

## PENGGUNAAN ESI La UNTUK PENENTUAN ION LANTANUM SECARA TITRASI POTENSIOMETRI DENGAN EDTA

Suyanta <sup>a,\*</sup>, Susanto I.R <sup>b</sup>, Buchari <sup>c</sup>, Indra Noviandri <sup>d</sup>

### Abstrak

Telah dilakukan penelitian pembuatan elektroda selektif ion lantanum. Untuk menguji kemampuan elektroda tersebut perlu dilakukan penerapan untuk penentuan ion lantanum secara titrasi potensiometri dengan menggunakan ligan etelen diamin tetraasetat (EDTA).

Titration potensiometri dilakukan terhadap larutan lantanum ( $\text{La}^{3+}$ ) sebanyak 25 mL. Larutan penitris adalah larutan EDTA  $3,92 \cdot 10^{-3}$  M. Selama titrasi potensial larutan diukur dengan elektroda ESI-La dan elektroda pembanding luar kalomel jenuh. Titik akhir titrasi diperoleh setelah dibuat grafik hubungan antara volume titran dan potensial yang terukur.

Dari hasil penelitian diperoleh pola grafik hubungan yang menunjukkan kemampuan sensor ESI-La terhadap jumlah ion La. Besarnya konsentrasi La yang terukur masing-masing  $9,41 \cdot 10^{-6}$  M dan  $1,02 \cdot 10^{-4}$  M, sedangkan kesalahan titrasi masing-masing sebesar 5,8 % dan 1,8 %.

Keywords: ESI-La, titrasi potensiometri, EDTA

a). Jurusan Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Yogyakarta  
b,c,d) Jurusan Kimia, Institut Teknologi Bandung

\*) Corresponden : Penulis : Phone: 0274-492506 / 0274-586168-psw-271  
Email : [ytakimiauny@yahoo.com.au](mailto:ytakimiauny@yahoo.com.au)

## APPLIED ESI-La FOR MEASUREMENT OF LANTHANUM ION BY POTENTIOMETRY TITRATION WITH EDTA

Suyanta <sup>a,\*</sup>, Susanto I.R <sup>b</sup>, Buchari <sup>c</sup>, Indra Noviandri <sup>d</sup>

### Abstract

The research to make selective ion electrode of lanthanum ion was do it. To tested the electrode are done for measure lanthanum ion with potentiometry titration by ethylene diamine tetra acetate (EDTA) ligand.

Potentiometry titration are done to 25 mL solution of  $\text{La}^{3+}$ . The titrant is  $3,92 \cdot 10^{-3}$  M EDTA. Along titration, solution potential measure by ESI-La electrode and calomel electrode as outer reference. The end of titration (equivalent) are result from graphic correlation between volume of titrant and potential.

From the graphic, there are correlation between concentration of La ion with potential that indicated capability of La sensor. The number La ion that measure are  $9,41 \cdot 10^{-6}$  M and  $1,02 \cdot 10^{-4}$  M with error 5,8 % and 1,8 %.

Keywords: ESI-La, potentiometry titration, EDTA

a). Jurusan Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Yogyakarta  
b,c,d) Jurusan Kimia, Institut Teknologi Bandung

\*) Corresponden : Penulis : Phone: 0274-492506 / 0274-586168-psw-271  
Email : [ytakimiauny@yahoo.com.au](mailto:ytakimiauny@yahoo.com.au)

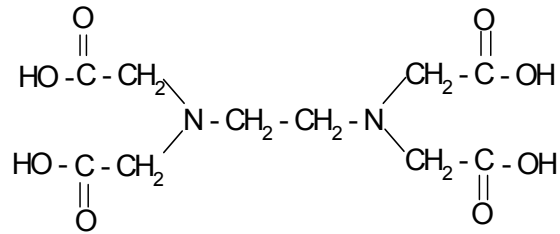
## 1. PENDAHULUAN

Telah banyak dikembangkan tehnik untuk mendeteksi lantanum dengan menggunakan instrumen seperti spektrofotometer UV-VIS, spektrofotometer serapan atom, Inductive Couple Plasma Spektrofotometer Massa (ICP-MS) dan Inductive Couple Plasma Spektrofotometer Emisi Atom (ICP-AES). Metode yang telah dikembangkan umumnya relatif mahal dan kurang praktis, kadang-kadang kurang selektif dan kurang sensitif.<sup>1-3</sup>

Metode potensiometri dengan pembuatan elektroda selektif ion (ESI), telah banyak dikembangkan hingga pada akhir abad 20. Metode ini diyakini merupakan metode analisis yang cukup murah dan praktis, namun dapat memperoleh sensitivitas dan selektivitas yang cukup baik. Berdasarkan beberapa hasil penelitian akhir secara umum membran elektroda terdiri dari senyawa berpori, yang didalamnya mengandung ligan/ionophor (sebagai carier/pembawa). Senyawa 1, 10-Diaza-4,7,13,16-tetraoxacyclooctadecane-N,N'-diacetic acid (DACDA) dan N,N'-bis-metoksi metil-1,10-Diaza 18 crown 6 merupakan senyawa makrosiklis yang dipakai untuk pengompleks yang cukup selektif,<sup>4</sup> terutama untuk ion logam lantanida. Oleh sebab itu DACDA dan N-N'-bis-metoksi metil-1,10-Diaza 18 crown 6 akan dipakai sebagai carier dalam membran berpori poly vinyl chloride (PVC). Untuk meningkatkan kemampuan membran PVC perlu ditambahkan zat plasticizer nitro phenyl octhyl ether (NPOE), anion counter kalium-tetrakis-chloro phenyl borate (KTCPB) dan pelarut organik tetra hidro furan (THF).<sup>5</sup>

Pembuatan elektroda selektif ion lantanum telah dilakukan oleh team kami. Elektroda ini mempunyai kemampuan yang cukup baik sebagai sensor lantanum.<sup>6</sup> Untuk menguji kemampuan elektroda tersebut, maka perlu dilakukan uji kemampuan sensor elektroda. Salah satu cara adalah dengan menggunakan elektroda tersebut untuk titrasi potensometri terhadap ion lantanum dalam larutan. Oleh sebab itu pada penelitian ini akan dicoba diterapkan elektroda selektif ion lantanum untuk titrasi potensiometri dengan pengompleks etelen diamin tetra asetat (EDTA).

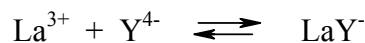
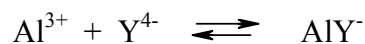
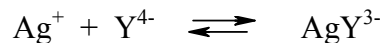
Etelen diamin tetra asetat (EDTA) merupakan ligan penitrasi yang banyak dipakai pada titrasi kompleksometri. EDTA mempunyai rumus struktur sebagai berikut:<sup>7</sup>



Gambar 1: Rumus struktur molekul EDTA

Molekul EDTA mempunyai 6 sisi ikatan dengan ion logam, yaitu 4 gugus karbonil dan 2 gugus amino, yang masing-masing mempunyai pasangan elektron yang tidak berpasangan. Sehingga EDTA merupakan ligan heksadentat.

EDTA ( $H_4Y$ ) dapat terionisasi/terdissosiasi menjadi beberapa spesies antara lain:  $H_3Y^-$ ,  $H_2Y^{2-}$ ,  $HY^{3-}$  dan  $Y^{4-}$ . Besarnya tetapan disosiasi dari EDTA masing-masing adalah  $K_1 = 1,02 \cdot 10^{-2}$   $K_2 = 2,14 \cdot 10^{-3}$   $K_3 = 6,92 \cdot 10^{-7}$  dan  $K_4 = 5,5 \cdot 10^{-11}$ . EDTA dapat membentuk kompleks dengan berbagai ion logam dengan perbandingan 1: 1. Sebagai contoh adalah kompleks dengan ion logam perak, aluminium dan lantanum yang membentuk kesetimbangan sebagai berikut:



Titration potensiometri adalah suatu metode analisis volumetri dengan pengukuran potensial sel (dengan sebuah elektroda ESI dan sebuah elektroda pembanding). Pada metode titrasi potensiometri titik akhir titrasi ditandai dengan perubahan potensial yang mencolok. Sistem ini memperoleh ketelitian yang lebih baik daripada titik ekuivalen yang ditandai dengan perubahan warna maupun adanya endapan.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Bahan

Larutan standar lantanum ( $10^{-1}$  M) dibuat dengan melarutkan  $LaCl_3 \cdot 7H_2O$  (kemurnian 99,9 % E Merck,) dalam akuabides. Ionophore 1,10-Diaza-4,7,13,16-tetraoxacyclooctadecane-N,N'-diaceticacid dibeli dari ACROS ORGANIC, New

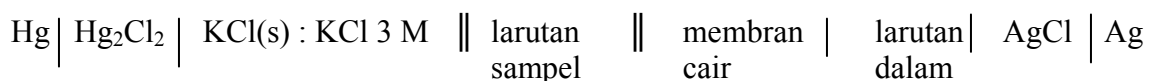
Jersey, USA. The plasticizer o-nitro phenyl octyl ether (NPOE) and anionicside potassium tetrakis (4-chlorophenyl ) borate (KTCBP) juga dibeli dari Fluka Chemie AG, Switzerland. Tetrahydrofuran (THF) yang digunakan untuk pelarut dibeli dari E Merck. Larutan EDTA dibuat dari kristal EDTA (E Merck kemurnian 99,9 %) dengan akuabides. Bahan-bahan lain yang digunakan semua dalam kategori pro analisis.

## 2.2. Pembuatan Elektroda

Membran dibuat dengan menimbang komponen membran yang meliputi ionophor DACDA 10,0 mg (6,62 % berat), plasticizer NPOE 90,2 mg (59,69 % berat) dan PVC 45,5 mg (30,11 % berat) dan KTCBP 5,4 mg (3,57 % berat). Bahan-bahan tersebut ditempatkan dalam botol ukuran 5 mL dan ditambahkan 2,5 mL THF untuk melarutkannya. Setelah semua bahan larut (dalam beberapa jam) larutan membran diuapkan pada permukaan kaca dengan luas  $1,5 \times 4 \text{ cm}^2$  hingga semua THF menguap dan kering ( $\pm 5-6$  jam). Untuk pembuatan elektroda, membran ditempelkan pada bagian ujung tabung elektroda dengan cara direkatkan dengan larutan THF sebagai lem dan dibiarkan 1 hari supaya cukup rapat. Bagian dalam elektroda ini kemudian dimasuki elektroda pembanding dalam Ag/AgCl dan larutan pembanding dalam berupa campuran KCl  $10^{-3}$  M dan  $\text{La}^{3+} 10^{-3}$  M. Elektroda yang telah dibuat kemudian direndam dalam larutan  $\text{La}^{3+} 10^{-3}$  M selama 24 jam sebelum digunakan.

## 2.3. Pengukuran Potensial Sel

Besarnya potensial yang terukur sangat ditentukan oleh sistem sel yang dipakai pada sistem potensiometri. Adapun konstruksi sel jika dituliskan adalah sebagai berikut:



Pengukuran potensial dengan menggunakan voltmeter merk TOA seri 410 dengan sel pembanding luar elektroda kalomel jenuh.

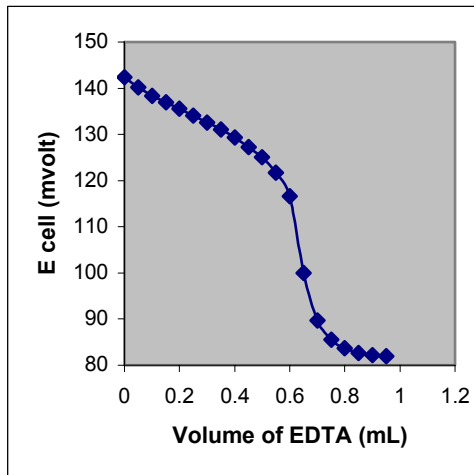
## 2. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Titration potensiometri 25 mL larutan  $\text{La}^{3+} 10^{-5}$  M dengan larutan EDTA  $3,92 \cdot 10^{-3}$  M dilakukan dengan penambahan jumlah volume EDTA 0,02 mL. Nilai potensial sel diukur dengan elektroda ESI-La. Nilai selengkapnya dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

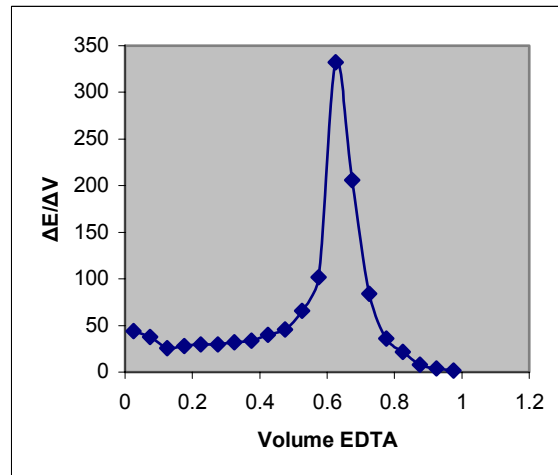
Tabel 1. Nilai potensial larutan pada setiap penambahan larutan EDTA

Volume EDTA mL)	E (mVolt)	$\Delta E$ (mV)	$\Delta V$ (mL)	$\Delta E/\Delta V$	$V_2$ (mL)
0,00	142,4				
		2,2	0,05	44	0,025
0,05	140,2				
		1,9	0,05	38	0,075
0,10	138,3				
		1,3	0,05	26	0,125
0,15	137,0				
		1,4	0,05	28	0,175
0,20	135,6				
		1,5	0,05	30	0,225
0,25	134,1				
		1,5	0,05	30	0,275
0,30	132,6				
		1,6	0,05	32	0,325
0,35	131,0				
		1,7	0,05	34	0,375
0,40	129,3				
		2,0	0,05	40	0,425
0,45	127,3				
		2,3	0,05	46	0,475
0,50	125,0				
		3,3	0,05	66	0,525
0,55	121,7				
		5,1	0,05	102	0,575
0,60	116,6				
		16,6	0,05	332	0,625
0,65	100,0				
		10,3	0,05	206	0,675
0,70	89,7				
		4,2	0,05	84	0,725
0,75	85,5				
		1,8	0,05	36	0,775
0,80	83,7				
		1,1	0,05	22	0,825
0,85	82,6				
		0,4	0,05	8	0,875
0,90	82,2				
		0,2	0,05	4	0,925
0,95	82,0				
		0,1	0,05	2	
1,00	81,9				

Dari data tersebut jika dibuat grafik hubungan antara volume EDTA dengan potensial yang terukur akan diperoleh grafik seperti pada gambar 3. Sedangkan grafik turunan pertamanya sebagai hubungan antara volume EDTA dengan  $\Delta E/\Delta V$  dapat dilihat pada gambar 4.



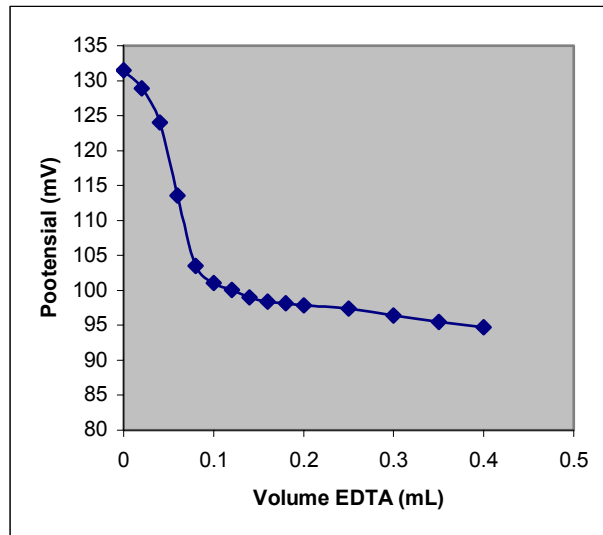
Gambar 3: Grafik hubungan vol  
EDTA dan E



Gambar 4: Grafik hubungan volume EDTA  
dengan selisih potensial sel per selisih  
volume (turunan pertama)

Dari gambar 3 tampak bahwa pada penambahan awal larutan EDTA grafik masih mendatar (jumlah ion La masih cukup tinggi) Pada penambahan larutan EDTA sekitar 0,60 mL grafik mulai menurun, maka ini menunjukkan jumlah ion La yang berkurang cukup signifikan. Pada grafik mulai mendatar kembali menunjukkan jumlah ion La yang sudah habis membentuk kompleks dengan EDTA. Berdasarkan grafik gambar 3 dan 4 tersebut dapat ditentukan bahwa titik ekuivalen terjadi pada penambahan volume EDTA 0,65 mL. Volume teoritis adalah 0,637 mL, dengan demikian konsentrasi ion La dalam larutan adalah  $1,02 \cdot 10^{-4}$  M dan kesalahan titrasi adalah 1,8 %.

Untuk titrasi terhadap larutan  $\text{La}^{3+} 10^{-5}$  M diperoleh seperti pada gambar 5 berikut:



Gambar 5: : Grafik hubungan vol EDTA dan E pada titrasi 25 mL larutan  $\text{La}^{3+} 10^{-5} \text{ M}$

Dari grafik pada gambar 5, titik akhir titrasi terjadi pada penambahan EDTA 0,060 mL. Titik akhir teoritis seharusnya penambahan EDTA 0,0637 mL. Sehingga konsentrasi ion La yang terukur adalah  $9,41 \cdot 10^{-6} \text{ M}$  dan kesalahan titrasi sebesar 5,8 %.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian diperoleh pola grafik hubungan ekivalen yang menunjukkan kemampuan sensor ESI-La terhadap jumlah ion La. Besarnya konsentrasi La yang terukur masing-masing  $9,41 \cdot 10^{-6} \text{ M}$  dan  $1,02 \cdot 10^{-4} \text{ M}$  dari larutan baku  $10^{-5} \text{ M}$  dan  $10^{-4} \text{ M}$ . Sedangkan kesalahan titrasi untuk larutan  $10^{-5} \text{ M}$  dan  $10^{-4} \text{ M}$  masing-masing sebesar 5,8 % dan 1,8 %.



**REFERENCE**

1. Houk, R.S., Fassel, F.A., Flesch, G.D., Svec, H.J., 1980, *Anal Chem*, 52, 2283-2289.
2. I Made Sukarna, 1995, *Studi Selektivitas Pemisahan Lantanum dari Logam Tanah Jarang Serium, Neodinium, Samarium dan Galium dalam Sistem Ekstraksi Pelarut Cair-cair*, Tesis S2, ITB
3. Mazzucotelli A., De Paz F., Magi E., Franche R., *Anal Sci*, 1992, 8, 189-192.
4. Chang CA., Ochaya Ven O., *Inorg Chem*, 1986, 25, 355-358
5. Choudhury DA., Obata T. and Kamato S., *Anal Chem*, 1996, 68, 366-378.
6. Suyanta, Susanto I.R, Buchari, Indra N, 2004, *Kinerja Elektroda Selektif ion Lantanum dengan Ionophore DACDA*, Proseding Semnas FMIPA UNY.
7. Skoog, D.A., West, M.D., and Holler, F.J., 1996, *Fundamental of Analytical Chemistry*, Seventh Edition, New York: Sounders College Publishing.
8. Morf WE., Simon W., *Ion Selective Electrode in Analytical Chemistry*, Freiser H Ed, Plenum, New York, 1978.
9. Bakker E., Bulhman P., Pretch E., *Chem Rev*, 1997, 3083-3132.
10. Evan Alum, 1987, *Potentiometry and Ion Selective Electrode*, New York : John Willey and Sons.

**BIODATA PENULIS**

- 1.1. Nama lengkap dan Gelar : Drs. Suyanta, MSi
- 1.2. Tempat/Tanggal lahir : Blora / 8 Mei 1966
- 1.3. Pangkat/Golongan : Lektor/IIIc
- 1.4. Unit kerja : Staf pengajar jurusan pendidikan Kimia FMIPA UNY
- 1.5. Pendidikan terakhir : Sedang studi S3 di ITB
- 1.6. Daftar Publikasi
1. Analisis Kation dan Anion dalam Air Buangan AC, 1994 (Latihan Mandiri)
  2. Pemisahan Tembaga (II) Hasil Elektroekstraksi Konsentrat Tembaga, 1998, (Publikasi, Pasca Sarjana UGM).
  3. Penentuan Kromium dengan Sistem Prekonsentrasi, 1999, (Jurnal MIPA Universtas Negeri Yogyakarta, 2001)
  4. Adsorpsi Logam Berat dalam Air Lingkungan dengan Clay Alam Lokal, 2000, (Proseding Seminar Nasional Kimia, 2002)
  5. Analisis Pencemaran Kimia dalam Air Sumur di Daerah Aliran Sungai Code Yogyakarta dan Hubungannya dengan Kesehatan Masyarakat, , (Jurnal Pusat Studi Lingkungan FMIPA, Universitas Airlangga, 2002).
  6. Pemakaian D2EHPA Sebagai Ionophor dalam Elektroda Selektif Ion Lantanum (III), (Proseding Seminar Nasional Kimia, 2002)
  7. Mekanisme transport logam lanthanum pada membran cair berpendukung dengan carer senyawa makrosiklis (jurnal Saintek UNY, Oktober 2003).
  8. Penggunaan DACDA sebagai ionophor pada elektroda selektif ion lanthanum (Proseding Semnas MIPA UNY, 2004)
  9. Penentuan tetapan selektivitas elektroda dengan metode MPM (Proseding Semnas Pendidkan Kimia FMIPA UNY, 2004)

Yogyakarta, 28 Januari 2005

Drs. Suyanta, MSi



