

## Derajat Keasaman dan kebasaaan (pH dan pOH)

Berdasarkan teori asam basa Arrhenius, suatu larutan dapat bersifat asam, basa atau netral tergantung pada konsentrasi ion  $H^+$  atau ion  $OH^-$  dalam larutan tersebut. Larutan akan bersifat asam apabila konsentrasi  $H^+$  lebih dominan dari konsentrasi ion-ion yang lain, larutan bersifat basa jika konsentrasi ion  $OH^-$  lebih dominan dari konsentrasi ion yang lainnya dan suatu larutan memiliki sifat netral jika konsentrasi  $H^+$  dan konsentrasi  $OH^-$  dalam larutan sama banyak.

Konsentrasi ion  $H^+$  dan ion  $OH^-$  umumnya dalam suatu larutan sangat kecil. Untuk menghindari penggunaan bilangan yang sangat kecil digunakan skala pH atau derajat keasaman untuk menyatakan konsentrasi ion  $H^+$  dan  $OH^-$  dalam larutan. Harga pH berkisar antara 0 sampai 14. Skala pH (*pH = potenz Hydrogen*) dikenalkan oleh Sorensen ahli kimia Denmark pada tahun 1909. pH menyatakan konsentrasi  $H^+$  yang ada di dalam larutan, yang dirumuskan sebagai berikut:

$$pH = \log \frac{1}{[H^+]} \text{ atau } pH = -\log H^+$$

Sesuai dengan cara di atas, maka banyaknya  $OH^-$  dalam suatu larutan dapat diukur

$$pOH = \log \frac{1}{[OH^-]} \text{ atau } pOH = -\log [OH^-]$$

mengingat pada suhu  $25^\circ C$ ,  $K_w = [H^+][OH^-]$  dan harga  $K_w = 1,0 \times 10^{-14}$  maka pada suhu  $25^\circ C$   
 $pK_w = 14$ .

$$pK_w = pH + pOH$$

$$-\log K_w = -\log [H^+] + -\log [OH^-]$$

$$-\log 10^{-14} = -\log [H^+] + [OH^-]$$

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

Seperti yang telah disinggung suatu larutan bersifat netral bila jumlah  $H^+$  dan  $OH^-$  yang sama. Air murni pada suhu  $25^\circ C$   $[H^+] = [OH^-] = 1,0 \times 10^{-7}$ , maka

$$pH \text{ atau } pOH = -\log 10^{-7} = 7 - \log 1,0 = 7$$

Karena konsentrasi  $H^+$  dan  $OH^-$  yang sama air dikatakan bersifat netral dan memiliki  $pH = 7$ . Secara ringkas keasaman atau kebasaaan suatu larutan dapat dinyatakan sebagai berikut.

- Jika pH 7 larutan bersifat netral
- Jika pH lebih kecil dari 7 larutan bersifat asam
- Jika pH lebih besar dari 7 larutan bersifat basa

Harga pOH hanya ada dalam hitungan, jarang orang menyebut harga pOH dibanding pH meskipun larutan tersebut bersifat basa. Hubungan antara  $[H_3O^+]$ ,  $[OH^-]$ , pH dan pOH untuk larutan asam, basa dan netral pada suhu 25 °C, dapat diringkas seperti yang tertera pada Tabel.

Larutan	$[H^+]$	$[OH^-]$	pH	pOH
Asam	$> 10^{-7}$	$< 10^{-7}$	$< 7$	$> 7$
Netral	$= 10^{-7}$	$= 10^{-7}$	$= 7$	$= 7$
Basa	$< 10^{-7}$	$> 10^{-7}$	$> 7$	$< 7$

Di dalam laboratorium, selain dengan cara menghitung konsentrasi  $H^+$ , pH suatu larutan dapat ditentukan secara langsung menggunakan pH meter dan indikator universal. Indikator universal menyerupai kertas lakmus tetapi perubahan warna yang terjadi dapat dicocokkan dengan pita warna yang tertera pada kotaknya, sehingga pH larutan yang diukur langsung diketahui.

### Menentukan pH Larutan

#### Menentukan pH Asam dan Basa Kuat

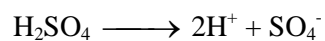
Untuk asam dan basa kuat, dalam air akan terionisasi sempurna menjadi ion-ionnya sehingga  $\alpha = 1$ . Jika diketahui konsentrasinya, pH suatu larutan asam atau basa kuat dapat ditentukan.

Contoh

Hitunglah pH dari larutan 0,05 M  $H_2SO_4$ ?

Jawab

persamaan reaksi:



Dari persamaan reaksi

$$[H^+] = 2 \times [H_2SO_4] \qquad pH = -\log [H^+]$$

$$[H^+] = 2 \times 0,05 \qquad pH = -\log 10^{-1}$$

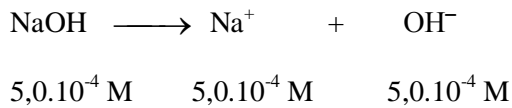
$$[H^+] = 0,1 \text{ M} = 10^{-1} \qquad pH = 1$$

#### Contoh soal

Hitunglah pH dari larutan  $5,0 \cdot 10^{-4}$  M NaOH?

Jawab

Larutan NaOH merupakan elektrolit kuat atau basa kuat, maka dalam air dianggap terionisasi sempurna ( $\alpha = 1$ ).



Cara 1

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

$$[\text{H}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{1,0 \cdot 10^{-14}}{5,0 \cdot 10^{-4}} = 2,0 \cdot 10^{-11} \text{ M}$$

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

$$= -\log 2,0 \cdot 10^{-11}$$

$$= 11 - \log 2,0 = 10,70$$

Cara II

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

$$= -\log 5,0 \cdot 10^{-4}$$

$$= 4 - \log 5$$

$$= 3,30$$

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

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

$$= 14 - 3,30 = 10,70$$

### Contoh

Bila suatu larutan memiliki  $\text{pH} = 3,80$ . Hitunglah konsentrasi ion  $\text{H}^+$  dan ion  $\text{OH}^-$  dalam larutan?

Jawab

**Cara 1**

Menentukan konsentrasi  $\text{H}^+$

$$\text{pH} = 3,80$$

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

$$3,80 = -\log [\text{H}^+]$$

$$\log [\text{H}^+] = -3,80$$

$$\log [\text{H}^+] = \log 10^{-3,80}$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-3,80}$$

$$\text{atau } [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-3,80} = 1,6 \times 10^{-4} \text{ M}$$

Menentukan konsentrasi  $\text{OH}^-$

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

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

$$= \frac{1,0 \times 10^{-14}}{1,6 \times 10^{-4}} = 6,3 \times 10^{-11} \text{ M}$$

**Cara 2**

Menentukan konsentrasi  $\text{OH}^-$

$$\text{pH} = 3,80$$

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

$$\text{pOH} = 14 - 3,80 = 10,20$$

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

$$10,20 = -\log [\text{OH}^-]$$

$$\log [\text{OH}^-] = -10,20$$

$$\log [\text{OH}^-] = \log 10^{-10,20}$$

$$\text{atau } [\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-10,20}$$

$$= 6,3 \times 10^{-11} \text{ M}$$

Menentukan konsentrasi  $\text{H}^+$

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

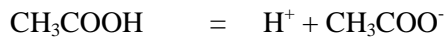
$$1,0 \times 10^{-14} = [\text{H}^+] \times 6,3 \times 10^{-11} \text{ M}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{1,0 \times 10^{-14}}{6,3 \times 10^{-11}} = 1,6 \times 10^{-4} \text{ M}$$

### Contoh

Suatu larutan asam asetat mempunyai 0,1 M mempunyai mempunyai pH = 2,88. Hitunglah harga Ka.

Jawab



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

$$\text{pH} = 2,88$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-2,88} = 1,3 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$[\text{H}^+] = [\text{CH}_3\text{COO}^-] = 1,3 \times 10^{-3} \text{ M}$$

Dalam keadaan setimbang akan diperoleh

$$[\text{H}^+] = [\text{CH}_3\text{COO}^-] = 1,3 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] =$$

### Menentukan pH asam dan basa lemah

Untuk asam dan basa lemah, dalam air hanya sebagian yang terionisasi menjadi ion-ionnya sehingga  $\alpha \neq 1$ . Untuk menentukan pH asam dan basa lemah dapat digunakan persamaan ionisasi untuk asam dan basa lemah monovalen, yakni

$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_a \cdot [\text{HA}]} \quad \text{atau} \quad [\text{H}^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a}$$

dan

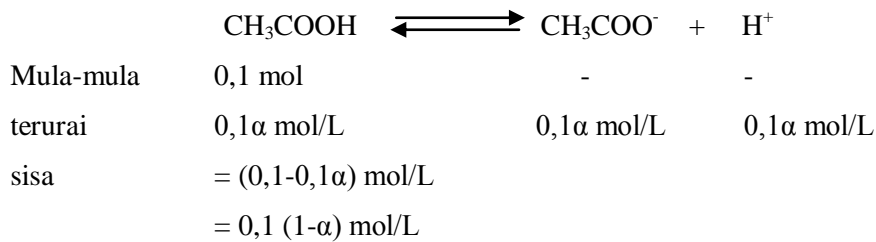
$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \cdot [\text{LOH}]} \quad \text{atau} \quad [\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \cdot C_b}$$

### Contoh

Tentukan pH larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1M? Jika diketahui  $K_a.\text{CH}_3\text{COOH} = 1,8 \times 10^{-5}$ ?

Jawab

Persamaan reaksi:



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

Cara I

$$1,8 \times 10^{-5} = \frac{0,1\alpha \times 0,1\alpha}{0,1(1-\alpha)}$$

Karena asam lemah maka 1- $\alpha$  dianggap =1 karena nilai  $\alpha$  sangat kecil

$$1,8 \times 10^{-5} = \frac{0,1\alpha \times 0,1\alpha}{0,1}$$

$$0,1\alpha^2 = 1,8 \times 10^{-5}$$

$$\alpha^2 = 1,8 \times 10^{-4}$$

$$\alpha = 1,34 \times 10^{-2}$$

maka  $\text{H}^+ = 0,1\alpha$

$$= 0,1 \times 1,34 \times 10^{-2} = 1,34 \times 10^{-3}$$

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

$$= -\log 1,34 \times 10^{-3}$$

$$= 3 - \log 1,34 = 2,873$$

Cara II

$$C_a = [\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,1 \text{ M} = 10^{-1}$$

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

$$= \sqrt{1,8 \times 10^{-5} \times 10^{-1}} = 1,34 \times 10^{-3}$$

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

$$= -\log 1,34 \times 10^{-3}$$

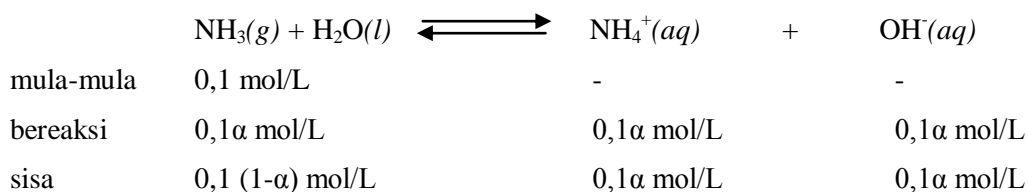
$$= 3 - \log 1,34$$

$$= 3 - 0,127 = 2,873$$

### Contoh

Berapa pH larutan amonia 0,1 M jika diketahui  $K_b \cdot \text{NH}_3 = 1,8 \times 10^{-5}$ ?

Jawab



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

$$1,8 \times 10^{-5} = \frac{0,1\alpha \times 0,1\alpha}{0,1(1-\alpha)}$$

<p>Cara I</p> <p>Karena basa lemah maka <math>1-\alpha</math> dianggap =1 karena nilai <math>\alpha</math> sangat kecil.</p> $1,8 \times 10^{-5} = \frac{0,1\alpha \times 0,1\alpha}{0,1}$ $0,1\alpha^2 = 1,8 \times 10^{-5}$ $\alpha^2 = 1,8 \times 10^{-4}$ $\alpha = 1,34 \times 10^{-2}$ <p>Maka, <math>[\text{OH}^-] = 0,1\alpha</math></p> $= 0,1 \times 1,34 \times 10^{-2} = 1,34 \times 10^{-3}$ $\text{pOH} = -\log 1,34 \times 10^{-3}$ $\text{pOH} = 3 - \log 1,34$ $\text{pOH} = 3 - 0,1271 = 2,8729$ $\text{pH} = 14 - \text{pOH}$ $= 14 - 2,8729$ $= 11,1271$	<p>Cara II</p> $C_b = [\text{NH}_3] = 0,1 \text{ M} = 10^{-1} \text{ M}$ $[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \cdot C_b}$ $= \sqrt{1,8 \times 10^{-7} \times 10^{-1}}$ $\text{OH}^- = 1,34 \times 10^{-3}$ $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$ $= -\log 1,34 \times 10^{-3}$ $= 3 - \log 1,34$ $\text{pOH} = 2,8729$ $\text{pH} = 14 - \text{pOH}$ $\text{pH} = 14 - 2,8729$ $\text{pH} = 11,1271$
--	---