

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Hidrolisis Garam

Mata Pelajaran : Kimia

Kelas/Semester : XI (Sebelas) / Ganjil

Alokasi Waktu : 2 x 45 menit (1 kali pertemuan)

Kompetensi Dasar

3.12 Menganalisis garam-garam yang mengalami hidrolisis.

4.12 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan untuk menentukan jenis garam yang mengalami hidrolisis.

Lembar kerja ini diberikan kepada peserta didik dengan tujuan agar peserta didik dapat

1. Menjelaskan Tetapan Hidrolisis
2. Menghitung pH Garam Menghidrolisis

Petunjuk Pengerjaan:

1. Kerjakanlah bersama dengan teman satu kelompok yang sudah ditentukan.
2. Tulislah identitas secara lengkap pada kolom yang tersedia
3. Gunakanlah buku atau artikel sebagai sumber bacaan.

Kelompok :

Kelas :

Anggota : 1.
2.
3.

Stimulation

Perhatikan tabel hasil pengamatan pengukuran pH beberapa sampel menggunakan indikator universal berikut ini!

No	Larutan Garam	Konsentrasi (mol/L)	pH	Sifat Larutan Garam	[H ⁺]
1.	NaCl	0,1	7	Netral (Tidak Terhidrolisis)	10 ⁻⁷
2.	NH ₄ Cl	0,1	5	Asam (Terhidrolisis Sebagian)	10 ⁻⁵
3.	CH ₃ COONa	0,1	9	Basa (Terhidrolisis Sebagian)	10 ⁻⁹
4.	CH ₃ COONH ₄	0,1	7	Netral (Terhidrolisis Total)	10 ⁻⁷

Pada jenis-jenis larutan garam yang ada di tabel memiliki pH yang berbeda. Perbedaan pH ini menimbulkan pertanyaan. Padahal keempat garam tersebut **sama-sama berasal dari asam dan basa**. Mengapa sifat larutannya bisa berbeda? Mengapa ada garam yang bersifat asam, ada yang bersifat basa, dan ada pula yang netral?

Fenomena ini terjadi karena ion-ion dari garam dapat **bereaksi dengan air**, proses ini disebut **hidrolisis garam**. Tingkat kecenderungan suatu ion untuk terhidrolisis dapat dijelaskan melalui **konstanta asam (K_a)**, **konstanta basa (K_b)**, serta **tetapan hidrolisis (K_h)** yang berpengaruh pada nilai pH larutan.

Problem Statement

Ajukanlah pertanyaan berdasarkan wacana di atas!

Data Collection

A. Pengelompokan Garam Berdasarkan Asam–Basa Pembentuknya

Lengkapilah tabel berikut dengan menentukan jenis garam, nama garam, serta ion penyusunnya berdasarkan asam dan basa pembentuknya berdasarkan tabel hasil pengamatan pengukuran pH di atas!

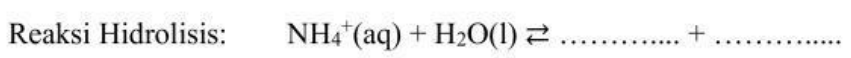
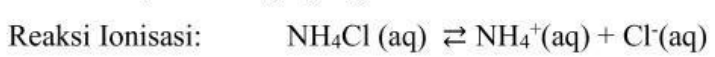
Jenis Garam	Larutan Garam	Ion Penyusun	
		Asam	Basa
Asam kuat – Basa kuat	NaCl	Na ⁺	Cl ⁻
Asam lemah – Basa kuat			
Asam kuat – Basa lemah			
Asam lemah – Basa lemah			

B. Reaksi Hidrolisis dan Penurunan Tetapan Hidrolisis (Kh)

Lengkapi titik-titik pada reaksi, persamaan kesetimbangan, dan langkah penurunan tetapan hidrolisis (Kh) hingga diperoleh hubungan Kh, Ka, Kb, dan Kw. Setelah itu, gunakan hasilnya untuk menentukan rumus [H⁺] atau [OH⁻] dari setiap garam!

1) Garam yang berasal dari Asam Kuat dan Basa Lemah

Garam yang berasal dari asam kuat dan basa lemah mengalami hidrolisis parsial karena hanya kationnya yang terhidrolisis.



a. Berdasarkan reaksi hidrolisis diperoleh tetapan kesetimbangannya:

$$K = \frac{[\dots\dots\dots][\dots\dots\dots]}{[\dots\dots\dots][\dots\dots\dots]}$$

$$K \times [H_2O] = \frac{[\dots\dots\dots][\dots\dots\dots]}{[\dots\dots\dots]}$$

Sehingga, diperoleh tetapan kesetimbangan hidrolisis (K_h):

$$K_h = \frac{[\dots\dots\dots][\dots\dots\dots]}{[\dots\dots\dots]} \quad (\text{Pers. 1})$$

- b. Nilai K_h memiliki hubungan dengan K_b basa lemah yang dapat diturunkan sebagai berikut.:

$$K_h = \frac{[\dots\dots\dots][\dots\dots\dots]}{[\dots\dots\dots]} \times \frac{[OH^-]}{[OH^-]}$$

$$K_h = \frac{[\dots\dots\dots]}{[\dots\dots\dots][\dots\dots\dots]} \times [H^+][OH^-] \quad (\text{Pers. 2})$$

Mengingat bahwa, $[H^+][OH^-] = K_w$

dan untuk tetapan kesetimbangan basa NH_4OH yang terionisasi dengan reaksi:



Nilai K_b dirumuskan sebagai:

$$K_b = \frac{[\dots\dots\dots][\dots\dots\dots]}{[\dots\dots\dots]}, \text{ maka } \frac{[\dots\dots\dots]}{[\dots\dots\dots][\dots\dots\dots]} = \frac{1}{K_b}$$

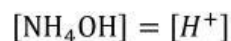
Sehingga persamaan (2) dapat ditulis sebagai berikut:

$$K_h = \frac{1}{K_b} \times K_w \quad (\text{Pers. 3})$$

- c. Untuk menentukan nilai pH, dengan cara mensubstitusikan persamaan (1) ke dalam persamaan (3) maka diperoleh:

$$\frac{[NH_4OH][H^+]}{[NH_4^+]} = \frac{1}{K_b} \times K_w$$

Persamaan reaksi kesetimbangan hidrolisis menunjukkan,



Sehingga diperoleh,

$$\frac{[\dots\dots\dots][H^+]}{[NH_4Cl]} = \frac{K_w}{K_b} \quad \text{atau} \quad \frac{[H^+]^2}{[NH_4Cl]} = \frac{K_w}{K_b}$$

Sehingga didapatkan:

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w}{K_b} \times [NH_4Cl]}$$

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

Keterangan : K_w = tetapan ionisasi air (10^{-14})

K_b = tetapan ionisasi basa

$[garam]$ = konsentrasi kation garam yang terhidrolisis

pH dicari dengan rumus:

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

$$pH = -\log \sqrt{\frac{K_w}{K_b} \times [garam]}$$

2) Garam yang berasal dari Asam Lemah dan Basa Kuat

Garam yang berasal dari asam lemah dan basa kuat mengalami hidrolisis parsial karena hanya anionnya yang terhidrolisis.

Persamaan Reaksi: $CH_3COONa(aq) \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + Na^+(aq)$

Reaksi Hidrolisis: $CH_3COO^- + H_2O(l)(aq) \rightleftharpoons \dots + \dots$

a. Berdasarkan reaksi hidrolisis diperoleh tetapan kesetimbangannya:

$$K = \frac{[\dots][\dots]}{[\dots][\dots]}$$

$$K \times [H_2O] = \frac{[\dots][\dots]}{[\dots]}$$

Sehingga, diperoleh tetapan kesetimbangan hidrolisis (K_h):

$$K_h = \frac{[\dots][\dots]}{[\dots]} \quad (\text{Pers. 1})$$

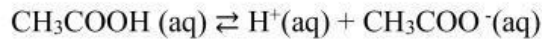
b. Nilai K_h memiliki hubungan dengan K_a asam lemah yang dapat diturunkan sebagai berikut.

$$K_h = \frac{[\dots][\dots]}{[\dots]} \times \frac{[H^+]}{[H^+]}$$

$$K_h = \frac{[\dots]}{[\dots][\dots]} \times [OH^-][H^+] \quad (\text{Pers. 2})$$

Mengingat bahwa, $[OH^-][H^+] = K_w$

dan untuk tetapan kesetimbangan asam CH_3COOH yang terionisasi dengan reaksi:



Nilai K_a dirumuskan sebagai:

$$K_a = \frac{[\dots\dots\dots][\dots\dots\dots]}{[\dots\dots\dots]}, \text{ maka } \frac{[\dots\dots\dots]}{[\dots\dots\dots][\dots\dots\dots]} = \frac{1}{K_a}$$

Sehingga persamaan (2) dapat ditulis sebagai berikut:

$$K_h = \frac{1}{K_a} \times K_w \quad \textbf{(Pers. 3)}$$

- c. Untuk menentukan nilai pH, dengan cara mensubstitusikan persamaan (1) ke dalam persamaan (3) maka diperoleh:

$$\frac{[CH_3COOH][OH^-]}{[CH_3COO^-]} = \frac{1}{K_a} \times K_w$$

Persamaan reaksi kesetimbangan hidrolisis menunjukkan,

$$[CH_3COOH] = [OH^-]$$

$$[CH_3COO^-] = [CH_3COONa]$$

Sehingga diperoleh,

$$\frac{[\dots\dots\dots][OH^-]}{[CH_3COONa]} = \frac{K_w}{K_a} \quad \text{atau} \quad \frac{[OH^-]^2}{[CH_3COONa]} = \frac{K_w}{K_a}$$

Sehingga didapatkan:

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_b} \times [NH_4Cl]}$$

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

Keterangan : K_w = tetapan ionisasi air (10^{-14})

K_a = tetapan ionisasi asam

$[garam]$ = konsentrasi anion garam yang terhidrolisis

pH dicari dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 pOH &= -\log [OH^-] \\
 pOH &= -\log \sqrt{\frac{K_w}{K_a} \times [garam]} \\
 pH &= 14 - pOH
 \end{aligned}$$

3) Garam yang berasal dari Asam Lemah dan Basa Lemah

Garam yang berasal dari asam lemah dan basa lemah mengalami hidrolisis total karena kation dan anionnya terhidrolisis.

Persamaan Reaksi: $CH_3COONH_4(aq) \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + NH_4^+(aq)$

Reaksi Hidrolisis:



a. Berdasarkan reaksi hidrolisis diperoleh tetapan kesetimbangannya:

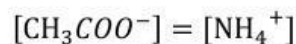
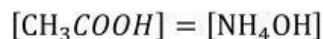
$$K = \frac{[\dots][\dots]}{[\dots][\dots][\dots]}, \text{ maka } K_h = \frac{[\dots][\dots]}{[\dots][\dots]}$$

Jika dikalikan dengan $\frac{[H^+][OH^-]}{[H^+][OH^-]}$, diperoleh:

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

$$\text{Jadi, } K_h = \frac{K_w}{K_a \times K_b} \quad (\text{Pers. 1})$$

b. Persamaan reaksi kesetimbangan hidrolisis menunjukkan,

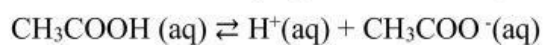


Sehingga diperoleh,

$$K_h = \frac{[NH_4OH][CH_3COOH]}{[NH_4^+][CH_3COO^-]} \text{ atau } K_h = \frac{[\dots][CH_3COOH]}{[\dots][CH_3COO^-]}$$

$$\text{Jadi, } \sqrt{K_h} = \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]} \quad (\text{Pers. 2})$$

- c. Pada kesetimbangan asam CH_3COOH yang terionisasi dengan reaksi:



$$K_a = \frac{[\dots\dots\dots][\dots\dots\dots]}{[\dots\dots\dots]} \text{ atau } [\text{H}^+] = K_a \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \text{ (Pers. 3)}$$

Bila persamaan (1), (2), dan (3) disubstitusikan menjadi,

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

$$[\text{H}^+] = K_a \times \sqrt{K_h}$$

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

Jadi,

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

Sehingga pH dapat dicari dengan rumus:

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log [\text{H}^+] \\ \text{pH} &= -\log \sqrt{\frac{K_a \times K_w}{K_b}} \end{aligned}$$

- d. Jika ditinjau basa lemahnya, maka dengan cara yang sama didapat:

$$\sqrt{K_h} = \frac{[\text{NH}_4\text{OH}]}{[\text{NH}_4^+]}$$

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

Jadi,

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

Sehingga pH dapat dicari dengan rumus:

$$pOH = -\log [OH^-]$$

$$pOH = -\log \sqrt{\frac{K_b \times K_w}{K_a}}$$

$$pH = 14 - pOH$$

Data Processing

Setelah mengetahui persamaan untuk mencari $[H^+]$ dan $[OH^-]$, jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut!

1. Jika diketahui 100 mL larutan CH_3COOH 0,1 M, dicampurkan dengan 100 mL larutan $NaOH$ 0,1 M ($K_a CH_3COOH = 1,8 \times 10^{-5}$)

- a. Berapa mol CH_3COOH dan mol $NaOH$?

- b. Buatlah persamaan reaksinya!

- c. Hitunglah mol larutan garam!

Mula-mula :

Bereaksi :

Setelah bereaksi ----- :

- d. Hitunglah konsentrasi larutan garam!

e. Bagaimana reaksi ionisasinya?

f. Ion apakah yang mengalami hidrolisis?

g. Bagaimana reaksi hidrolisisnya?

h. Berapakah nilai pH-nya?

2. Jika diketahui larutan $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 0,1 M ($K_a \text{CH}_3\text{COOH} = 1,8 \times 10^{-5}$; ($K_b \text{NH}_4\text{OH} = 1,8 \times 10^{-5}$)

a. Bagaimana reaksi ionisainya?

b. Ion apakah yang mengalami hidrolisis

c. Bagaimana reaksi hidrolisisnya?

d. Berapakah harga pH-nya!

Verification

Buktikan apakah dihasilkan pH yang sama seperti yang didapatkan pada percobaan.

Generalization

Berdasarkan yang telah kalian pelajari, simpulkan hasil pembelajaran kalian dengan menjawab dua hal berikut:

1. Apa yang dimaksud dengan tetapan hidrolisis (K_h)?

2. Bagaimana cara menentukan pH larutan garam yang mengalami hidrolisis?
