

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

REAKSI PENETRALAN

A. Tujuan Pembelajaran

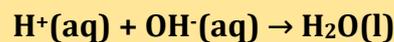
Setelah membaca dan mengikuti langkah-langkah atau arahan pada modul ini diharapkan Ananda dapat:

1. Menghitung kadar atau konsentrasi suatu asam atau basa menggunakan data reaksi penetralan.
2. Menganalisis data berbagai hasil titrasi asam basa.
3. Merancang percobaan titrasi untuk menentukan kadar suatu cuka makan.

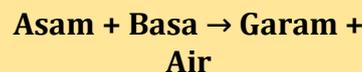
B. Uraian Materi

1. Reaksi Penetralan

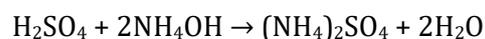
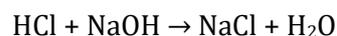
Seperti yang sudah Ananda ketahui di modul sebelumnya, asam adalah senyawa yang dalam larutannya menghasilkan ion H^+ sedangkan basa adalah senyawa yang dalam larutannya menghasilkan ion OH^- . Jika asam bereaksi dengan basa, maka ion-ion tersebut akan saling menetralkan membentuk H_2O .



Reaksi antara asam dengan basa biasa disebut dengan Reaksi Penetralan. Tetapi karena reaksi tersebut juga menghasilkan garam, maka reaksi tersebut juga sering dikenal dengan reaksi pengaraman.



Contoh :



Pada reaksi penetralan **jumlah mol ion H^+ sama dengan jumlah mol ion OH^-** , sehingga akan berlaku rumus berikut.

$$V_a \times M_a \times \text{val. asam} = V_b \times M_b \times \text{val. basa}$$

Keterangan :

V_a : volume asam

V_b : volume basa

M_a : molaritas asam

M_b : molaritas basa

Val. asam : valensi asam

Val. basa : valensi basa

Pada reaksi antara asam dan basa yang konsentrasinya sama tidak selamanya menghasilkan larutan netral, karena tergantung dari kekuatan dari asam dan basa tersebut.

Salah satu cara menetralkan asam dengan basa atau sebaliknya adalah dengan melakukan titrasi.

Titrasi adalah penambahan larutan baku atau larutan yang telah diketahui konsentrasinya dengan bantuan indikator.

Langkah-langkah Titrasi

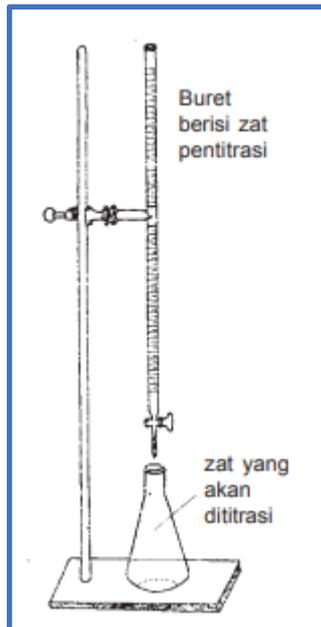
1. Larutan yang akan digunakan untuk menitrasi (diteteskan) dimasukkan ke dalam buret (pipa panjang berskala). Larutan dalam buret disebut penitrasi.
2. Larutan yang akan dititrasi dimasukkan ke dalam erlenmeyer dengan mengukur volumenya terlebih dahulu.
3. Memberikan beberapa tetes indikator pada larutan yang dititrasi (dalam erlenmeyer) menggunakan pipet tetes. Indikator yang dipakai adalah yang perubahan warnanya sekitar titik ekuivalen.
4. Proses titrasi, yaitu larutan yang berada dalam buret diteteskan secara perlahan-lahan melalui kran ke dalam erlenmeyer. Erlenmeyer digoyang-goyang sehingga larutan penitrasi dapat larut dengan larutan yang berada dalam erlenmeyer. Penambahan larutan penitrasi ke dalam erlenmeyer dihentikan ketika sudah terjadi perubahan warna dalam erlenmeyer. Perubahan warna ini menandakan telah tercapainya titik akhir titrasi (titik ekuivalen).
5. Mencatat volume yang dibutuhkan larutan penitrasi dengan melihat volume yang berkurang pada buret setelah dilakukan proses titrasi.

Perangkat Titrasi

Alat-alat kimia utama yang biasanya digunakan sebagai perangkat titrasi yaitu :

1. Buret
Berupa tabung kaca bergaris dan memiliki kran di ujungnya. Buret berfungsi untuk mengeluarkan larutan dengan volume tertentu.
2. Statif dan Klem
Statif terbuat dari besi atau baja yang berfungsi untuk menegakkan buret. Klem buret terbuat dari besi atau baja untuk memegang buret yang digunakan untuk titrasi.
3. Erlenmeyer
Erlenmeyer adalah peralatan gelas (Glass ware equipment) yang seringkali di gunakan untuk analisa dalam laboratorium..Erlenmeyer berfungsi sebagai tempat untuk melakukan titrasi bahan.

Untuk titrasi asam basa, indikator yang digunakan adalah yang berubah warna pada pH netral atau mendekati netral. Indikator yang sering digunakan adalah **fenolftalein/phenolphtalein (pp)**. Indikator lainnya adalah **metil merah** dan **bromtimol biru**.



Gambar 1. Peralatan Titrasi

Hal-hal penting pada titrasi

a. Titik ekuivalen

Titik ekuivalen adalah saat jumlah mol H^+ sama dengan jumlah mol OH^- . Biasanya ditunjukkan dengan harga pH.

b. Titik akhir titrasi

Titik akhir titrasi adalah saat di mana indikator berubah warna.

Reaksi penetralan asam basa dapat digunakan untuk menentukan kadar/konsentrasi berbagai jenis larutan. Kadar larutan asam ditentukan dengan menggunakan larutan basa yang telah diketahui kadarnya, atau sebaliknya.

Misalnya dalam kehidupan sehari-hari Ananda membeli asam cuka di pasar atau di toko maka kita tidak pernah menemukan ukuran kandungan asam dalam bentuk kemolaran seperti yang kita pelajari. Namun dalam botol masih tercantum kadar cuka berupa persen volume.



Seperti gambar asam cuka di samping yang mempunyai kadar asam

Coba Ananda cari berapa konsentrasi asam cuka tersebut sehingga dapat diketahui kebenaran kandungannya, dengan terlebih dahulu pahami contoh berikut.

Contoh :

Seseorang siswa melakukan percobaan titrasi asam-basa untuk menentukan konsentrasi asam asetat CH_3COOH dalam cuka dapur 100 mL. Larutan cuka yang dituangkan ke dalam labu ukur sebanyak 10 mL diencerkan menjadi 100 mL. Kemudian dari labu ukur diambil sebanyak 20 mL dan dititrasi dengan larutan $NaOH$ 0,1 M. Adapun indikator asam-basanya adalah fenolftalein. Warna larutan CH_3COOH berubah warna dari bening menjadi merah muda tepat ketika volume $NaOH$ yang dikururkan adalah 6 ml. Tentukan konsentrasi dan kadar asam asetat CH_3COOH tersebut dalam cuka dapur ! ($\rho CH_3COOH = 1,049 g/cm^3$)

Penyelesaian :

- Diketahui : - V larutan cuka dapur dalam kemasan = 100 mL
 - V larutan cuka yang diambil = 10 mL (kemudian diencerkan menjadi 100 mL)
 - V larutan cuka yang akan dititrasi = 20 mL (diambil dari 100 ml larutan cuka yang telah diencerkan)
 - M NaOH = 0,1 M
 - V NaOH = 6 mL

Ditanya : Kadar asam asetat CH_3COOH ?

Jawab :

- Konsentrasi asam cuka yang dititrasi :

$$V_a \times M_a \times \text{val. asam} = V_b \times M_b \times \text{val. basa}$$

$$20 \text{ mL} \times M_a \times 1 = 6 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} \times 1$$

$$20 \text{ mL} \times M_a = 0,6 \text{ mL M}$$

$$M_a = 0,6 \text{ mL M} / 20 \text{ mL}$$

$$M_a = \mathbf{0,03 \text{ M (konsentrasi setelah pengenceran atau } M_2)}$$
- Konsentrasi sebelum pengenceran (M_1):

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$10 \text{ mL} \times M_1 = 100 \text{ mL} \times 0,03 \text{ M}$$

$$M_1 = 100 \text{ mL} \times 0,03 \text{ M} / 10 \text{ mL}$$

$$M_1 = \mathbf{0,3 \text{ M (Konsentrasi cuka dalam kemasan)}}$$
- Massa asam asetat dalam kemasan cuka dapur :

$$M = \text{mol/v (liter)} = \frac{\text{massa}}{Mr} \times \frac{1000}{v(\text{ml})}$$

$$0,3 \text{ M} = \frac{\text{massa}}{60} \times \frac{1000}{100 \text{ ml}}$$

$$\mathbf{\text{Massa} = 1,8 \text{ gram}}$$

Ingat !
 M = mol/volume (L)
 Massa = mol x Mr
 Massa jenis = massa/volume

- Kadar asam asetat dalam cuka dapur :

$$\text{Kadar zat (\%)} = \frac{\text{massa zat terlarut}}{\text{massa larutan}} \times 100 \%$$

$$\text{Massa larutan} = \text{volume larutan} \times \text{massa jenis larutan}$$

$$= 100 \text{ ml} \times 1,049$$

$$= 104,9 \text{ gram}$$

$$\text{Maka kadar asam asetat} = \frac{1,8 \text{ gr}}{104,9 \text{ gr}} \times 100 \%$$

$$= \mathbf{1,71 \%}$$

Setelah Ananda perhatikan contoh di atas, maka dapat dilihat bahwa untuk menemukan ukuran kandungan asam dalam bentuk kemolaran berdasarkan data persen volume yang tercantum pada botol kemasan asam cuka, maka dibutuhkan larutan basa yang sudah diketahui molaritasnya dan indikator asam basa dengan metode titrasi.

2. Data Hasil Titrasi Asam Basa

Penentuan konsentrasi asam basa dengan metode titrasi yang dilakukan di laboratorium akan menggunakan data hasil titrasi asam basa. Pada bagian ini Ananda akan mempelajari tentang cara penentuan konsentrasi asam basa dengan menggunakan data hasil titrasi asam basa.

Cara menghitung konsentrasi HCl dari data titrasi adalah sebagai berikut. Pada saat titik akhir titrasi atau saat indikator fenolftalein berubah warna yaitu pH = 7, akan dicapai titik ekuivalen. Mol H⁺ = mol OH⁻, maka rumus yang digunakan sebagai berikut.

$$V_a \times M_a \times \text{val. asam} = V_b \times M_b \times \text{val. basa}$$

Misalkan pada percobaan di atas didapat data sebagai berikut

No	Volume HCl (mL)	Volume NaOH (mL)	
		Mula-mula	Akhir Titrasi
1	20	50	38,35
2	20	38,35	26,75
3	20	26,75	15,14

Berdasarkan data hasil titrasi HCl dengan NaOH 0,1 M di atas, Ananda dapat menghitung konsentrasi HCl dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Menghitung Volum NaOH pada masing-masing percobaan.

Volume NaOH mula-mula adalah posisi volume NaOH yang terdapat dalam buret

posisi volume NaOH yang terdapat dalam buret pada saat warna indicator berubah

$$\text{Volume NaOH} = \text{Volume NaOH mula-mula} - \text{volume NaOH pada akhir titrasi}$$

Pada percobaan 1 : 50 mL - 38,35 mL = 11,65 mL

Pada percobaan 2 : 38,35 mL - 26,75 mL = 11,60 mL

Pada percobaan 3 : 26,75 mL - 15,14 mL = 11,61 mL

$$\text{Volum NaOH rata-rata} = \frac{11,65 \text{ mL} + 11,60 \text{ mL} + 11,61 \text{ mL}}{3} = 11,62 \text{ mL}$$

- b. Volume NaOH rata-rata yang sudah diperoleh dimasukkan ke dalam rumus

$$\begin{aligned} V_a \times M_a \times \text{val. Asam} &= V_b \times M_b \times \text{val. Basa} \\ 20 \text{ mL} \times M_a \times 1 &= 11,62 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} \times 1 \\ M_a &= \frac{11,62 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} \times 1}{20 \text{ mL}} \\ M_a &= 0,0581 \text{ M} \end{aligned}$$

Jadi konsentrasi HCl yang dititrasi adalah **0,0581 M**

Contoh di atas merupakan contoh penentuan konsentrasi asam kuat yang dititrasi dengan larutan basa kuat yang sudah diketahui konsentrasinya. Bagaimana jika yang dititrasi dan atau larutan yang menitrasi diubah? Yaitu, **titrasi asam lemah dengan basa kuat** atau **titrasi basa lemah dengan asam kuat**? Tentu saja cara perhitungan dan analisis untuk menentukan konsentrasi zat yang dititrasi sama seperti pada contoh soal.

C. Rangkuman

1. Reaksi antara asam dengan basa disebut reaksi penetralan.
2. Penentuan konsentrasi dan kadar suatu asam atau basa dapat menggunakan metode titrasi.
3. Hal-hal penting pada titrasi
 - a. Titik ekuivalen
Titik ekuivalen adalah saat jumlah mol H^+ sama dengan jumlah mol OH^- . Biasanya ditunjukkan dengan harga pH.
 - b. Titik akhir titrasi
Titik akhir titrasi adalah saat di mana indikator berubah warna.
4. Berdasarkan data hasil titrasi, dapat dihitung konsentrasi zat yang dititrasi.

D. Penugasan Mandiri

Agar Ananda semakin memahami tentang materi di Kegiatan Pembelajaran 1 ini, lakukanlah kegiatan berikut ini secara mandiri !

Data hasil titrasi 10 ml larutan asam H_2SO_4 dengan larutan NaOH 0,1 M sebagai berikut.

Titrasi Ke -	Volume NaOH yang ditambahkan (mL)
1	5,0
2	4,9
3	5,1

- a. Hitung molaritas asam yang bereaksi !
- b. Tulis persamaan reaksi tersebut !
- c. Indikator apakah yang akan digunakan pada titrasi tersebut?

E. Latihan Soal

Petunjuk :

Orang yang ingin mencapai kesuksesan harus melewati berbagai kesulitan. Kalau Ananda menganggap soal-soal ini sebagai kesulitan dan berusaha untuk mengerjakannya dengan jujur, kelak Ananda akan sukses!

1. 10 mL HCl yang tidak diketahui konsentrasinya dititrasi oleh larutan NaOH 0,1 M. Pada titik akhir titrasi ternyata rata-rata volum NaOH 0,1 M yang digunakan adalah 12,52 mL. Hitung konsentrasi HCl yang dititrasi!
2. Data hasil percobaan titrasi CH_3COOH dengan NaOH 0,05 M, adalah sebagai berikut

Percobaan	Volume CH_3COOH (mL)	Volume NaOH (mL)
1	25	20,0
2	25	19,9
3	25	20,1

Tentukan konsentrasi CH_3COOH !

3. Titrasi dihentikan apabila sudah tercapai titik akhir titrasi.
 - a. Apa yang dimaksud dengan titik ekuivalen dan titik akhir titrasi?
 - b. Bagaimana cara menentukan titik akhir titrasi antara 25 mL larutan NaOH 0,1 M dengan larutan HCl 0,1 M?
 - c. Indikator apa yang paling tepat digunakan untuk titrasi tersebut?
4. Diketahui cuka makan dijual di pasar seperti gambar berikut.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

GRAFIK TITRASI

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah membaca dan mengikuti langkah-langkah atau arahan pada modul ini diharapkan Ananda dapat :

1. Menentukan titik ekuivalen berdasarkan gambar grafik titrasi asam basa.
2. Membuat grafik titrasi asam basa.
3. Menganalisis grafik titrasi asam basa.
4. Menyimpulkan hasil analisis grafik titrasi asam basa.

B. Uraian Materi

1. Grafik Titrasi Asam Basa

Ananda yang hebat, data hasil titrasi asam basa dapat kita buat grafik atau kurvanya. Grafik titrasi menggambarkan alur pH terhadap volum asam atau basa yang ditambahkan pada saat titrasi. Pada grafik ini dapat dilihat titik ekuivalen dari reaksi asam-basa pada titrasi.

Grafik titrasi asam basa yang akan Ananda pelajari dalam modul ini ada 3 jenis yang akan dijabarkan satu per satu berikut ini.

a. Titrasi Asam Kuat oleh Basa Kuat

Perubahan pH pada penetralan asam kuat oleh basa kuat, sebagai contoh 25 mL larutan HCl 0,1 M yang ditetesi dengan larutan NaOH 0,1 M sedikit demi sedikit hingga mencapai 50 mL, ditunjukkan oleh gambar 1 Setiap perubahan pH dicatat volume NaOH yang ditambahkan.

1) pH Sebelum Titrasi

Sebelum titrasi hanya terdapat 25 mL larutan HCl 0,1 M

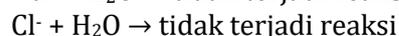
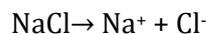
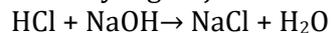
$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = -\log 10^{-1} = 1$$

2) pH pada Titik Ekuivalen

Pada titik ekuivalen, terbentuk garam yang tidak bisa di hidrolisa oleh air, sehingga bersifat netral dan pH = 7.

Reaksi yang terjadi



3) pH setelah titik ekuivalen

Pada penambahan NaOH selanjutnya akan membuat pH semakin meningkat dari konsentrasi 10^{-7} M menjadi 10^{-3} M hanya dengan penambahan 5 mL NaOH. Perhitungan pH menggunakan rumus:

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

Contoh :

Pada saat volume NaOH 0,1 M mencapai 30 mL, maka :

	HCl	+	NaOH	→	NaCl	+	H ₂ O
	25 mL x 0,1 M		30 mL x 0,1 M		-		-
Mula-mula :	2,5 mmol		3,0 mmol		-		-
Reaksi :	2,5 mmol		2,5 mmol		2,5 mmol		2,5 mmol
Selesai :	-		0,5 mmol		2,5 mmol		2,5 mmol

$$[\text{NaOH}] = 0,5 \text{ mmol} / \text{volume total} = 0,5 \text{ mmol} / 50 \text{ mL} = 10^{-2} \text{ M}$$



Maka $[\text{OH}^- \text{ sisa}] = [\text{NaOH}] = 10^{-2} \text{ M}$

$$\begin{aligned} \text{pOH} &= -\log [\text{OH}^- \text{ sisa}] \\ &= -\log 10^{-2} \text{ M} \\ &= 2 \end{aligned}$$

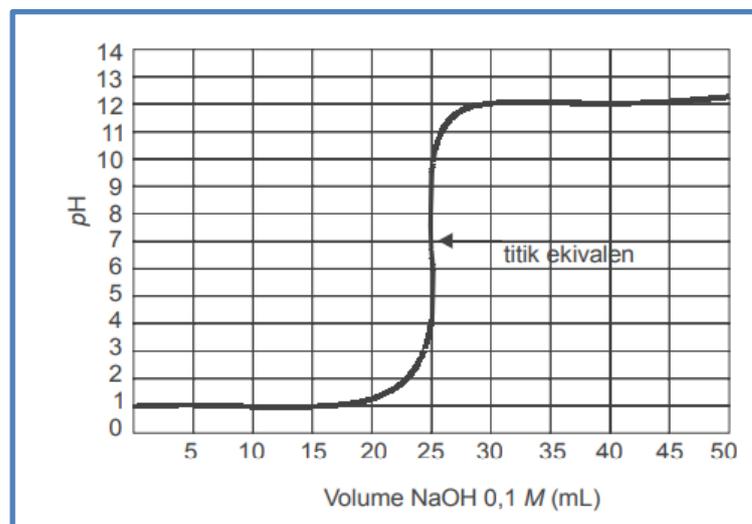
$$\begin{aligned} \text{pH} &= 14 - \text{pOH} \\ &= 14 - 2 \\ &= \mathbf{12} \end{aligned}$$

Data yang diperoleh tertera pada tabel berikut.

Tabel 1. Harga pH pada titrasi asam kuat (HCl) dengan basa kuat (NaOH)

Volume NaOH 0,1 M yang ditambahkan (mL)	pH HCl 0,1 M
0,0	1,00
5,0	1,18
10,0	1,37
15,0	1,60
20,0	1,95
22,0	2,20
24,0	2,69
24,5	3,00
24,9	3,70
25,0	7,00
25,1	10,30
25,5	11,00
26,0	11,29
28,0	11,75
30,0	12,00
35,0	12,22
40,0	12,36
45,0	12,46
50,0	12,52

Grafik yang didapat adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Grafik Titrasi Asam Kuat oleh Basa Kuat

Jika Ananda perhatikan pada grafik titrasi HCl dengan NaOH, mula-mula pH naik sangat lambat kemudian terjadi lonjakan pH dan selanjutnya kenaikan pH lambat lagi. **Titik tengah bagian vertikal grafik adalah titik ekuivalen titrasi.** Pada titrasi asam kuat dan basa kuat titik ekuivalen terjadi pada pH 7. Larutan dengan pH 7 bersifat netral yaitu jumlah ion H^+ sama dengan ion OH^- .

Berdasarkan grafik di atas dapat kita simpulkan sebagai berikut :

- Pertama kita lihat pH larutan naik sedikit demi sedikit.
- Perubahan pH drastis akan terjadi pada titik ekuivalen.
- pH titik ekuivalennya = 7 (netral).
- Indikator yang dapat digunakan yaitu: metil merah, bromtimol biru, atau fenolftalein.
- Namun, yang lebih sering digunakan yaitu fenolftalein karena pada perubahan warna fenolftalein yang lebih mudah diamati.

b. Titrasi Asam Lemah oleh Basa Kuat

Perubahan pH pada penetralan asam lemah oleh basa kuat, contohnya 25 mL larutan CH_3COOH 0,1 M yang ditetesi dengan larutan NaOH 0,1 M sedikit demi sedikit hingga mencapai 50 mL, ditunjukkan oleh gambar 2. Setiap perubahan pH dicatat volume NaOH yang ditambahkan.

1) pH Sebelum Titrasi

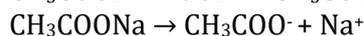
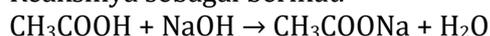
Sebelum titrasi hanya terdapat 25 mL asam lemah CH_3COOH 0,1 M ($K_a = 10^{-5}$). pH dihitung sebagai berikut.

$$pH = -\log\sqrt{K_a \cdot C_a}$$

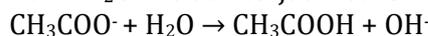
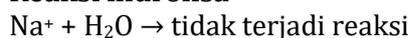
$$pH = -\log\sqrt{10^{-5} \cdot 10^{-1}} = -\log\sqrt{10^{-6}} = -\log 10^{-3} = 3$$

2) Pada titik ekuivalen titrasi akan terbentuk larutan yang dapat dihidrolisa

Reaksinya sebagai berikut.



Reaksi hidrolisa



Pada reaksi tersebut terbentuk ion OH^- , maka larutan pada titik ekuivalen akan bersifat basa dengan pH > 7.

Perhitungan pH menggunakan rumus berikut.

$$pOH = -\log\sqrt{\frac{K_w}{K_a} [\text{garam}]}$$

Ananda dapat menentukan pH pada titik ekuivalen dengan cara berikut.

	CH_3COOH	+	$NaOH$	\rightarrow	CH_3COONa	+	H_2O
	25 mL x 0,1 M		25 mL x 0,1 M		-		-
Mula-mula :	2,5 mmol		2,5 mmol		-		-
Reaksi :	2,5 mmol		2,5 mmol		2,5 mmol		2,5 mmol
Selesai :	-		-		2,5 mmol		2,5 mmol

$$pOH = -\log\sqrt{\frac{10^{-14}}{10^{-5}} \left[\frac{2,5 \text{ mmol}}{50 \text{ mL}} \right]}$$

$$= -\log\sqrt{10^{-9} \times 0,5 \times 10^{-1}}$$

$$\begin{aligned}
 &= -\log \sqrt{0,5} \times 10^{-5} \\
 &= 5 - \log \sqrt{0,5} \\
 \text{pH} &= 14 - (5 - \log \sqrt{0,5}) \\
 &= 9 + \log \sqrt{0,5} \\
 &= \mathbf{8,72}
 \end{aligned}$$

3) Titik Setelah Titrasi

Penambahan NaOH yang berlebih, akan menyebabkan larutan kelebihan mol NaOH, sehingga larutan akan bersifat basa dengan $\text{pH} > 7$. Perhitungan pH menggunakan rumus :

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

Contoh pada saat volume NaOH 0,1 M 30 mL maka Ananda dapat menghitung pH larutan yang terjadi sebagai berikut.

	CH_3COOH	+	NaOH	\rightarrow	CH_3COONa	+	H_2O
	25 mL x 0,1 M		30 mL x 0,1 M		-		-
Mula-mula:	2,5 mmol		3,0 mmol		-		-
Reaksi :	2,5 mmol		2,5 mmol		2,5 mmol		2,5 mmol
Selesai :	-		0,5 mmol		2,5 mmol		2,5 mmol

$$[\text{NaOH}] = 0,5 \text{ mmol} / \text{volume total} = 0,5 \text{ mmol} / 50 \text{ mL} = 10^{-2} \text{ M}$$

Karena : $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$

Maka : $[\text{OH}^- \text{ sisa}] = [\text{NaOH}] = 10^{-2} \text{ M}$

$$\begin{aligned}
 \text{pOH} &= -\log [\text{OH}^- \text{ sisa}] = -\log 10^{-2} \text{ M} = 2 \\
 \text{pH} &= 14 - \text{pOH} \\
 &= 14 - 2 \\
 &= \mathbf{12}
 \end{aligned}$$

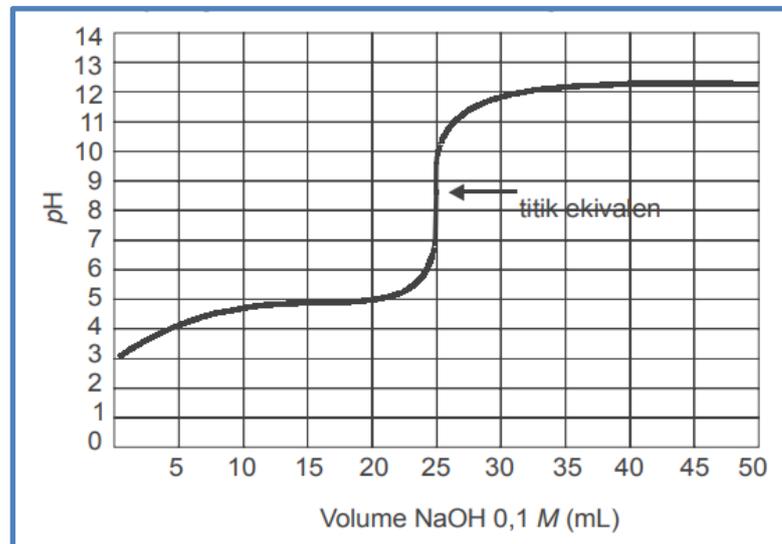
Data yang diperoleh tertera pada tabel berikut.

Tabel 2. Harga pH pada titrasi asam lemah dengan basa kuat

Volume NaOH 0,1 M yang ditambahkan (mL)	pH CH_3COOH 0,1 M
0,0	3,00
5,0	4,14
10,0	4,57
15,0	4,92
20,0	5,35
22,0	5,61
24,0	6,13
24,5	6,44
24,9	7,14
25,0	8,72
25,1	10,30
25,5	11,00
26,0	11,29
28,0	11,75
30,0	12,00
35,0	12,22
40,0	12,36

Volume NaOH 0,1 M yang ditambahkan (mL)	pH CH ₃ COOH 0,1 M
45,0	12,46
50,0	12,52

Grafik yang didapat adalah sebagai berikut.



Gambar 2. Grafik Titrasi Asam Lemah oleh Basa Kuat

Titrasi asam lemah dengan basa kuat prinsipnya sama tetapi ada sedikit perbedaan. Pada titrasi CH₃COOH dengan NaOH, pH dimulai dari pH 3 dan titik ekuivalen terjadi pada pH yang lebih tinggi pula. Hal ini disebabkan CH₃COOH adalah asam lemah dan menghasilkan ion H⁺ dalam jumlah yang sedikit. Titik ekuivalen terjadi pada pH 8,72. Pada campuran terdapat pula natrium asetat yang bersifat basa lemah dan meningkatkan pH.

Berdasarkan grafik di atas dapat kita simpulkan sebagai berikut :

- Dapat dilihat titik ekuivalen berada di atas pH 7, yaitu antara 8 – 9.
- Lonjakan perubahan pH pada sekitar titik ekuivalen akan lebih kecil, tetapi hanya sekitar 3 satuan, yaitu dari pH ±7 hingga pH ±10.
- Indikator yang dapat digunakan: fenolftalein.
- Metil merah tidak dapat digunakan karena perubahan warnanya terjadi jauh sebelum tercapai titik ekuivalennya.

c. Titrasi Basa Lemah oleh Asam Kuat

Perubahan pH pada penetralan basa lemah oleh asam kuat, misalnya 25 mL larutan NH₃ 0,1 M yang dititrasi dengan larutan HCl 0,1 M sedikit demi sedikit hingga mencapai 50 mL, ditunjukkan oleh gambar 3. Setiap perubahan pH dicatat volume HCl yang ditambahkan.

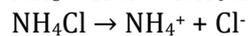
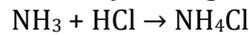
1) pH Sebelum Titrasi

Sebelum titrasi hanya terdapat 25 mL NH₃ 0,1 M ($K_b = 10^{-5}$). pH dihitung sebagai berikut.

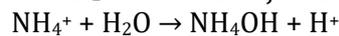
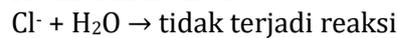
$$\begin{aligned}
 \text{pOH} &= -\log\sqrt{K_b \cdot C_b} \\
 \text{pOH} &= -\log\sqrt{10^{-5} \cdot 10^{-1}} = -\log\sqrt{10^{-6}} = -\log 10^{-3} = 3 \\
 \text{pH} &= 14 - 3 = 11
 \end{aligned}$$

2) pH pada Titik Ekuivalen

Pada titik ekuivalen titrasi ini terbentuk larutan yang dapat dihidrolisa. Reaksinya sebagai berikut.



Reaksi hidrolisa



Pada reaksi di atas, terbentuk H^+ , maka larutan pada titik ekuivalen akan bersifat asam dengan $\text{pH} < 7$. Perhitungan pH menggunakan rumus berikut.

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

Ananda dapat menentukan pH pada titik ekuivalen dengan cara berikut.

	NH_3	+	HCl	\rightarrow	NH_4Cl
	25 mL x 0,1 M		25 mL x 0,1 M		-
Mula-mula:	2,5 mmol		2,5 mmol		-
Reaksi :	2,5 mmol		2,5 mmol		2,5 mmol
Selesai :	-		-		2,5 mmol

$$\begin{aligned}
 \text{pH} &= -\log\sqrt{\frac{10^{-14} \cdot 2,5 \text{ mmol}}{10^{-5} \cdot 50 \text{ mL}}} \\
 &= -\log\sqrt{10^{-9} \times 0,5 \times 10^{-1}} \\
 &= -\log\sqrt{0,5 \times 10^{-5}} \\
 &= 5 - \log\sqrt{0,5} \\
 &= \mathbf{5,28}
 \end{aligned}$$

3) Titik Setelah Titrasi

Penambahan HCl yang berlebih, akan menyebabkan larutan kelebihan mol HCl, sehingga larutan akan bersifat asam dengan $\text{pH} < 7$.

Perhitungan pH menggunakan rumus :

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

Contoh :

Pada saat volume HCl 0,1 M mencapai 30 mL maka Ananda dapat menghitung pH larutan yang terjadi sebagai berikut.

	NH_3	+	HCl	\rightarrow	NH_4Cl
	25 mL x 0,1 M		30 mL x 0,1 M		
Mula-mula:	2,5 mmol		3,0 mmol		-
Reaksi :	2,5 mmol		2,5 mmol		2,5 mmol
Selesai :	-		0,5 mmol		2,5 mmol

$$[\text{HCl}] = 0,5 \text{ mmol} / \text{volume total} = 0,5 \text{ mmol} / 50 \text{ mL} = 10^{-2} \text{ M}$$

Karena : $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$

Maka : $[\text{H}^+ \text{ sisa}] = [\text{HCl}] = 10^{-2} \text{ M}$

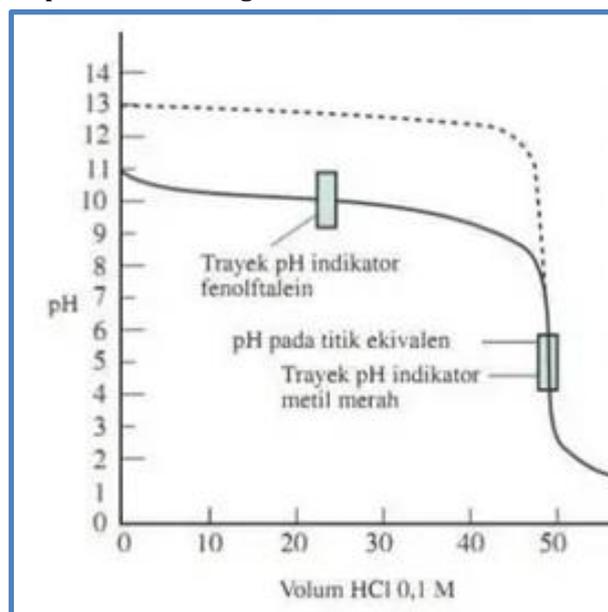
$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log [\text{H}^+ \text{ sisa}] \\ &= -\log 10^{-2} \text{ M} \\ &= 2 \end{aligned}$$

Data yang diperoleh tertera pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Harga pH pada titrasi basa lemah dengan asam kuat

Volume HCl 0,1 M yang ditambahkan (mL)	pH NH_3 0,1 M
0	11,00
1	10,64
2	10,32
3	10,13
4	9,98
5	9,86
10	9,44
15	9,08
20	8,66
21	8,54
22	8,39
23	8,20
24	7,88
25	5,28
26	2,70
27	2,40
28	2,22
29	2,10
30	2,00
35	1,70
40	1,52
45	1,40
50	1,30

Grafik yang didapat adalah sebagai berikut.



Gambar 3. Grafik Titrasi Basa Lemah oleh Asam Kuat

Berdasarkan grafik di atas dapat kita simpulkan sebagai berikut :

- Dapat kita lihat titik ekuivalen berada di bawah pH 7, yaitu antara 5 – 6.
- Pada lonjakan perubahan pH pada sekitar titik ekuivalen hanya sedikit, sekitar 3 satuan, yaitu dari pH ± 7 hingga pH ± 4
- Indikator yang dapat digunakan: metil merah.
- Fenolftalein tidak dapat digunakan karena perubahan warnanya akan terjadi jauh sebelum tercapai titik ekuivalen.

C. Rangkuman

1. Data hasil titrasi asam basa dapat dibuat ke dalam bentuk grafik titrasi asam basa.
2. Grafik titrasi menggambarkan alur pH terhadap volum asam atau basa yang ditambahkan pada saat titrasi.
3. Pada grafik titrasi asam basa dapat dilihat titik ekuivalen dari reaksi asam-basa pada titrasi.
4. Bentuk grafik titrasi asam basa berbeda jika titik ekuivalen suatu reaksi asam basa berbeda.
5. Grafik Titrasi Asam Basa berbentuk diagram kartesius dengan sebagai sumbu X adalah volume (mL) asam atau basa yang menitrasi dan sebagai sumbu Y adalah pH larutan asam atau basa yang dititrasi.
6. Titik ekuivalen dari titrasi asam kuat oleh basa kuat berada pada pH = 7.
7. Titik ekuivalen dari titrasi asam lemah oleh basa kuat berada di atas pH 7 (pH>7), yaitu antara 8 – 9.
8. Titik ekuivalen dari titrasi basa lemah oleh asam kuat berada di bawah pH 7 (pH<7), yaitu antara 5 – 6.
9. Indikator yang biasa digunakan pada titrasi asam kuat oleh basa kuat adalah fenolftalein (pp).
10. Indikator yang bisa digunakan pada titrasi asam lemah oleh basa kuat adalah fenolftalein (pp). Metil merah tidak dapat digunakan karena perubahan warnanya terjadi jauh sebelum tercapai titik ekuivalennya.
11. Indikator yang dapat digunakan pada titrasi basa lemah oleh asam kuat adalah metil merah. Fenolftalein tidak dapat digunakan karena perubahan warnanya akan terjadi jauh sebelum tercapai titik ekuivalen.

D. Penugasan Mandiri

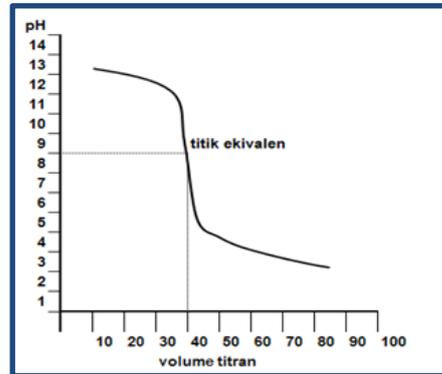
Agar Ananda semakin memahami tentang materi di Kegiatan Pembelajaran 2 ini, lakukanlah kegiatan berikut ini secara mandiri!

1. Carilah dari buku paket atau sumber belajar lainnya tabel data hasil titrasi basa kuat oleh asam kuat!
2. Buatlah gambar grafik hasil titrasi basa kuat oleh asam kuat tersebut!
3. Buatlah kesimpulan dari analisis grafik titrasi basa kuat oleh asam kuat tersebut!

E. Latihan Soal

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan tepat!

- Perhatikan grafik titrasi asam basa berikut.

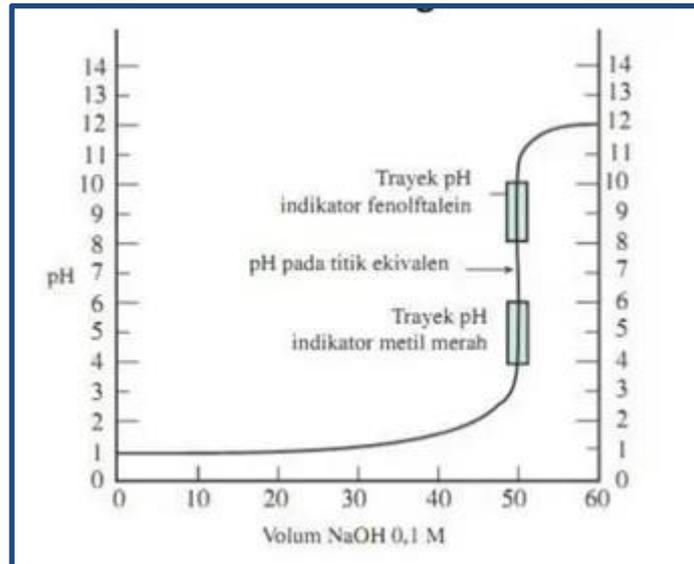


Berdasarkan gambar di atas, tentukan jenis titrasi asam basanya dan jelaskan alasannya !

- Gambarkan grafik titrasi asam basa berdasarkan tabel data hasil titrasi asam basa berikut !

Volume NaOH (mL)	pH
0	1,00
5	1,18
10	1,37
15	1,60
20	1,95
21	2,06
22	2,20
23	2,38
24	2,69
25	7,00
26	11,29
27	11,59
28	11,75
29	11,87
30	11,96
35	12,22
40	12,36
45	12,46
50	12,52

3. Diketahui grafik titrasi asam basa seperti berikut.



Berdasarkan gambar di atas, buatlah kesimpulan dari analisis grafik titrasi asam basa tersebut !