

TITRASI ASAM BASA

- ▣ Dikenal : - Asidimetri : zat baku asam
- ▣ - Alkalimetri : zat baku basa
- ▣ DASAR : Reaksi penetralan
- ▣ Asam + Basa - hidrolisis
- ▣ - buffer
- ▣ - hal lain ttg lart
- ▣ a. $AK + BK \rightarrow$ pH = 7
- ▣ B. $AK + BL \rightarrow$ pH < 7
- ▣ C. $AL + BK \rightarrow$ pH > 7
- ▣ d. $AL + BL \rightarrow$ pH tergantung pada K_a dan K_b

- Hidrolisis

- Hidrolisis adalah peristiwa reaksi antara garam dan air menghasilkan asam atau basa

Garam dapat dibagi menjadi 4 kelompok :

1. Garam yang berasal dari asam kuat dan basa kuat, misal :
(NaCl) \longrightarrow tidak mengalami hidrolisis.
pH = 7, bersifat netral.

2. Garam yang berasal dari asam lemah dan basa kuat.
(misal: (CH₃COONa) , hanya Anionnya yang mengalami hidrolisis.



Tetapan hidrolisis,
$$K_h = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]} \times \frac{[H^+]}{[H^+]}$$

$$K_h = \frac{[\text{HA}][\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}^+][\text{A}^+]} \longrightarrow K_h = \frac{K_w}{K_a} \longrightarrow \text{tetapan Asam HA}$$

→ terjadi hidrolisis sebagian atau hidrolisis parsial.

3. Garam yang terjadi dan basa lemah (BOH) dan asam kuat (mis : $\text{NH}_4 \text{Cl}$)

Dalam hal ini kation B^+ saja yang mengalami hidrolisis.

Terjadi Hidrolisa parsial .



$$K_h = \frac{[\text{BOH}][\text{H}^+] \times [\text{OH}^-]}{[\text{B}^+][\text{OH}^-]}$$

$$K_h = \frac{[\text{BOH}][\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{B}^+][\text{OH}^-]} \longrightarrow$$

$$K_h = \frac{K_w}{K_b}$$

Tetapan basa BOH

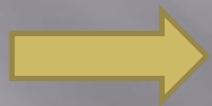
4. Garam yang terjadi dari asam lemah dan basa lemah (mis : $\text{CH}_3\text{COONH}_4$)

Dalam hal ini, kation B^+ maupun anion A^- mengalami hidrolisis.

Terjadi hidrolisis sempurna.



$$K_h = \frac{[\text{HA}][\text{BOH}]}{[\text{B}^+][\text{A}^-]} \times \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}^+][\text{OH}^-]} = \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} \frac{[\text{BOH}]}{[\text{B}^+][\text{OH}^-]}$$



$$K_h = \frac{K_w}{K_a \cdot K_b}$$

-) pH larutan garam

1. Garam yang terjadi dari asam kuat dan basa kuat

$$\text{pH} = >$$

2. Garam \longrightarrow asam lemah dan basa kuat (hidrolisis parsial A^-)



$$\text{pH} = \frac{1}{2} \text{pK}_w + \frac{1}{2} \text{pK}_a + \frac{1}{2} \log C_g$$

3. Garam \longrightarrow Basa lemah dan asam kuat (hidrolisis parsial B^+)



$$\text{pH} = \frac{1}{2} \text{pK}_w - \frac{1}{2} \text{pK}_b - \frac{1}{2} \log C_g$$

4. Garam \longrightarrow Asam lemah dan basa lemah (hidrolisis sempurna)



$$\text{pH} = \frac{1}{2} \text{pK}_w + \frac{1}{2} \text{pK}_a - \frac{1}{2} \text{pK}_b$$

$$\text{Jika } K_a = K_b \longrightarrow \text{pH} = >$$

5. Campuran asam lemah dengan garamnya atau basa lemah dengan garamnya.

Persamaan Henderson dan Hasselbaleb.

a. Asam lemah dan garamnya (asam lemah dengan basa konyugasinya)

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{garam}]}{[\text{asam}]}$$

b. Basa lemah dan garamnya (basa lemah dan asam konyugasinya)

$$\text{pOH} = \text{pK}_b + \log \frac{[\text{garam}]}{[\text{basa}]}$$

Larutan Buffer :

menahan pH terhadap sedikit → asam
→ basa
→ air (Pengenceran)



OH⁻

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

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

$$\text{pH} = \text{p}K_a - \text{Log} \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$$

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

$\text{pH} = \text{p}K_a + \text{Log} [\text{Basa konjugasi}] \longrightarrow$ persamaan Henderson Hasselbath

$$\text{pOH} = \text{p}K_b + \text{Log} \frac{[\text{Asam Konjugasi}]}{[\text{basa lemah}]}$$

Pengertian Titrasi Asam Basa

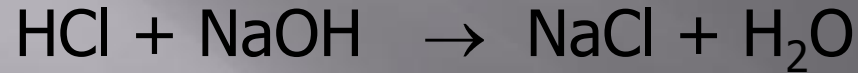
- Titrasi adalah pengukuran suatu larutan dari suatu reaktan yang dibutuhkan untuk bereaksi sempurna dengan sejumlah reaktan tertentu lainnya
- Titrasi asam basa adalah reaksi penetralan
- Jika larutan bakunya asam disebut asidimetri sedangkan jika larutan bakunya basa disebut alkalimetri.

▣ Jenis-Jenis Titrasi Asam Basa

- Asam kuat – Basa Kuat
- Asam Kuat – Basa Lemah
- Basa Kuat – Asam Lemah
- Asam Kuat – Garam dari Asam Lemah
- Basa Kuat – Garam dari Basa lemah

1. Titrasi Asam Kuat - Basa Kuat

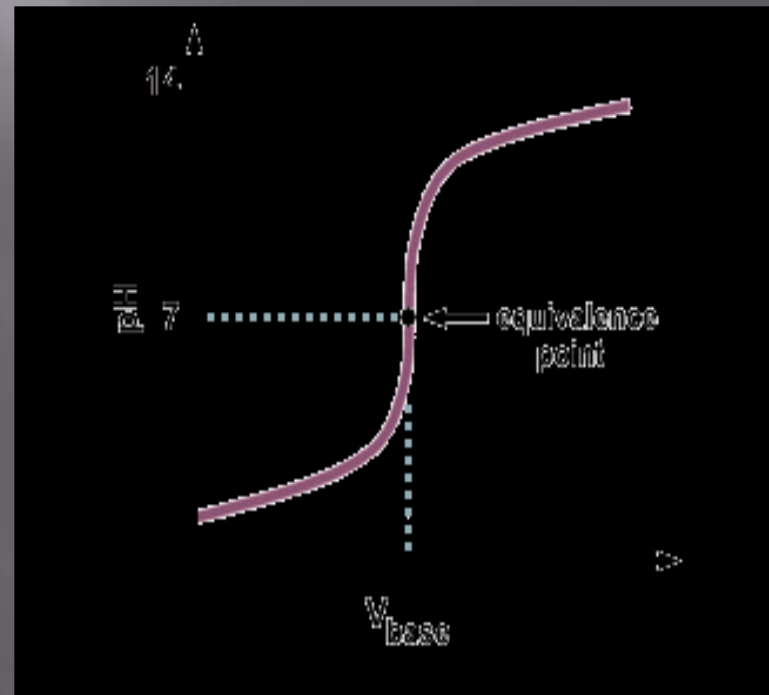
Contoh :



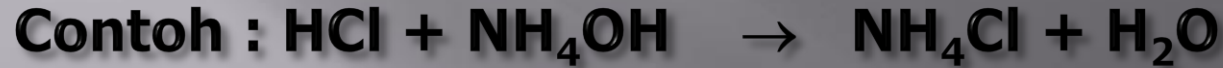
Reaksi ionnya :



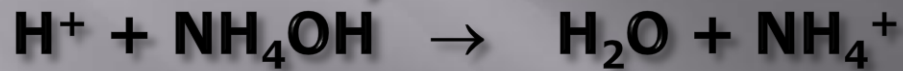
Kurva Titrasi:



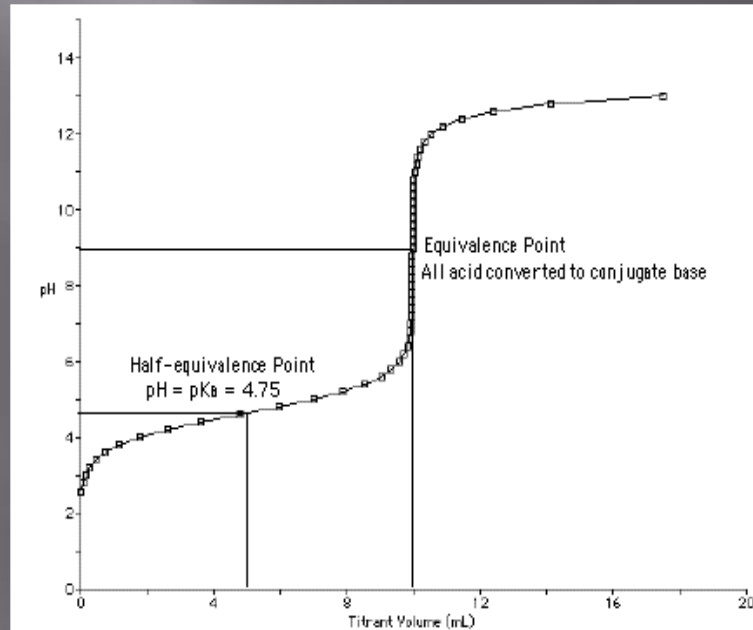
2. Titrasi Asam Kuat - Basa Lemah



Reaksi ionnya :



Kurva Titrasi



3. Titrasi Asam Lemah - Basa Kuat

Contoh :

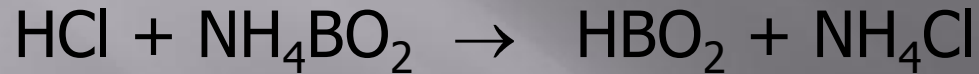


Reaksi ionnya :



4. Titrasi Asam Kuat - Garam dari Asam Lemah

Contoh :



Reaksi ionnya



5. Titrasi Basa Kuat - Garam dari Basa Lemah

Contoh :



Reaksi ionnya :



Kelompok-kelompok Garam :

- a. Garam-garam yang ion-ionnya aprotik : ion-ionnya mempunyai kecenderungan untuk mengikat atau melepaskan proton. Contoh : NaCl, NaNO₃, dan K₂SO₄
- b. Garam yang anionnya adalah akseptor proton (garam yang kationnya dari basa kuat dan anionnya dari basa lemah). Contoh : KCN, Na₂SO₄, dan K₂S.

Reaksinya:



Larutan garamnya akan bereaksi basa.

▣ KURVA TITRASI

Jika suatu asam atau suatu basa dititrasi setiap penambahan pereaksi akan mengakibatkan perubahan pH . Suatu grafik yang diperoleh dengan mengalurkan pH terhadap volume pereaksi yang ditambahkan disebut *kurva titrasi*.

Ada empat perhitungan jika suatu asam dititrasi dengan suatu basa.

1. Titik awal, sebelum menambahkan basa
2. Daerah antara, larutan kelebihan asam dan garamnya.
3. Titik ekuivalensi, larutan mengandung kelebihan basa dan garamnya.

▣ Titrasi asam kuat- basa kuat

Contoh : titrasi 50 ml larutan HCl 0.1 M dengan larutan standar NaOH 0,1 M

Perhitungan pH

a. Awal

$$[\text{H}^+] = 0,1 \quad \text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = 1$$

b. Setelah penambahan 10 mL basa jumlah Hcl yang belum bereaksi = $(50 \times 0,1) - (10 \times 0,1) = 4,0$ m mol

$$[\text{H}^+] = \frac{4,0 \text{ m mol}}{60 \text{ mL}} = 0,0667 \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\text{Log } 0,0667$$

$$\text{pH} = 1,18$$

c. Pada TE

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = \sqrt{K_w} = 1,0 \times 10^{-7}$$

$$\text{pH} = 7,00$$

d. Setelah penambahan 60 mL basa

$$\text{Kelebihan basa} = (60 \times 0,1) - (50 \times 0,1) = 1,0 \text{ m mol}$$

$$[\text{OH}^-] = 1,0 \text{ m mol} = 9,1 \times 10^{-3} \text{ M}$$

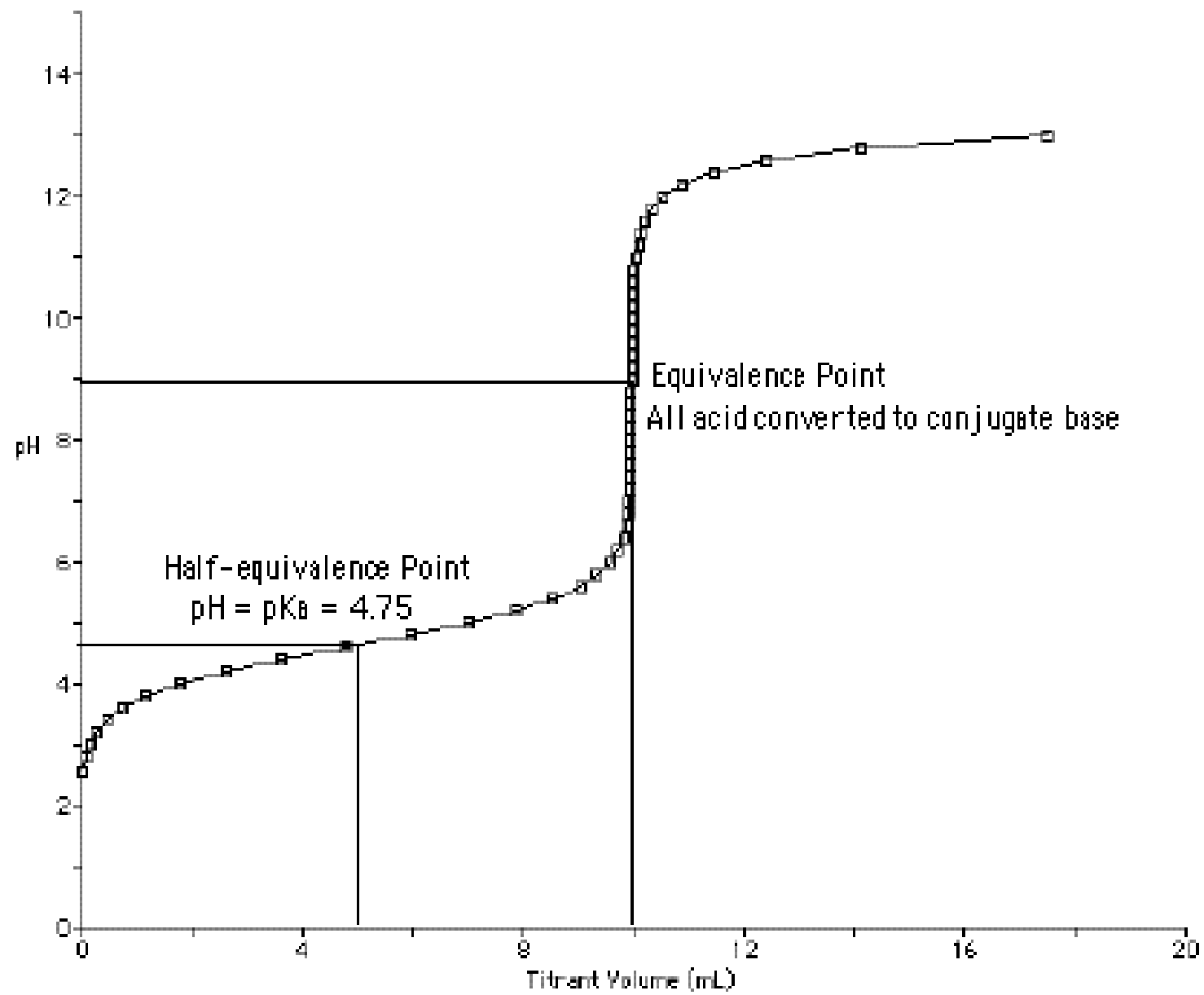
$$\text{pOH} = -\text{Log } 9,1 \times 10^{-3} = 2,04$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \longrightarrow \text{pH} = 14 - 2,04$$

$$\text{pH} = 11,96$$

Tabel 1 Titrasi 50 mL Hcl 0,1 M dengan NaOH 0,1 M

Volume NaOH yang ditambahkan (mL)	Volume Larutan (mL)	pH
0,00	50,0	1,00
10,00	60,0	1,18
25,00	75,0	1,48
40,00	90,0	1,95
49,00	99,0	3,00
49,90	99,9	4,00
49,95	99,95	4,30
50,00	100,0	7,00
50,05	100,05	9,70
50,10	100,1	10,00
51,00	101,0	11,00
60,00	110,0	11,96
75,00	125,0	12,30
100,00	150,0	12,50



▣ Titrasi asam lemah – basa kuat

contoh : 50 mL asam asetat 0,1 M dititrasi dengan larutan standar NaOH 0,1 M

Perhitungan pH

$$\begin{aligned} \text{a. Awal } [H^+] &= \sqrt{K_a \cdot c} \\ &= \sqrt{1,73 \cdot 10^{-8} \times 0,1} \end{aligned}$$

$$[H^+] = 1,32 \times 10^{-3}$$

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

b. Setelah penambahan 10 mL basa

$$\text{Konsentrasi asam asetas} = \frac{(50 \times 0,1) - (10 \times 0,1)}{60} = 0,0167 \text{ M}$$

$$\begin{aligned} \text{pH} &= \text{pK}_a + \text{Log} \frac{[\text{garam}]}{[\text{asam}]} \\ &= -\text{Log } 1,73 \cdot 10^{-5} + \log \frac{0,0167}{0,0667} \end{aligned}$$

$$= 4,76 - 0,60$$

$$\text{pH} = 4,16$$

c. Pada TE

$$\text{Konsentrasi natrium asetat} = \frac{50 \times 0,1}{100} = 0,05$$

$$\begin{aligned} \text{pH} &= \frac{1}{2} \text{pK}_w + \frac{1}{2} \text{pK}_a - \frac{1}{2} \text{p}c \\ &= 7 + 2,38 + \frac{1}{2} \log 0,05 = 7 + 2,38 - 0,65 \end{aligned}$$

$$\text{pH} = 8,73$$

d. Setelah penambahan 60 mL basa

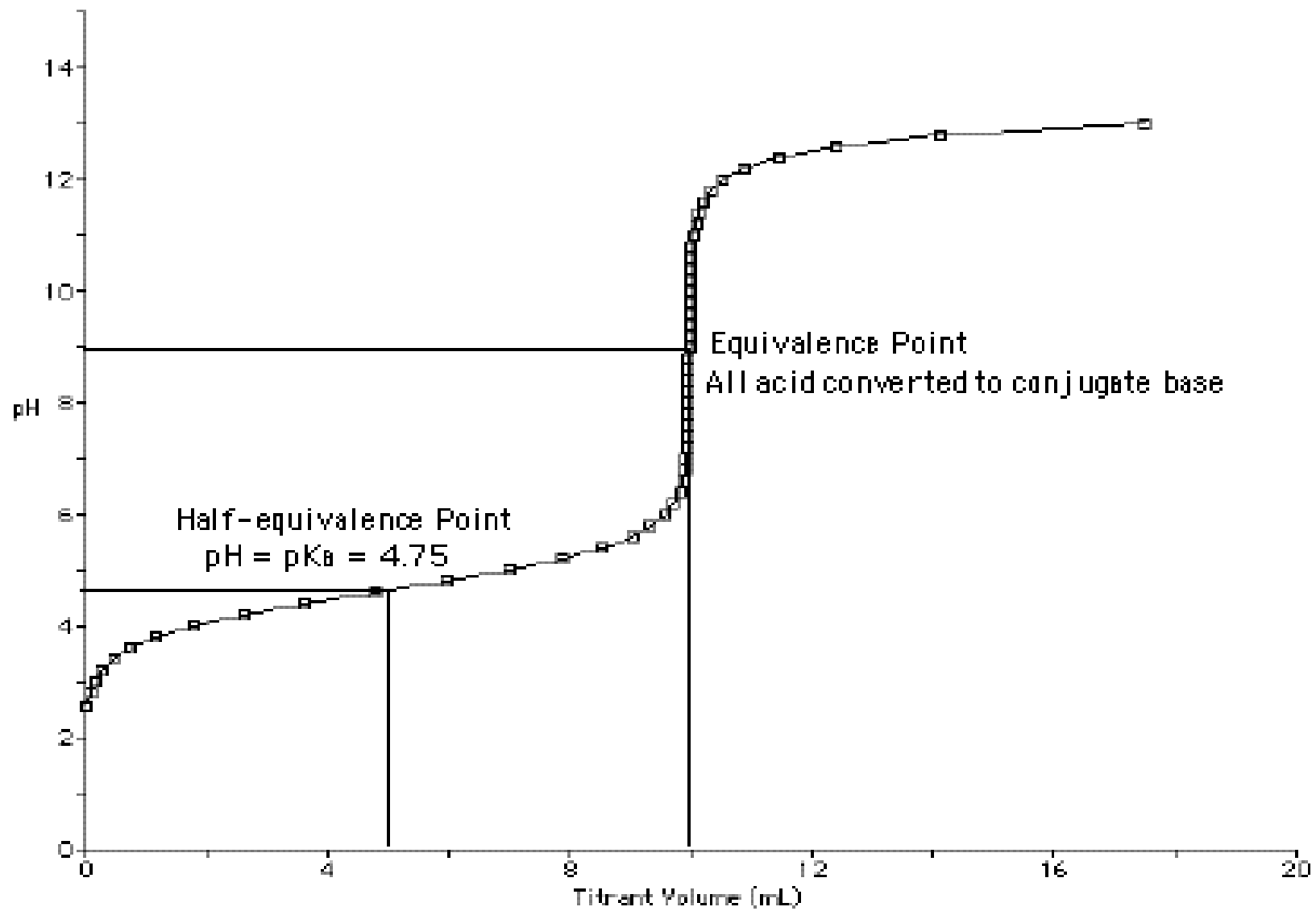
$$[\text{OH}^-] = \frac{(60 \times 0,1) - (50 \times 0,1)}{110} = 9,1 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = 2,04$$

$$\text{pH} = 14 - 2,04 = 11,96$$

- ▣ Tabel 2. titrasi 50 mL CH_3COOH 0,1 M dengan NaOH 0,1 M

Volume NaOH yang ditambahkan (mL)	pH
0,00	2,88
10,00	4,16
25,00	4,76
40,00	5,36
49,00	6,45
49,90	7,46
49,95	7,76
50,00	8,73
50,05	9,70
50,10	10,00
51,00	11,00
60,00	11,96
75,00	12,30
100,00	12,52



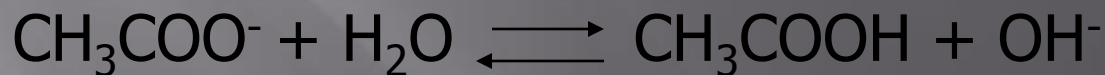
c. Garam yang kationnya adalah donor proton (garam yang kationnya dari basa lemah dan anionnya dari asam kuat).

Contoh : NH_4NO_3 , $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$, dan FeCl_3



Larutan garamnya akan bereaksi asam.

d. Garam yang kation-kationnya adalah asam dan anion- anionnya adalah basa lemah. Contoh : $\text{CH}_3\text{COONH}_4$, $\text{Al}(\text{CN})_3$. Larutan garam jenis ini dapat bereaksi asam atau basa bergantung dari kekuatan asam atau basa yang membentuknya.



INDIKATOR ASAM BASA

Indikator asam basa adalah asam lemah atau basa lemah (senyawa organik) yang dalam larutan warna molekul-molekulnya berbeda dengan warna ion-ionnya

Untuk indikator asam lemah kesetimbangannya adalah :



$$K_{\text{HI}_n} = \frac{[\text{H}^+][\text{I}_n^-]}{[\text{HI}_n]}$$

$$[\text{H}^+] = K_{\text{HI}_n} \cdot \frac{[\text{HI}_n]}{[\text{I}_n^-]}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_{\text{HI}_n} + \log \frac{[\text{HI}_n]}{[\text{I}_n^-]}$$

$$[\text{HI}_n]/[\text{I}_n^-] \leq 10 \text{ sehingga} \\ \text{pH} = \text{p}K_{\text{In}} - 1$$

$$[\text{HI}_n]/[\text{I}_n^-] \geq 10 \text{ sehingga} \\ \text{pH} = \text{p}K_{\text{In}} + 1$$

$$\text{Sehingga } \text{pH} = \text{PKI}_{n \pm} 2$$

Contoh : $pK_{In} = 5$, warna asamnya : merah

warna basanya : kuning

Perbandingan bentuk warna indikator pada berbagai pH

pH larutan	Perbandingan [HIn] / [In]	Warna
1	10.000 : 1	Merah
2	1.000 : 1	Merah
3	100 : 1	Merah
4	10 : 1	Merah
5	1 : 1	Jingga
6	1 : 10	Kuning
7	1 : 100	Kuning
8	1 : 1.000	Kuning

daerah perubahan warna indikator

$$\square \text{ Merah : } \text{pH}_m = \text{pK}_{\text{In}} - \log \frac{10}{1} = 5 - 1$$

$$\underline{\text{Kuning : } \text{pH}_k = \text{pK}_{\text{In}} - \text{Log } 1/10 = 5 + 1}$$

$$\Delta \text{ pH} = \text{pH}_m - \text{pH}_k = (5-1) - (5+1) = -2$$

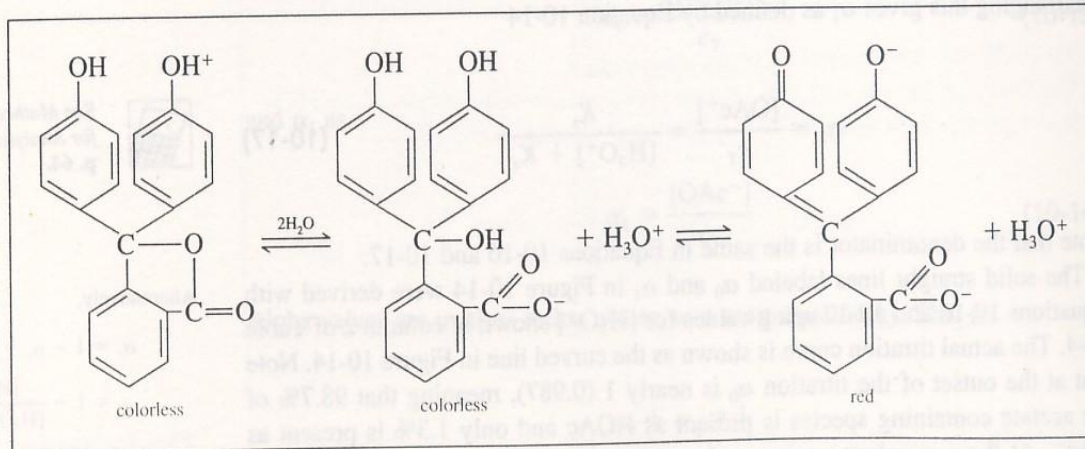
Beberapa Indikator Asam-Basa

Indikator	Daerah pH	Warna asam	Warna basa	Pelarut
Thimol biru	1,2 - 2,8	Merah	Kuning	Air
Metil kuning	2,9 - 4,0	Merah	Kuning	Etanol 95%
Metil jingga	3,1 - 4,4	Merah	Kuning jingga	Air
Metil merah	4,2 - 6,2	Merah	Kuning	Air
Bromtimol biru	6,0 - 7,6	Kuning	Biru	Air
Phenolphthalein	8,0 - 9,8	Tak berwarna	Merah-ungu	Etanol 70%

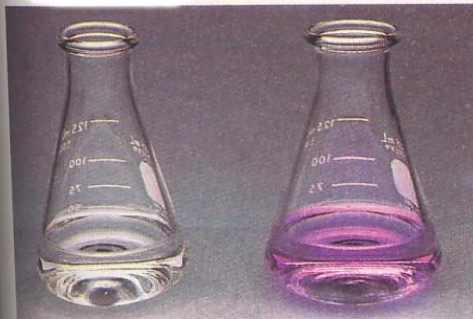
Indikator Campuran

		Ukuran	pH	Pelarut
Metil Jingga + Bromkesol hijau	1 : 5	J - BH	4,3	Air
Metil Jingga + Silena Sianola F.F	2 : 3	M - H	3,8	Alkohol
Metil Merah + Bromkesol Hijau	2 : 3	M - H	5,1	Alkohol

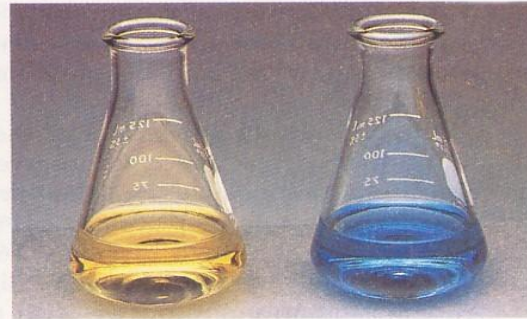
Pfenolftalein



Contoh Perubahan Warna Indikator Asam-basa



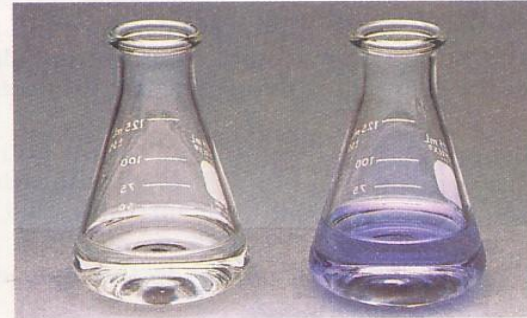
pH 8.2 pH 10.0
Phenolphthalein



pH 6.0 pH 7.6
Bromothymol blue

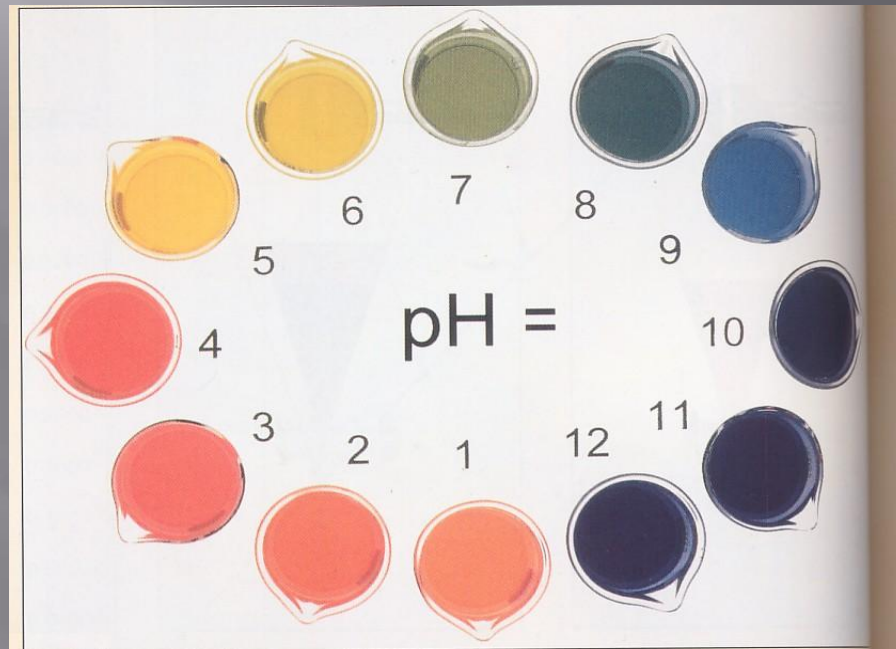


pH 3.2 pH 4.4
Methyl orange



pH 9.4 pH 10.6
Thymolphthalein

Indikator Universal



- 0,3542 g sampel Na_2CO_3 murni dilarutkan dalam air dan dititrasi dengan Hcl. Untuk mencapai TAT diperlukan 30,23 mL larutan Hcl.
 - a. Tulis Persamaan Reaksi
 - b. Hitunglah normalitas dan molaritas larutan Hcl.
- Berapa mL larutan H_2SO_4 0,25 M bereaksi dengan 10 mL larutan NaOH 0,25 M



$$\text{mck Hcl} = \text{mck Na}_2\text{CO}_3$$

$$V_{\text{Hcl}} N_{\text{Hcl}} = \frac{\text{mg Na}_2\text{CO}_3}{\text{BE Na}_2\text{CO}_3}$$

$$30,23 N_{\text{Hcl}} = \frac{354,2}{106/2}$$

$$N = 0,221/\text{mck}/\text{mL}$$

CONTOH SOAL

50 ml 0,100 M asam lemah HB dengan K_a $1,0 \times 10^{-5}$, di titrasi dengan 0,100 M basa kuat (NaOH).

Jawab:

a. Penambahan 0 ml NaOH

$$\begin{aligned} [H^+] &= \sqrt{K_a \cdot M} \\ &= \sqrt{1,0 \times 10^{-5} \times 0,100} \\ &= 1,0 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log [H^+] \\ &= -\log 10^{-3} \\ &= 3 \end{aligned}$$

b. Penambahan 10,00 ml NaOH

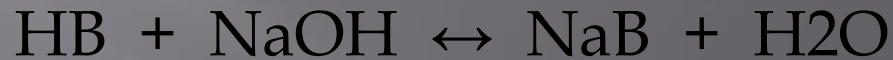


Mula-mula	:	5 mmol	1 mmol	-	-
Bereaksi	:	1 mmol	1 mmol	1 mmol	-
Setimbang	:	4 mmol	-	1 mmol	-

$$\begin{aligned}[\text{H}^+] &= K_a \times [\text{HB}] / [\text{NaB}] \\ &= 1,0 \times 10^{-5} \times [4/60] / [1/60] \\ &= 4 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{pH} &= -\log 4 \times 10^{-5} \\ &= 4,3979\end{aligned}$$

c. Penambahan 50 ml NaOH



Mula-mula :	5 mmol	5 mmol	-	-
Bereaksi :	5 mmol	5 mmol	5 mmol	-
Setimbang :	-	-	5 mmol	-

$$\begin{aligned}[\text{OH}^-] &= \sqrt{\{K_w/K_a\} \times [\text{NaB}]} \\ &= \sqrt{\{10^{-14}/10^{-5}\} \times 5/100} \\ &= 7,07 \times 10^{-6}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{pOH} &= -\log 7,07 \times 10^{-6} \\ &= 5,15\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{pH} &= 14,00 - 5,15 \\ &= 8,85\end{aligned}$$

d. Penambahan 60 ml NaOH



Mula-mula : 5 mmol 6 mmol - -

Bereaksi : 5 mmol 5 mmol 5 mmol

Setimbang : - 1 mmol 5 mmol

$$\begin{aligned} [\text{OH}^-] \text{ sisa} &= 1/110 \\ &= 9,1 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{pOH} &= -\log 9,1 \times 10^{-3} \\ &= 2,04 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{pH} &= 14,00 - 2,04 \\ &= 11,96 \end{aligned}$$