

TITRASI ASAM LEMAH DENGAN BASA KUAT

Oleh: Regina Tutik Padmaningrum, M.Si

Jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta

regina_tutikp@uny.ac.id

Pada titrasi asam lemah dengan basa kuat, asam lemah (analit atau titrat) berada dalam erlenmeyer 250 mL dan larutan basa kuat (titran) berada di dalam buret. Titik ekuivalen dicapai bila jumlah titran yang ditambahkan ekuivalen/ setara secara kimia dengan jumlah analit yang dititrasi (stoikiometris) (J. Bassett, 1978). Kurva titrasi merupakan kurva yang menyatakan hubungan antara pH larutan dengan volum titran (Day, Underwood, 1999).

Titik ekuivalen merupakan titik teoritis, tidak dapat ditentukan berdasar eksperimen tetapi dapat diperkirakan melalui pengamatan sifat fisik (perubahan warna, perubahan besar partikel, perubahan beda potensial) (John Kenkel, 2003).

Titik akhir titrasi adalah saat titrasi diakhiri. Dalam titrasi asam basa, titik akhir titrasi dideteksi dengan indikator asam basa. Indikator asam: indikator yang berubah warna pada lingkungan bersifat asam (metal orange, metal merah, lakmus merah). Indikator basa: indikator yang berubah warna pada lingkungan bersifat basa (Phenolphthalein). Indikator universal: indikator yang dibuat dari campuran beberapa indikator asam basa sehingga mempunyai trayek pH lebar yaitu antara 2-14 skala pH (W. Haryadi, 1990)

Tabel 1: Some common acid/base indicators

Common name	Transition range, pH	Color change
Methyl orange	3.2-4.4	Red-orange
Methyl red	4.2-6.2	Red-yellow
Bromothymol blue	6.0-7.6	Yellow-blue
Phenol red	6.8-8.2	Yellow-red
Phenolphthalein	8.0-9.8	Colorless-red
Thymolphthalein	9.3-10.5	Colorless blue
Kresol merah	1-2	

Larutan standard primer dibuat dari bahan baku primer (kemurnian tinggi stabil).

Contoh: bahan baku primer untuk titrasi asam adalah Na_2CO_3

Reaksi I: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{NaHCO}_3$ (pH 8,3 \rightarrow indikator pp)

Reaksi II: $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ (pH 3,8 \rightarrow indikator metil merah, jingga metil, hijau bromtimol)

CONTOH SOAL

1. Indikator yg paling cocok untuk titrasi 0,1 M ammonia dengan 0,1 M HNO_3 adalah: ($K_n \text{NH}_3: 1,8 \cdot 10^{-5}$)
 - A. Kresol merah
 - B. Metal merah
 - C. PP
 - D. Alizarin kuning
 - E. Semua bias dipakai
2. Untuk menentukan kandungan KOH dalam 500 mL larutannya, sebanyak 10 mL larutan KOH tersebut diitrasi dengan HCl 0,115 M. Ternyata HCl yg dibutuhkan adalah 18,72 mL. maka jumlah mol KOH yang terdapat dalam 500 mL larutan KOH:
 - A. 0,00215 mol
 - B. 0,0043 mol
 - C. 0,108 mol
 - D. 0,215 mol
 - E. 0,125 mol
3. Untuk titrasi H_3PO_4 dengan larutan NaOH dipakai indikator fenolptalein (HPh). HPh tidak berwarna sedangkan Ph^- berwarna merah. Bila terus menerus ditambahkan OH^- maka indikator akan berubah warna:
 - A. sebelum H_2PO_4^- terbentuk
 - B. setelah H_3PO_4 berubah menjadi H_2PO_4^-
 - C. setelah H_2PO_4^- berubah menjadi HPO_4^{2-}
 - D. setelah HPO_4^{2-} berubah menjadi PO_4^{3-}
 - E. setelah 3 mol NaOH ditambahkan ke dalam 1 mol H_3PO_4

Problem 2: Titration of weak acids

Construct the titration curve by calculating a few characteristic points and select indicator for the titration of 50.00 cm³ of 1.000 M of acetic acid (CH₃COOH, $K_a = 1,8 \times 10^{-5}$) with 0.1000 M of sodium hydroxide; you may consult Table 1.

17. Larutan p-nitrofenol yang konsentrasinya $1,00 \times 10^{-3}$ M dititrisi dengan larutan NaOH yang konsentrasinya $1,00 \times 10^{-3}$ M. Bila nilai K_a dari p-nitrofenol adalah $7,08 \times 10^{-8}$ pada 25⁰C, berapa pH pada titik ekuivalen ?
- A. 8,92 B. 8,62 C. 7,15 D. 5,10 E. 10,20

Soal 2:

- a. Buat kurva titrasi dengan menghitung pH pada beberapa titik karakteristik (awal, sebelum titik ekuivalen, pada saat ekuivalen, dan setelah ekuivalen) dan pilih indikator yang sesuai pada titrasi 50 mL 0,1 M CH₃COOH ($K_a = 1,8 \times 10^{-5}$) dengan 0,1 M NaOH .

Tabel 1. Perubahan pH pada beberapa indikator asam-basa

No.	Nama indikator	Perubahan pH	Perubahan Warna
1.	Metil orange	3,2 – 4,4	Red - orange
2,	Metil red	4,2 – 6,2	Red – yellow
3.	Bromotimol blue	6,0 –7,6	Yellow – blue
4.	Fenol merah	6,8 –8,2	Yellow – red
5	fenolphtalein	8,0 –9,8	Colorless – red
6.	thymolphtalein	9,3 –10,5	Colorless - blue

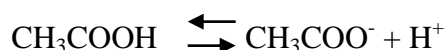
Sumber: David Harvey, (2000).

Jawaban soal 2:

- a. Kurva kalibrasi dibuat dengan cara menghitung pH pada awal titrasi, pada penambahan 10 mL titran, pada titik ekuivalen, dan setelah titik ekuivalen sebagai berikut:

- 1). Pada awal titrasi, sebelum ditambahkan titran, dalam sistem larutan hanya terdapat 50 mL larutan asam lemah CH₃COOH 0,1M sehingga pH sistem dihitung berdasarkan kesetimbangan berikut:

Makalah ini disampaikan pada kegiatan “ **Pendampingan Olimpiade Kimia Tingkat Propinsi DIY Tahun 2013**” pada tanggal 15-29 Agustus 2013 di Hotel Batik Yogyakarta



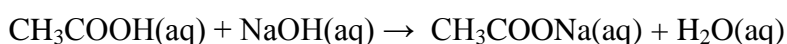
$$K_a = [\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+] / [\text{CH}_3\text{COOH}] = [\text{H}^+]^2 / [\text{CH}_3\text{COOH}]$$

$$[\text{H}^+]^2 = K_a [\text{CH}_3\text{COOH}]$$

$$[\text{H}^+] = (K_a [\text{CH}_3\text{COOH}])^{1/2} = [(1,8 \times 10^{-5}) (0,1)]^{1/2} = 1,34 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$\text{sehingga pH} = -\log 1,34 \times 10^{-3} = 2,87$$

2). Setelah dilakukan penambahan titran sebanyak 10 mL NaOH 0,1 M maka terjadi reaksi sebagai berikut:



Mula-mula	5 mmol	1 mmol	
Bereaksi	1 mmol	1 mmol	1 mmol
Sisa	4 mmol	0	1 mmol

Dalam 60 mL larutan terdapat sisa CH_3COOH sebanyak 4 mmol dan 1 mmol



$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 4 \text{ mmol} / 60 \text{ mL} = 0,0667 \text{ M}$$

$$[\text{CH}_3\text{COONa}] = 1 \text{ mmol} / 60 \text{ mL} = 0,01667 \text{ M}$$

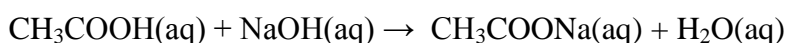
$$K_a = [\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+] / [\text{CH}_3\text{COOH}]$$

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

$$[\text{H}^+] = (1,8 \times 10^{-5}) (0,0667) / 0,01667 = 7,20 \times 10^{-5} \text{ M}$$

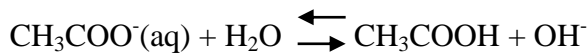
$$\text{sehingga pH} = -\log 7,20 \times 10^{-5} = 4,14$$

3). Bila ke dalam titrat telah ditambahkan 50 mL larutan NaOH 0,1 M maka semua CH_3COOH bereaksi dengan NaOH membentuk CH_3COONa sehingga pH larutan ditentukan oleh hidrolisis gran natriumasetat.



Mula-mula	5 mmol	5 mmol	
Bereaksi	5 mmol	5 mmol	5 mmol
Sisa	0	0	5 mmol

Dalam 100 mL larutan terdapat hasil reaksi CH_3COONa sebanyak 5 mmol



$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = 5 \text{ mmol}/100 \text{ mL} = 0,05 \text{ M}$$

$$K_a = [\text{CH}_3\text{COO}^-] [\text{OH}^-] / [\text{CH}_3\text{COOH}] = K_w / K_a$$

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

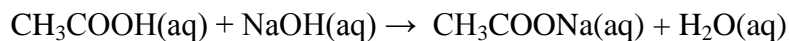
$$[\text{OH}^-]^2 / [\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{OH}^-]^2 / 0,05 = (1 \times 10^{-14})(1,8 \times 10^{-5}) = 5,56 \times 10^{-10} \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] = [(0,05)(5,56 \times 10^{-10})]^{1/2} = 5,27 \times 10^{-6} \text{ M}$$

$$\text{sehingga pOH} = -\log(5,27 \times 10^{-6}) = 5,28$$

$$\text{dan pH} = 14 - 5,28 = 8,72$$

- 4). Bila ke dalam titrat telah ditambahkan 51 mL larutan NaOH 0,1 M maka semua CH_3COOH bereaksi dengan NaOH membentuk CH_3COONa dan terdapat sisa larutan NaOH sebanyak 1 mL sehingga pH larutan ditentukan oleh larutan basa kuat



Mula-mula	5 mmol	5,1 mmol	
Bereaksi	5 mmol	5 mmol	5 mmol
Sisa	0	0,1	5 mmol

Dalam 101 mL larutan terdapat hasil reaksi CH_3COONa sebanyak 5 mmol dan sisa

$$\text{NaOH } 0,1 \text{ mmol sehingga } [\text{OH}^-] = 0,1 \text{ mmol}/101 \text{ mL} = 1,1 \times 10^{-2} \text{ M}$$

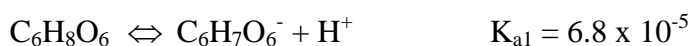
$$\text{dan pOH} = -\log(1,1 \times 10^{-2}) = 2$$

$$\text{pH} = 14 - 2 = 12$$

- c. Titik ekuivalen terjadi pada $\text{pH} = 14 - 5,28 = 8,72$ sehingga indikator yang sebaiknya digunakan adalah fenol merah atau fenolptalin.

Problem 3: Titration of weak diprotic acids

Ascorbic acid (Vitamin C, $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$) is a weak acid and undergoes the following dissociation steps:



Makalah ini disampaikan pada kegiatan “**Pendampingan Olimpiade Kimia Tingkat Propinsi DIY Tahun 2013**” pada tanggal 15-29 Agustus 2013 di Hotel Batik Yogyakarta

Hence, ascorbic acid can be titrated with sodium hydroxide according to the first acid dissociation constant. 50.00 cm³ of 0.1000 M ascorbic acid are titrated with 0.2000 M of sodium hydroxide. In the following calculations you can ignore the second dissociation step.

(i). The initial pH of solution is :

- a. 7.000 b. 2.85 c. 4.17 d. 1.00

(ii). The volume of titrant required for the equivalence point is:

- a. 50.00 cm³ b. 35.00 cm³ c. 25.00 cm³ d. 20.00 cm³

(iii). The pH of the solution after the addition of 12.5 cm³ of titrant is equal to:

- a. 4.17 b. 2.58 c. 7.00 d. 4.58

(iv). The pH at the equivalence point is:

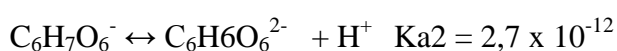
- a. 7.00 b. 8.50 c. 8.43 d. 8.58

(v). The indicator, which must be chosen for the titration is: the appropriate indicator for the titration is (refer to Table 1):

- a. bromothymol blue b. phenol red
c. phenolphthalein d. thymolphthalein

Soal 3:

Asam askorbat (vitamin C, C₆H₈O₆) adalah asam lemah dan terdisosiasi mengikuti tahapan berikut:



Asam askorbat dapat dititrasi dengan NaOH menurutberdasar K_{a1}.

Bila 50 cm³ 0,1M asam askorbat dititrasi dengan 0,2 M NaOH. Dalam perhitungan berikut dapat diabaikan tahap disosiasi kedua.

Hitung:

(i) pH awal

- a. 7.000 b. 2.85 c. 4.17 d. 1.00

(ii) volume titran untuk mencapai titik ekivalen

- a. 50.00 cm³ b. 35.00 cm³ c. 25.00 cm³ d. 20.00 cm³

(iii) pH larutan setelah penambahan 12,5 cm³

- a. 4.17 b. 2.58 c. 7.00 d. 4.58
- (iv) pH pada titik ekuivalen
- a. 7.00 b. 8.50 c. 8.43 d. 8.58
- (v) Pilih indikator yang tepat
- a. bromothymol blue b. phenol red
- c. phenolphthalein d. thymolphthalein

Jawaban soal 3:

- (i) pH awal: b. 2.85
- (ii) volume titran untuk mencapai titik ekuivalen: c. 25.00 cm³
- (iii) pH larutan setelah penambahan 12,5 cm³ : a. 4.17
- (iv) pH pada titik ekuivalen: b. 8.50
- (v) Indikator yang tepat: c. phenolphthalein

Daftar Pustaka

David Harvey, (2000). *Modern Analytical Chemistry*. Toronto: John Wiley & Sons

Day, Underwood, (1999). *Kimia Analisis Kuantitatif*. Jakarta: Erlangga

J. Bassett. (1978). *Vogel's Textbook of Quantitative Inorganic Analysis*. Great Britain : Longman Group.

John Kenkel, (2003). *Analytical Chemistry for Technicians*. Washington, Lewis Publishers

Rubinson, Judith F & Rubinson, Kenneth A, (1998). *Contemporary in Analytical Chemistry*. Toronto: John Wiley & Sons

W. Haryadi, (1990). *Ilmu Kimia Analitik Dasar*. Jakarta: Gramedia