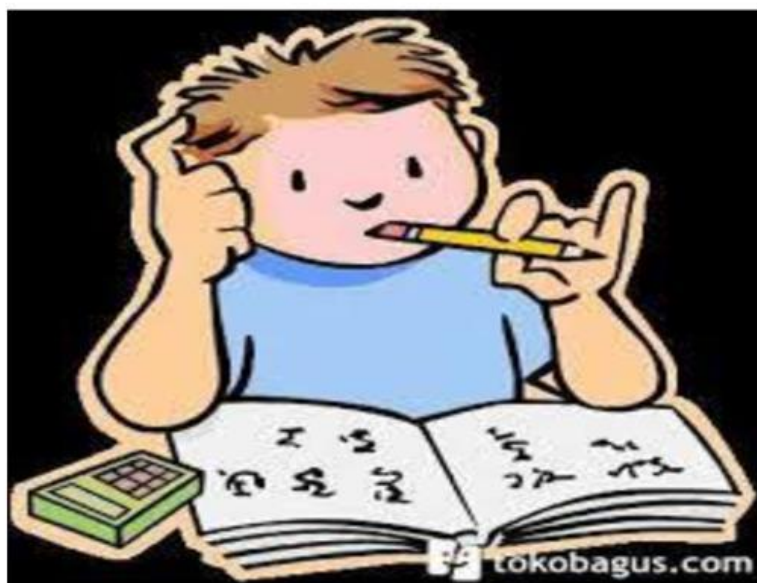
Purba, Michele. 2006. *Kimia untuk kelas XI KTSP 2006*. Erlangga : Jakarta

Sudarmo, Unggul. 2013. *Kimia untuk SMA/MA kelas XI kelompok peminatan matematika dan ilmu alam*. Erlangga : Jakarta

SUNARTI, S.Pd

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)

pH Garam dari Asam Lemah dan Basa Lemah



NAMA : _____
KELAS : _____
KELOMPOK : _____

TUJUAN PEMBELAJARAN :

- 1) Melalui pemberian tugas dan diskusi, peserta didik dapat menghitung nilai pH larutan garam yang berasal dari asam lemah dan basa lemah berdasarkan harga K_a dan K_b atau sebaliknya dengan benar

Petunjuk

1. Bacalah bahan ajar yang diberikan oleh gurumu!
2. Tunjukkan salah seorang dari kelompokmu yang kamu percayai untuk memimpin diskusi kelompokmu!
3. Kerjakan LKPD dengan sebaik-baiknya dengan menggunakan bahan ajar dan buku kimia yang ada!
4. Gunakan waktu yang diberikan dengan sebaik-baiknya!



Kegiatan

Menghitung pH Garam dari Asam Lemah dan Basa Lemah jika Diketahui Nilai K_a dan K_b serta Jumlah Mol/Konsentrasi/Massa Garam

Perhatikan contoh soal berikut!

1.

Hitunglah pH larutan $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 0,1 M, jika diketahui K_a $\text{CH}_3\text{COOH} = 10^{-10}$ dan K_b $\text{NH}_3 = 10^{-5}$!

PENYELESAIAN

Diketahui : $[\text{CH}_3\text{COONH}_4] = 0,1 \text{ M}$

K_a $\text{CH}_3\text{COOH} = 10^{-10}$

K_b $\text{NH}_3 = 10^{-5}$

Ditanya : pH $\text{CH}_3\text{COONH}_4$

Jawab :

$$\begin{aligned} [\text{H}^+] &= \sqrt{\frac{K_w \times K_a}{K_b}} \\ &= \sqrt{\frac{10^{-14} \times 10^{-10}}{10^{-5}}} \\ &= \sqrt{10^{-15}} \\ &= 10^{-7,5} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log [\text{H}^+] \\ &= -\log 10^{-7,5} \\ &= 7,5 \end{aligned}$$

Berdasarkan Contoh Soal di Atas, Kerjakanlah Soal-soal Berikut dengan Baik dan Benar!

1. Jika $K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 1,8 \times 10^{-5}$ dan $K_b \text{ NH}_4\text{OH} = 1,8 \times 10^{-5}$, maka pH 1 liter larutan ammonium asetat ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$) 0,1 mol/ Liter adalah

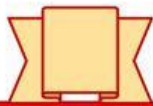
PENYELESAIAN:

2. Tentukan pH larutan 0,01 mol NH_4CN yang terkandung dalam 500 mL air bila diketahui: $K_a \text{ HCN} = 5 \times 10^{-10}$, dan $K_b \text{ NH}_4\text{OH} = 2 \times 10^{-5}$.

PENYELESAIAN:

3. Hitunglah tetapan hidrolisis dan pH larutan garam ZnF_2 yang terlarut dalam 400 mL air sebanyak 10,5 gram ($K_a \text{ HF} = 8,0 \times 10^{-10}$ dan $K_b \text{ Zn(OH)}_2 = 2 \times 10^{-5}$).

PENYELESAIAN:



Kegiatan

Menghitung pH Garam dari Asam Lemah dan Basa Lemah jika Diketahui Nilai K_a , K_b dan Konsentrasi serta Volume Asam Lemah dan Basa Kuat pembentuk garam tersebut

Perhatikan contoh soal berikut!

1.

Tentukan pH campuran dari 50 mL larutan amonia 0,1 M dengan 50 mL larutan asam asetat 0,1 M bila diketahui $K_b \text{ NH}_4\text{OH} = 1,8 \times 10^{-5}$ dan $K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 7,2 \times 10^{-7}$

PENYELESAIAN

Diketahui : 50 mL NH_4OH 0,1 M + 50 mL CH_3COOH 0,1 M

$$K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 7,2 \times 10^{-7}$$

$$K_b \text{ NH}_4\text{OH} = 1,8 \times 10^{-5}$$

Ditanya : pH campuran yang terbentuk

Jawab :

$$\begin{aligned} [\text{H}^+] &= \sqrt{\frac{K_w \times K_a}{K_b}} \\ &= \sqrt{\frac{10^{-14} \times 7,2 \times 10^{-7}}{1,8 \times 10^{-5}}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log [\text{H}^+] \\ &= -\log 2 \times 10^{-8} \\ &= 8 - \log 2 \end{aligned}$$

Berdasarkan Contoh Soal di Atas, Kerjakanlah Soal-soal Berikut dengan Baik dan Benar!

1. Jika diketahui $K_a \text{ HCN} = 9 \times 10^{-10}$ dan $K_b \text{ NH}_3 = 1 \times 10^{-5}$, maka sifat larutan yang dibuat dengan mereaksikan 100 mL HCN 0,1 M dan 100 mL NH_4OH 0,1 M adalah...

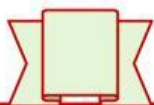
PENYELESAIAN:

2. Sebanyak 250 mL H_2CO_3 0,1 M dicampur dengan 250 mL NH_4OH 0,2 M. Hitunglah pH campuran yang terbentuk jika $K_a \text{H}_2\text{CO}_3 = 1,8 \times 10^{-5}$ dan $K_b \text{NH}_4\text{OH} = 2 \times 10^{-8}$

PENYELESAIAN:

3. Tentukan pH campuran yang terbentuk jika 50 mL HF 0,2 M dicampur dengan 50 mL $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 0,1 M jika $K_a \text{HF} = 5 \times 10^{-6}$ dan $K_b \text{Zn}(\text{OH})_2 = 2 \times 10^{-9}$

PENYELESAIAN:



Kegiatan

Menghitung nilai K_a atau K_b Garam dari Asam Lemah dan Basa Lemah jika Diketahui nilai pH

Perhatikan contoh soal berikut!

1.

Jika dua liter larutan ammonium asetat ($\text{NH}_4\text{CH}_3\text{COO}$) ($K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 2 \times 10^{-8}$) mempunyai $\text{pH} = 9$, maka hitunglah nilai $K_b \text{ NH}_4\text{OH}$!

PENYELESAIAN

Diketahui : $\text{pH NH}_4\text{CH}_3\text{COO} = 9$

$K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 2 \times 10^{-8}$

Ditanya : $K_b \text{ NH}_4\text{OH}$

Jawab :

$$\text{pH} = 9$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-9}$$

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

$$10^{-9} = \sqrt{\frac{10^{-14} \times 2 \times 10^{-8}}{K_b}}$$

$$(10^{-9})^2 = \left(\sqrt{\frac{10^{-14} \times 2 \times 10^{-8}}{K_b}} \right)^2$$

$$10^{-18} = \frac{10^{-14} \times 2 \times 10^{-8}}{K_b}$$

$$K_b = \frac{2 \times 10^{-22}}{10^{-18}}$$

Berdasarkan Contoh Soal di Atas, Kerjakanlah Soal-soal Berikut dengan Baik dan Benar!

1. Hitunglah nilai $K_a \text{ HCN}$ jika sebanyak 100 mL NH_4CN mempunyai $\text{pH} = 8,5 + \log 2$! ($K_b \text{ NH}_4\text{OH} = 10^{-5}$)

PENYELESAIAN:

2. Larutan ZnF_2 0,05 M mempunyai $\text{pH} = 4,5$. Jika $K_b \text{ NH}_3 = 2 \times 10^{-5}$, maka tentukan harga $K_a \text{ HF}$!

PENYELESAIAN:

Berdasarkan Contoh Soal di Atas, Kerjakanlah Soal-soal Berikut dengan Baik dan Benar!

2. Jika diketahui $K_a \text{ HCN} = 9 \times 10^{-10}$ dan $K_b \text{ NH}_3 = 1 \times 10^{-5}$, maka sifat larutan yang dibuat dengan mereaksikan 100 mL HCN 0,1 M dan 100 mL NH_4OH 0,1 M adalah...

PENYELESAIAN:

$$K_a \text{ HCN} = 9 \times 10^{-10} < K_b \text{ NH}_3 = 1 \times 10^{-5}$$

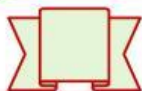
Artinya campuran ini bersifat basa

3. Sebanyak 250 mL H_2CO_3 0,1 M dicampur dengan 250 mL NH_4OH 0,2 M. Hitunglah pH campuran yang terbentuk jika $K_a \text{ H}_2\text{CO}_3 = 1,8 \times 10^{-5}$ dan $K_b \text{ NH}_4\text{OH} = 2 \times 10^{-8}$

PENYELESAIAN:

4. Tentukan pH campuran yang terbentuk jika 50 mL HF 0,2 M dicampur dengan 50 mL Zn(OH)_2 0,1 M jika $K_a \text{ HF} = 5 \times 10^{-6}$ dan $K_b \text{ Zn(OH)}_2 = 2 \times 10^{-9}$

PENYELESAIAN:



Kegiatan

Menghitung nilai K_a atau K_b Garam dari Asam Lemah dan Basa Lemah jika Diketahui nilai pH

Perhatikan contoh soal berikut!

1. Jika dua liter larutan ammonium asetat ($\text{NH}_4\text{CH}_3\text{COO}$) ($K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 2 \times 10^{-8}$) mempunyai pH = 9, maka hitunglah nilai $K_b \text{ NH}_4\text{OH}$!

PENYELESAIAN

Diketahui : pH $\text{NH}_4\text{CH}_3\text{COO} = 9$

$K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 2 \times 10^{-8}$

Ditanya : $K_b \text{ NH}_4\text{OH}$

Jawab :

pH = 9

$[\text{H}^+] = 10^{-9}$

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

$$10^{-9} = \sqrt{\frac{10^{-14} \times 2 \times 10^{-8}}{K_b}}$$

$$(10^{-9})^2 = \left(\sqrt{\frac{10^{-14} \times 2 \times 10^{-8}}{K_b}} \right)^2$$

$$10^{-18} = \frac{10^{-14} \times 2 \times 10^{-8}}{K_b}$$

$$K_b = \frac{2 \times 10^{-22}}{10^{-18}}$$

$$K_b = 2 \times 10^{-4}$$

SUNARTI, S.Pd

2. Hitunglah nilai K_a HCN jika sebanyak 100 mL NH_4CN mempunyai $\text{pH} = 8,5 + \log 2$! ($K_b \text{NH}_4\text{OH} = 10^{-5}$)

PENYELESAIAN:

3. Larutan ZnF_2 0,05 M mempunyai $\text{pH} = 4,5$. Jika $K_b \text{NH}_3 = 2 \times 10^{-5}$, maka tentukan harga $K_a \text{HF}$!

PENYELESAIAN:

4. Larutan amonium fluorida (NH_4F) 0,01 M mempunyai $\text{pH} = 6,2$. Jika $K_b \text{NH}_3 = 1,8 \times 10^{-5}$, maka tentukan harga $K_a \text{HF}$!

PENYELESAIAN: