MODUL

THE TRASIANGE ARGENTOMETRI

METODE FAJANS

KIMIA ANALITIK DASAR

ARDHA HAFIIDH FRIANSYAH 2304080058

MODUL TITRASI ARGENTOMETRI | METODE FAJANS

Penulis:

Ardha Hafiidh Friansyah

Editor:

Ardha Hafiidh Friansyah

Copy Editor:

Ardha Hafiidh Friansyah

Design Sampul dan Tata Letak:

Ardha Hafiidh Friansyah

©Hak Cipta dilindungi undang undang Dilarang memperbanyak karya tulis ini dengan sengaja, tanpa ijin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan hidayahnya sehingga penulis dapat menyusun "Modul Titrasi Argentometri Metode Fajans" dengan baik.

Buku ini dapat disusun dengan baik berkat kerjasama dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu saya menyampaikan banyak terima kasih kepada segenap pihak yang telah berkontribusi secara maksimal dalam penyelesaian buku ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan buku, baik dari segi tata bahasa, susunan kalimat maupun isi. Oleh karena itu penulis menerima segala kritik dan saran yang membangun dari para pembaca.

Akhir kata semoga buku ini dapat menambah khazanah ilmu pengetahuan dan memberikan manfaat.

Semarang, Mei 2024

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Sampuli	j
Identitas Bukui	ii
Kata Pengantari	iii
Daftar Isi	lν
Sub Materi	V
BAB 1. DASAR-DASAR KIMIA ANALISIS	
2.1 Pengertian Kimia Analisis	
2.2 Reaksi-Reaksi Dasar Analisis	
2.3 Konsentrasi Larutan	
2.4 Rangkuman	
BAB 2. TITRASI ARGENTOMETRI	
2.1 Reaksi Pengendapan Titrasi Argentometri	
2.2 Titrasi Argentometri Metode Fajans	
2.3 Penentuan Kadar Nacl pada garam dapur	
dengan titrasi Argentometri Fajans	
2.4 Rangkuman	
2.5 Latihan Soal	
DAFTAD DUSTAKA	

SUB-MATERI

BAB	Sub-Capaian Materi
BAB I DASAR-DASAR KIMIA ANALISIS	 Memahami dan mengetahui pengertian Kimia Analisis Memahami dan mengetahui konsep dasar- dasar analisis. Menjelaskan dan memahami reaksi-reaksi dasar analisis. Menjelaskan dan memahami konsep perhitungan Konsentrasi Larutan Memahami analisis argentometri. Memahami konsep dan menerapkan prosedur analisis kuantitatif dalam pendekatan analisis

BAB II
TITRASI
ARGENTOMETRI

- 1. Memahami analisis argentometri dengan metode fajans dan menentukan titik akhir dari titrasi.
- 2. Memahami reaksi pengendapan dan definisi titrasi argentometri metode fajans dengan memberikan contoh dan menuliskan persamaan reaksinya.
- 3. Mengetahui dalam membedakan reaksi pengendapan dengan reaksi pembentukan kompleks.
- 4. Memahami Penentuan Kadar Nacl pada garam dapur dengan titrasi Argentometri Fajans

BAB 1

DASAR-DASAR KIMIA ANALISIS

1.1 Pengertian Kimia Analisis

Kimia Analisis merupakan salah satu cabang ilmu Kimia yang mempelajari pemisahan (separasi). identifikasi. tentang determinasi/menganalisis komponen kimia dalam suatu bahan baik bahan alam maupun bahan buatan. Kimia analisis dapat berupa kimia analisis kualitatif dan kuantitatif. Kimia analisis kualitatif mempelajari tentang identitas suatu bahan kimia yang ada di dalam sampel. Sedangkan kimia analisis kuantitatif berkaitan dengan jumlah suatu komponen bahan dalam sampel. Bahan yang ditentukan disebut analit (konstituen yang diinginkan). Sedangkan iumlah banyaknya suatu zat tertentu dalam sampel dapat dinyatakan dalam bentuk kadar atau konsentrasi, seperti molar, persen berat, gram per liter, normal, atau ppm. Contoh dalam membedakan analisis kualitatif dan kuantitatif yaitu misalnya kapur. Kapur dalam analisis kualitatif, dapat diketahui kandungan atau jenis unsur yang ada dalam kapur. Yakni mengandung kation Ca²⁺ kation dan anion CO ²⁻ anion. Sedangkan dalam analisis kuantitatif dapat diketahui jumlah zat/unsur yang menyusun kapur dalam bentuk prosentase dari kation Ca²⁺ dan anion CO ²⁻.

1.2 Reaksi-Reaksi Dasar Analisis pada titrasi pengendapan

Reaksi dasar dari suatu analisis digolongkan berdasarkan jenis reaksi yang terjadi antara larutan yang ada di dalam erlenmeyer (analit) dengan larutan yang ada di dalam buret (titran).

a. Titrasi Pengendapan

Yaitu titrasi yang menghasilkan endapan yang tidak mudah larut antara titran dan analit. Titrasi yang menghasilkan endapan ini banyak digunakan untuk pengendapan antara kation perak dengan anion halogen, sehingga titrasi ini juga bisa disebut dengan titrasi argentometri. Reaksi yang terjadi :

$$Cl^{-}_{(aq)} + Ag^{+}_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)}$$

1.3 Konsentrasi Larutan

a. Molaritas (M)

Molaritas didefinisikan sebagai jumlah mol zat terlarut dalam satu liter larutan. Rumus molaritas yaitu:

$$Molaritas(M) = \frac{mol\ zat\ terlarut}{liter\ larutan} = \frac{n}{V} = \frac{g}{Mr\ x\ V}$$

Jika volume yang digunakan dalam satuan mL maka:

$$Molaritas(M) = \frac{g}{Mr} \times \frac{1000}{V}$$

b. Normalitas (N)

Normalitas didefinisikan sebagai jumlah ekivalen zat terlarut per liter larutan. Karena ekivalen (eq) adalah gram zar terlarut dibagi berat ekivalen (BE) maka:

$$Normalitas(N) = \frac{eq}{V} = \frac{g}{BE \times V}$$

Jika volume yang digunakan dalam satuan mL maka:

$$Normalitas(N) = \frac{g}{BE} \times \frac{1000}{V}$$

Berat ekivalen (BE) dari suatu asam atau basa didefinisikan sebagai berat yang diperlukan dalam gram

untuk bereaksi dengan 1 mol H^+ . Satu miliekivalen (meq) adalah seperseribu dari satu ekivalen (1000 meq = 1 eq). Hubungan antara M_T dengan BE adalah:

$$BE = \frac{Mr}{n}$$

Dengan n adalah jumlah mol H⁺ asam atau yang direaksikan dengan 1 mol basa. Untuk reaksi oksidasi reduksi, berat ekivalen didefinisikan sebagai berat (dalam gram) yang diperlukan untuk bereaksi dengan 1 mol elektron. Sedangkan untuk pengendapan dan pembentukan kompleks, berat ekivalen didefinisikan sebagai berat (dalam gram) yang diperlukan untuk bereaksi dengan 1 mol kation univalen, 1/2 mol kation divalen, 1/3 mol kation trivalen dan sebagainya.

 $\label{eq:hubungan antara normalitas dan molaritas adalah: N = n \ x \\ M$

Di mana n adalah jumlah mol ion hidrogen, elektron atau kation univalen yang bereaksi.

c. Formalitas (F)

Formalitas didefinisikan sebagai jumlah dari berat rumus per liter larutan. Rumus formalitas yaitu:

$$Formalitas(F) = \frac{n_f}{BR} = \frac{g}{BR \times V}$$

Berat rumus biasanya sinonim dengan berat molekul. Oleh karena itu biasanya formalitas sama dengan molaritas.

d. Molalitas (m)

Molalitas didefinisikan sebagai jumlah mol zat terlarut per kilogram pelarut. Rumus molalitas yaitu:

$$Molalitas(m) = \frac{mol\ zat\ terlarut}{kg\ pelarut} = \frac{n}{p} = \frac{g}{Mr\ x\ p}$$

Jika volume yang digunakan dalam satuan mL maka:

$$Molalitas(m) = \frac{g}{Mr} \times \frac{1000}{p}$$

dengan p adalah berat pelarut dalam satuan kg atau g

e. Prosentase Zat

Persentase zat dalam larutan biasanya dinyatakan sebagai persen berat (% b/b) yang didefinisikan sebagai jumlah dari gram zat terlarut per 100 gram larutan. Dengan rumus sebagai berikut:

$$persen berat = \frac{massa \ zat}{massa \ total} \ x \ 100$$

atau

$$persen\ berat = \frac{m_A}{m_A + m_B} \ x \ 100$$

Satuan persen lainnya adalah persen volume (% v/v) dan persen berat- volume (persen b/v).

$$persen\ volume = \frac{volume\ zat}{volume\ total}\ x\ 100$$

$$persen berat = \frac{massa \ zat \ (dalam \ gram)}{volume \ total \ (dalam \ mL)} \ x \ 100$$

f. Bagian per sejuta (ppm)

Jumlah bagian suatu larutan dalam 1 juta bagian larutan, secara matematis dinyatakan sebagai:

$$ppm = \frac{m}{m + m_0} \times 10^6$$

di mana m adalah jumlah gram zat terlarut dan m_0 adalah jumlah gram zat pelarut karena m biasanya amat kecil dibandingkan m_0 maka:

$$ppm = \frac{m}{m_0} \times 10^6$$

Selain ppm ada juga ppb yaitu bagian per semilyar.

1.4 Rangkuman

- ➤ Reaksi-reaksi dasar analisis meliputi reaksi netralisasi, pengendapan, pembentukan kompleks, dan reduksi oksidasi (redoks)
- ➤ Konsentrasi larutan meliputi molaritas, normalitas, formalitas, molalitas, prosentase zat, dan bagian per sejuta (ppm).
- ➤ Besaran dari ekivalen memiliki harga yang berbedabeda terhadap jenis reaksinya. Konfirmasi terhadap reaksi tersebut harus diperoleh sebelum dilakukannya penghitungan konversi besaran tersebut. Mengetahui perhitungan tersebut akan sangat membantu dalam penyiapan suatu larutan standar dan hitungan-hitungan tersebut termasuk dalam analisis volumetri.
- Larutan standar terdiri dari larutan standar primer dan sekunder

BAB 2

TITRASI ARGENTOMETRI

2.1 Definisi Titrasi Pengendapan

Titrasi pengendapan adalah titrasi yang melibatkan pembentukan endapan, biasanya pembentukan endapan ini digunakan sebagai indikator tercapainya titik akhir titrasi. Apabila campuran dua ion yang berbeda dititrasi, produk garam dengan Ksp yang lebih kecil akan mengendap lebih dulu. Apabila perbedaan Ksp dimaksud cukup besar, maka pengendapan pertama akan mendekati selesai sebelum pengendapan kedua dimulai.

Titrasi pengendapan yang melibatkan penggunaan larutan garam perak nitrat (AgNO3) sebagai analit, pereaksi, atau larutan standar disebut dengan titrasi argentometri. Prinsip reaksi pengendapan sering digunakan untuk metode gravimetri.

Di dalam titrasi argentometri dikenal terdapat 3 metode yaitu metode Mohr, metode Volhard, dan metode Fajans. Pada fokus pembahasan ini yaitu **metode fajans**

2.2 Metode Fajans

Pada titrasi argentometri menggunakan metode Fajans ini menggunakan indikator yang disebut dengan indikator adsorpsi. Indikator adsorpsi ini merupakan senyawa organik yang dapat berubah warnanya jika teradsorpsi pada permukaan endapan. Misalnya titrasi antara ion klorida dengan larutan standar Ag⁺ , yang reaksinya :

$$Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)}$$
 (putih)

Titrasi tersebut menunjukkan proses adsorpsi dengan menggunakan indikator yang bermuatan negatif seperti fluoroscein(Fl⁻). Saat sebelum tercapai titik ekivalen larutan tersebut memiliki Cl⁻ yang berlebih , sehingga indikator fluoroscein(Fl⁻) tidak teradsorpsi pada permukaan endapan yang menyebabkan permukaan endapan masih diselimuti oleh ion Cl⁻ yang bebas akibatnya antara endapan dengan Fl⁻ saling tolak menolak.

Reaksinya adalah:

$(AgCI)CI^- + FI^- \rightarrow tidak ada adsorpsi$

Endapan akan bersifat netral pada saat titik ekivalen berlangsung, karena pada saat titik ekivalen berlangsung ion Cl-maupun Ag+ tidak ada lagi dipermukaan endapan. Hilangnya kedua ion tersebut akibat adanya reaksi yang berlangsung. Penambahan sejumlah kecil ion Ag+ pada saat setelah titik ekuivalen berlangsung akan menyebabkan lebihnya jumlah muatan ion Ag+ didalam larutan tersebut, sehingga pada permukaan endapan hanya terdapat ion Ag+ dan Fl-. Ion Fl-akan teradsopsi pada permukaan endapan melalui gaya elektrostatis. Gaya elektrostatis merupakan gaya yang timbul yang memiliki muatan listrik statik. Jika muantan yang dimiliki sama atau sejenis maka akan saing tolak menolak tetapi jika muatan yang dimiliki berlawanan jenis maka akan saling tarik menarik. Adanya ion Fl- yang teradsorpsi ini mengakibatkan terjadinya perubahan warna indikator.

dengan reaksi:

$(AgCI)Ag^+ + FI^- \rightarrow (AgCI) (Ag^+FI^-)$

Semua indikator adsorpsi dapat teradsopsi pada permukaan endapan karena indikator adsorpsi bersifat ionik. Ion sulfat dengan ion barium dalam pelarut aseton yaitu thorin atau alizarin yang merupakan indikator adsorpsi yang sering digunakan untuk proses penitrasian.

a. Penggunaan Indikator Adsorpsi

Dinamakan indikator adsorpsi karena pada saat teriadi titik ekuivalen, indikator itu diserap(diadsorpsi) oleh permukaan endapan tersebut dan selama proses itu suatu larutan akan mengalami perubahan dalam indikator yang menimbulkan adanya perubahan warna pada larutan tersebut. Zat yang digunakan vaitu zat-zat warna asam seperti, fluoresein yang digunakan sebagai garam natriumnya. Pada titrasi menggunakan perak klorida dengan larutan perak nitrat, perak klorida akan mengendap dan terjadi proses adsorpsi oleh ionion klorida dan ion fluoresein akan membentuk senyawa yang kompleks dari perak yang berwarna merah jambu.

Tabel 4.2 Perbedaan Metode pada Titrasi Argentometri

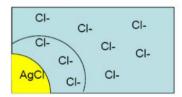
Metode	Indikator	Suasana	Metode Reaksi	Yang di dalam buret	Titik akhir titrasi
Mohr	K₂CrO₄	Netral	Langsung	AgNO₃	Endapan merah bata

Volhard	Fe ³⁺ /Fe	Asam	Tidak	KCNS	Larutan
	allum		langsung		merah
					bata
Fajans	Adsorpsi	Netral	Langsung	AgNO₃	Larutan
	(fluorescein)				pink

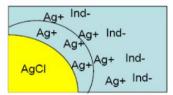
(Sumber: Day & Underwood, 2001: 280)

Gambar 4.3 Mekanisme adsorbsi pada metode Fajans Contoh: Fluoresens sbg anion fluoresenat (hijau kuning) bereaksi dg Ag⁺ membentuk endapan merah intensif yg teradsorpsi ke permukaan endapan koloidal krn adanya pasangan muatan ion.

Awal titrasi



Akhir titrasi: Ag*Ind-



Penggunaan indikator adsorpsi ini memiliki keuntungan yaitu memiliki galat yang kecil dalam penentuan titik akhir titrasi dan pada saat titik akhir titrasi berlangsung perubahan warna dapat diamati dengan jelas. Indikator ini saat digunakan pada saat titrasi argentometri menghasilkan endapan yang luas permukaan yang besar, sehingga indikator dapat teradsorpsi dengan baik. Jenis indikator adsorpsi dan penggunaannya:

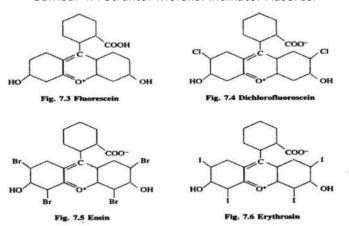
Tabel 4.1 Indiaktor Adsorbsi dan Penggunaannya

Indikator	Titrasi	Kondisi Larutan
Fluorescein	Cl⁻ dengan Ag⁺	Ph 7-8
Diklorofluorescein	Cl⁻ dengan Ag⁺	
Bromkresol hijau	SCN ⁻ dengan Ag⁺	pH 4-5
Eosin	Br ⁻ , I ⁻ , SCN ⁻ dengan Ag ⁺	pH 2

Metil ungu	Ag⁺ deng an Cl⁻	Larutan asam	
Rhodamin 6 G	Ag⁺ dengan Cl⁻	HNO₃ (0,3 M)	
Thorin	SO₄²- dengan Ba²+	Ph 1,5-3,5	
Bromfenol biru	Hg²+ dengan Cl⁻	Larutan 0,1 M	
Ortokrom T	Pb ²⁺ dengan CrO ₄ ²⁻	Netral, larutan 0,02 M	

Contoh struktur molekul dari indikator adsorpsi:

Gambar 4.4 Struktur Molekul Indikator Adsorbsi



Gambar 4.5 Perubahan warna yang terjadi pada titrasi argentometri metode Fajans

Indikator	Anion yang dititrasi	pН	Perubahan warna
Fluoresein	Cl ⁻ , Br ⁻ , I ⁻ , SCN ⁻ , OCN ⁻ , CN ⁻ , Fe(CN) ₆ ⁴⁻	7 – 8	Kuning – merah
Diklorofluoresein	Cl ⁻ , Br ⁻ , l ⁻ , SCN ⁻ , Fe(CN) ₆ ⁴⁻	4 – 8	Kuning – merah
Eosin	Br-, I-, SCN-	2 – 8	Pink – merah
Biru brom timbal	Cl ⁻ , l ⁻ , SCN ⁻	3 – 8	Purpel – merah

2.3 Penentuan Kadar Nacl pada garam dapur dengan titrasi Argentometri metode Fajans

Garam pur atau natrium klorida (NaCl) adalah senyawa ionil yang terdiri dari ion natrium (Na⁺) dan ion klorida (Cl⁻). Memiliki struktur kristal kubus yang tersusun dari ion ion Na⁺ dan Cl- yang terikat melalui ikatan ionik. Ikatan ini terbentuk karena perbedaan elektronegativitas yang besar antara natrium dan klorida. Dimana natrium kehilangan satu elektron untuk menjadi ion positif (kation), sedangkan klorida menerima satu elektron untuk menjadi ion negatif (anion). Sifat dari NaCl diantaranya: Titik lebur: 801°C, Titik didih: 1.413°C, Kelarutan: Larut dalam air dengan kelarutan 35.9 g/100 mL pada 20°C.

Penetapan Kadar NaCl dalam garam dapur merupakan analisis kuantitatif yang penting untuk memastikan kualitas dan kemurnian produk garam. Metode yang dapat kita gunakan salah satunya yaitu titrasi argentometri dengan indikator adsorpsi yaitu metode fajans. Dalam suasana netral, ion klorida (Cl⁻) dapat di titrasi dengan AgNO₃ menghasilkan endapan AgCl

yang berwarna putih, dengan indikator yang digunakan yaitu Fluorensein, dimana kelebihan satu tetes penitar (TA) akan bereaksi membentuk endapan perak fluorensenat yang berwarna merah muda. Dengan reaksi yang di peroleh :

$$AgNO_3 + NaCI \rightarrow AgCI \downarrow (putih) + NaNO_3$$

 $AgNO_3 + HFI \rightarrow AgFI \downarrow (merah muda) + HNO_3$

Adapun alat dan bahan yang digunakan meliputi :

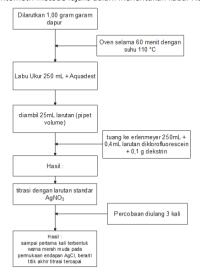
Alat : Kaca arloji, Pengaduk, Erlenmeyer, Buret 50 mL, Corong, Piala gelas 400mL, Labu semprot, Pipet volum 10 ml

Pipet tetes, Statif dan klem, Alas titar dan alas baca buret Bahan : AgNO₃ 0,05 N, Sampel garam dapur, Air suling, Indikator Fluorensein, Kertas saring penyeka, Kertas pengganjal corong

Pada titrasi metode ini, kurva titrasi biasanya, menunjukan volume larutan perak nitrat (AgNO₃) yang di tambahkan, dan beberapa parameter yang diukur seperti intensitas warna atau turbiditas larutan indikator adsorpsi yang berubah warna pada titik akhir titrasi, sehingga perubahan ini dapat digunakan untuk membangun kurva titrasi. Interpretasi kurva titrasi membantu menentukan volume tepat larutan AgNO₃ yang di butuhkan untuk mencapai titik ekivalen.

Prosedur kerja dalam menentukan kadar NaCl dalam garam dapur dengan cara men-standarisasi larutan garam dapur dengan larutan standar AgNO₃ secara titrasi argentometri metode fajans :

Diagram alir, titrasi argentometri metode faians dalam menentukan kadar NaCl dalam garam dapur



Setelah percobaan dilakukan, hitung kadar (%) NaCl dalam garam dapur :

$$Kadar\ NaCl\ (\%) = \frac{V\ AgNO_3\ x\ N\ AgNO_3\ x\ BE\ NaCl\ x\ FP\ x\ 100\%}{Berat\ Contoh\ (mg)}$$

Dengan, FP = faktor pengenceran, dalam prosedur ini adalah 250/25

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Hasil Perhitungan Penetapan Kadar NaCl dalam Garam Dapur Metode Fajans Secara Argentometri :

1. Kualitas dan Konsentrasi Larutan Standar AgNO3

Konsentrasi Larutan AgNO3: Ketidakakuratan dalam penentuan konsentrasi larutan standar AgNO3 akan langsung mempengaruhi hasil perhitungan kadar NaCl. Larutan harus disiapkan dengan tepat dan diverifikasi dengan larutan baku primer.

Kemurnian AgNO₃: Adanya pengotor dalam larutan AgNO₃ dapat menyebabkan reaksi yang tidak diinginkan, sehingga mempengaruhi hasil titrasi.

2. Pemilihan dan Penggunaan Indikator

Jenis Indikator: Indikator yang digunakan dalam metode Fajans harus memiliki perubahan warna yang jelas dan terjadi tepat pada titik ekuivalen. Penggunaan indikator yang tidak tepat dapat menyebabkan penentuan titik akhir titrasi yang tidak akurat.

Konsentrasi Indikator: Konsentrasi indikator harus tepat. Konsentrasi yang terlalu tinggi atau rendah dapat mempengaruhi adsorpsi pada permukaan endapan AgCl, mengubah perubahan warna, dan menyebabkan kesalahan dalam penentuan titik akhir titrasi.

3. Teknik Titrasi

Pembacaan Titik Akhir: Kemampuan untuk mengamati perubahan warna dengan tepat sangat penting. Pengamatan yang kurang teliti dapat menyebabkan penentuan volume titran yang tidak akurat

4. Kemurnian Sampel

Adanva pengotor dalam sampel garam dapur danat mengganggu reaksi titrasi. Pengotor seperti magnesium atau kalsium klorida bereaksi dapat dengan AgNO3 dan menyebabkan kesalahan dalam perhitungan kadar NaCl.

Penerapan Metode Fajans dalam Industri yaitu Kontrol Kualitas Garam, Dalam industri makanan, kontrol kualitas garam dapur sangat penting. Metode Fajans digunakan untuk memastikan bahwa kadar NaCl dalam garam dapur yang digunakan sesuai dengan standar yang ditetapkan, sehingga produk makanan yang dihasilkan memiliki rasa dan kandungan gizi yang konsisten.

dengan Mengetahui kadar NaCl dalam garam dapur membantu konsumen memastikan bahwa garam yang mereka gunakan sesuai dengan standar kesehatan dan kebersihan. Garam dengan kadar NaCl yang tepat membantu dalam menjaga rasa dan kualitas makanan.

c. Rangkuman

- Titrasi argentometri adalah titrasi yang menggunakan larutan standar sekunder perak nitrat AgNO3.
- titrasi argentometri dikenal terdapat 3 metode yaitu metode Mohr, metode Volhard, dan metode Fajans.
- Titrasi argentometri menggunakan metode Fajans ini menggunakan indikator yang disebut dengan indikator adsorpsi.
- Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Hasil yaitu Kualitas Larutan Standar, Jenis dan konsentrasi indikator, Pembacaan titik akhir, Kemurnian dan homogenitas sampel
- Interpretasi kurva titrasi membantu menentukan volume tepat larutan AgNO3 yang di butuhkan untuk mencapai titik ekivalen.

DAFTAR PUSTAKA

- Day, R.A, dan A.L. Underwood. (1981). *Analisis Kimia Kuantitatif*. Edisi keempat. Jakarta: Erlangga.
- Ham, B.M., Maham, A. (2016). *Analytical Chemistry*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Khopkar, S.M. (1990). Konsep Dasar Kimia Analitik. Jakarta: UI Press.
- Pursitasari, I.D. (2014). *Kimia Analitik Dasar dengan Strategi Problem Solving dan Open-Ended Experiment*. Cetakan pertama. Bandung: ALFABETA.
- Sastrohamidjojo, H. (2005). *Kimia Dasar*. Edisi kedua. Yogyakarta: UGM Press.
- Skoog, D.A. (2004). *Fundamentals of Analitical Chemistry Eight Edition*. Kanada: Brooks/Cole.
- Widodo, D.S., Hastuti, R., Gunawan. (2009). *Analisis Kuantitatif*. Semarang: UNDIP Press.
- Alauhdin, M. (2020). Buku Ajar Kimia Analitik Dasar.Semarang: UNNES Press