

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Hidrolisis Garam

Mata Pelajaran : Kimia

Kelas/Semester : XI (Sebelas) / Genap

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.

IDENTITAS:

Kelompok :
Kelas :
Anggota : 1.
2.
3.

Stimulation

Perhatikan wacana berikut ini!

Dalam kehidupan sehari-hari, sering dijumpai petani menggunakan pupuk untuk tanaman agar tumbuh dengan baik. Pupuk mengandung garam NH_4Cl yang menghasilkan asam HCl dan basanya NH_3 . Tanah di daerah pertanian harus disesuaikan dengan pH tanamannya, maka pH tanaman perlu dijaga. Oleh karena itu diperlukan pupuk yang sesuai agar dapat menjaga pH tanah supaya tidak terlalu asam atau basa. pH suatu larutan garam didapatkan dengan menggunakan indikator universal, pH meter atau juga bisa melalui perhitungan.

Berikut merupakan tabel pengukuran pH beberapa sampel menggunakan indikator universal.

No	Nama Larutan	Konsentrasi (M)	pH	Sifat Larutan	$[\text{H}^+]$
1.	H_2O	-	7	-	10^{-7}
2.	NaCl	0,1	7	Netral	10^{-7}
3.	NH_4Cl	0,1	5	Asam	10^{-5}
4.	CH_3COONa	0,1	9	Basa	10^{-9}
5.	$\text{CH}_3\text{COONH}_4$	0,1	7	Netral	10^{-7}

Pada jenis-jenis larutan yang ada di tabel memiliki pH yang berbeda. Ini terjadi karena ion-ion dari larutan tersebut dapat bereaksi dengan air, dan 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

Berdasarkan data dari tabel diatas, ajukanlah pertanyaan berdasarkan informasi yang anda peroleh!

Data Collection

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

No	Nama Larutan	Konsentrasi (M)	Asam Basa Pembentuk		Sifat Larutan	pH	K _h
			Jenis Asam	Jenis Basa			
1.	H ₂ O	-			-	7	-
2.	NaCl	0,1	Asam kuat	Basa kuat	Netral	7	-
3.	NH ₄ Cl	0,1	Asam kuat	Basa lemah	Asam	5	10 ⁻⁹
4.	CH ₃ COONa	0,1	Asam lemah	Basa kuat	Basa	9	10 ⁻⁹
5.	CH ₃ COONH ₄	0,1	Asam lemah	Basa lemah	Netral	7	3,1 x 10 ⁻⁵
6.	Na ₂ CO ₃	0,1	Asam lemah	Basa kuat	Basa	11	10 ⁻⁵
7.	MgSO ₄	0,1	Asam kuat	Basa kuat	Netral	7	-
8.	CuSO ₄	0,1	Asam kuat	Basa lemah	Asam	4	10 ⁻⁷

Pengelompokan Larutan 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	Contoh Garam	Ion Penyusun	
		Kation	Anion
Asam kuat – Basa kuat	NaCl	Na ⁺	Cl ⁻

			
Asam lemah – Basa kuat			
			
Asam kuat – Basa lemah			
			
Asam lemah – Basa lemah			

Data Processing 1

Jawablah pertanyaan berikut ini, setelah melengkapi tabel diatas!

1. Berdasarkan data tabel, ion dari komponen mana (kuat atau lemah) yang menyebabkan garam mengalami hidrolisis?
.....
.....
2. Dari semua data, larutan mana yang memiliki nilai K_h ? Apa kesamaan dari komponen penyusun larutan-larutan tersebut?
.....
.....
.....
3. Perhatikan CH_3COONa dan Na_2CO_3 , keduanya adalah garam basa dengan konsentrasi sama yaitu (0,1 M), namun mengapa nilai K_h Na_2CO_3 lebih besar dan apa yang mempengaruhinya?
.....
.....
.....
4. Berdasarkan data, bagaimana hubungan antara kekuatan asam/basa penyusun dengan besarnya nilai tetapan hidrolisis K_h ?
.....
.....
.....

Data Processing 2

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. Contoh: NH_4Cl (aq)

Reaksi Ionisasi: NH_4Cl (aq) $\rightleftharpoons$ +

Reaksi Hidrolisis: NH_4^+ (aq) + H_2O (l) $\rightleftharpoons$ +

Cl^- (aq) + H_2O (l) $\rightleftharpoons$ tidak menghidrolisis

a. Berdasarkan reaksi hidrolisis diperoleh tetapan kesetimbangannya:

$$K = \frac{[\text{.....}][\text{.....}]}{[\text{.....}][\text{.....}]}$$

$$K \times [H_2O] = \frac{[\text{.....}][\text{.....}]}{[\text{.....}]}$$

Sehingga, diperoleh tetapan kesetimbangan hidrolisis (Kh):

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

b. Pada persamaan reaksi kesetimbangan hidrolisis NH_4^+ , konsentrasi ion H^+ sama dengan konsentrasi NH_4OH dikarenakan keduanya memiliki koefisien stoikiometri yang sama menunjukkan,

$$[NH_4OH] \approx [H^+]$$

Sehingga diperoleh,

$$K_h = \frac{[\text{.....}][\text{.....}]}{[\text{.....}]} \quad \text{atau} \quad K_h = \frac{[\text{.....}]^2}{[\text{.....}]}$$

$$[\text{.....}]^2 = K_h [\text{.....}]$$

$$[\text{.....}] = \sqrt{K_h [\text{.....}]} \quad (\text{Pers. 2})$$

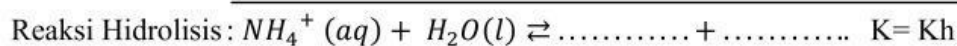
c. Berdasarkan reaksi ionisasi NH_4Cl , ion Cl^- akan terionisasi sempurna dalam air, sehingga:

$$[NH_4^+] \approx [NH_4Cl]$$

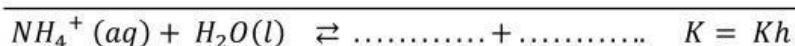
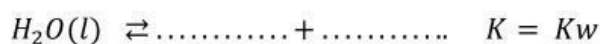
Maka,

$$[H^+] = \sqrt{K_h \times [garam]} \text{ (Pers. 3)}$$

d. Berdasarkan Reaksi



Menurut sistem kesetimbangan, berlaku hubungan:



$$\text{Sehingga, } K_h = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} \text{ (Pers. 4)}$$

e. Untuk menentukan nilai pH, dengan cara mensubstitusikan persamaan (4), ke dalam persamaan (3) maka diperoleh:

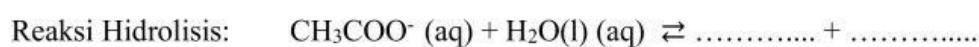
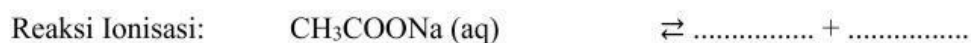
$$[H^+] = \sqrt{\dots\dots\dots \times [garam]}$$

$$pH = -\log [\dots\dots\dots]$$

$$pH = -\log \sqrt{\dots\dots\dots \times [garam]}$$

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. . Contoh: $CH_3COONa(aq)$



- 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. Pada persamaan reaksi kesetimbangan hidrolisis CH_3COO^- , konsentrasi ion CH_3COOH sama dengan konsentrasi OH^- dikarenakan keduanya memiliki koefisien stoikiometri yang sama.

$$[CH_3COOH] \approx [OH^-]$$

Sehingga diperoleh,

$$K_h = \frac{[\dots][\dots]}{[\dots]} \quad \text{atau} \quad K_h = \frac{[\dots]^2}{[\dots]}$$

$$[\dots]^2 = K_h [\dots]$$

$$[\dots] = \sqrt{K_h [\dots]} \quad (\text{Pers. 2})$$

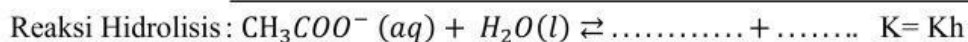
- c. Berdasarkan reaksi ionisasi CH_3COONa , ion Na^+ akan terionisasi sempurna dalam air, sehingga:

$$[CH_3COO^-] \approx [CH_3COONa]$$

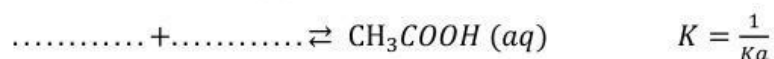
Maka,

$$[OH^-] = \sqrt{K_h \times [garam]} \quad (\text{Pers. 3})$$

- d. Berdasarkan Reaksi



Menurut sistem kesetimbangan, berlaku hubungan:



Sehingga, $K_h = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$ (**Pers. 4**)

- e. Untuk menentukan nilai pH, dengan cara mensubstitusikan persamaan (4), ke dalam persamaan (3) maka diperoleh:

$$[OH^-] = \sqrt{\dots\dots\dots} \times [garam]$$

$$pOH = -\log [\dots\dots\dots]$$

$$pH = \dots\dots\dots - pOH$$

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. . Contoh: CH_3COONH_4 (aq).

Persamaan Reaksi: CH_3COONH_4 (aq) $\rightleftharpoons \dots\dots\dots + \dots\dots\dots$

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

$NH_4^+(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons \dots\dots\dots + \dots\dots\dots$

Reaksi Total: $CH_3COO^-(aq) + NH_4^+(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons \dots\dots\dots + \dots\dots\dots$

- a. Berdasarkan reaksi hidrolisis diperoleh tetapan kesetimbangannya:

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

Sehingga, diperoleh tetapan kesetimbangan hidrolisis (K_h):

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

- b. Berdasarkan Reaksi

Menurut sistem kesetimbangan, berlaku hubungan:

$CH_3COO^-(aq) + NH_4^+(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons \dots\dots\dots + \dots\dots\dots \quad K = K_h$

$CH_3COOH(aq) \rightleftharpoons \dots\dots\dots + \dots\dots\dots \quad K = K_a$

$NH_4OH(aq) \rightleftharpoons \dots\dots\dots + \dots\dots\dots \quad K = K_b$

$H_2O(l) \rightleftharpoons \dots\dots\dots + \dots\dots\dots \quad K = K_w$

Sehingga, $K_w = \dots\dots\dots \times \dots\dots\dots \times \dots\dots\dots$

$$K_h = \frac{K_a \times K_b}{K_w} \text{ (Pers. 2)}$$

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

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

- c. Jika ditinjau asam lemahnya, maka dengan cara yang sama didapat:

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

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

$[OH^-] = \sqrt{\frac{K_b \times K_w}{K_a}}$	$pOH = -\log [OH^-]$ $pH = 14 - pOH$
--	--------------------------------------

Harga $[H^+]$ tidak bergantung pada konsentrasi garam tetapi bergantung pada harga K_a dan K_b yaitu sebagai berikut.

- Jika $K_a > K_b$ maka larutan bersifat asam ($pH < 7$)
- Jika $K_a < K_b$ maka larutan bersifat basa ($pH > 7$)
- Jika $K_a = K_b$ maka larutan bersifat netral ($pH = 7$)

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

1. Jika diketahui larutan NH_4Cl 0,1 M ($K_b NH_4OH = 10^{-5}$)

- a. Bagaimana reaksi ionisasinya

.....

- b. Ion apakah yang mengalami hidrolisis

.....

- c. Bagaimana reaksi hidrolisisnya!

.....

- d. Berapakah harga $[H^+]$ -nya!

.....

e. Berapakah harga pH-nya!

f. Bandingkan apakah dihasilkan pH yang sama seperti yang didapatkan pada tabel hasil pengamatan!

2. Jika diketahui larutan CH_3COONa 0,1 M ($K_a \text{CH}_3\text{COOH} = 1,8 \times 10^{-5}$)

a. Bagaimana reaksi ionisasinya?

b. Ion apakah yang mengalami hidrolisis!

c. Bagaimana reaksi hidrolisisnya!

d. Berapakah harga $[\text{OH}^-]$ -nya!

e. Berapakah harga pH-nya!

-
- f. Bandingkan apakah dihasilkan pH yang sama seperti yang didapatkan pada tabel hasil pengamatan!

- g. Carilah konsentrasi ion $[H^+]$ berdasarkan persamaan tetapan hidrolisisnya dan konsentrasi garamnya!

3. Jika diketahui larutan CH_3COONH_4 0,1 M ($K_a CH_3COOH = 1,8 \times 10^{-5}$; ($K_b NH_4OH = 1,8 \times 10^{-5}$)

- a. Bagaimana reaksi ionisainya?

- b. Ion apakah yang mengalami hidrolisis

- a. Berapakah konsentrasi ion $[H^+]$ berdasarkan persamaan tetapan hidrolisisnya dan konsentrasi garamnya?

- b. Berapakah harga pH-nya!

Verification

Hitunglah pH larutan CH_3COONa 1 M dan larutan NH_4Cl 1 M ($K_a \text{CH}_3\text{COOH} = 10^{-5}$; $K_b \text{NH}_4\text{OH} = 10^{-5}$)

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?
