
Pengaruh Ion Na^+ , Ion Hg^{2+} dan Ion Cr^{3+} Terhadap Kinerja Sensor Potensiometri Ion Timbal (II) Tipe Kawat Terlapis Berbasis Pirofilit

Qonitah Fardiyah, Barlah Rumhayati, Ika Rosemiyani

Laboratorium Kimia Analitik, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran Malang 65145 Tel : +62-341-575838, Fax : +62-341-575835

Email: fardiyah@ub.ac.id

Received: October 2015; Revised: November 2015; Accepted: November 2015; Available Online: August 2016

Abstrak

Pada umumnya ionofor (bahan aktif) dalam membran sensor potensiometri berasal dari senyawa organik. Dalam penelitian ini digunakan ionofor baru yang berasal dari senyawa anorganik yaitu pirofilit. Sensor potensiometri ion timbal (II) berbasis pirofilit sebagai ionofor, polivinilklorida (PVC) sebagai matrik polimer dan dioktilftalat (DOP) sebagai zat pemlatis telah dikembangkan. Sensor potensiometri ion timbal (II) tipe kawat terlapis berbasis pirofilit ini menunjukkan slope Nernstian 29.47 mV/dekade, konsentrasi linier timbal 10^{-1} - 10^{-5} M dan limit deteksi 8.054×10^{-6} M atau setara dengan 1.669 ppm timbal. Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari pengaruh dari ion Na^+ , ion Hg^{2+} dan ion Cr^{3+} terhadap kinerja sensor potensiometri ion timbal (II) tipe kawat terlapis berbasis pirofilit. Kinerja sensor potensiometri ion timbal (II) berbasis pirofilit bekerja optimum pada pH 5 menggunakan buffer asetat melalui pengukuran respon potensial larutan timbal. Pengaruh ion Na^+ , Hg^{2+} dan Cr^{3+} terhadap kinerja sensor potensiometri ion timbal (II) ditentukan dari nilai koefisien selektifitas (k_{ij}). Nilai tersebut ditentukan dengan metode larutan tercampur dengan konsentrasi masing-masing ion sebesar 10^{-3} M. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensor potensiometri ion timbal (II) tipe kawat terlapis berbasis pirofilit menghasilkan selektivitas yang bagus untuk ion Na^+ , Hg^{2+} , dan Cr^{3+} dan tidak menunjukkan adanya gangguan terhadap kinerja sensor potensiometri ion timbal (II) tipe kawat terlapis berbasis pirofilit dengan urutan selektifitasnya $\text{Pb}^{2+} > \text{Hg}^{2+} > \text{Cr}^{3+} > \text{Na}^+$.

Kata Kunci : Elektrode selektif ion, pH, koefisien selektivitas, pirofilit.

Abstract

Generally ionophores (active materials) in a potentiometric is derived from organic compounds. In this research used ionophores derived from ainorganic compounds that pyrophyllite. Potentiometric sensors lead (II) ions based on pyrophyllite as ionofor has been developed. The electrode had polyvinilchloride (PVC) as polymer matrix and dioctylphthalate (DOP) as plasticizer. It showed a good Nernstian slope of 29.33 mV/decade, a lead linear range concentration between 10^{-1} - 10^{-5} M, and detection limit of 8.054×10^{-6} M (equal with 1.669 ppm of lead). By using the electrode, the objectives of this research were to investigate the effect of interfering ions Na^+ , ion Hg^{2+} and ion Cr^{3+} to the performance of the potentiometric sensors lead(II) ion based pyrophyllite coated wire type. The selective coefficients (k_{ij}) were determined using the mix solution methode at 10^{-3} M of interfering ion. The result showed that the potentiometric sensors lead(II) ions based on pyrophyllite coated wire type could be used optimally at pH 5. The potentiometric sensors lead(II) ion based pyrophyllite coated wire type showed a good selectivity for interfering ions (Na^+ , Hg^{2+} , dan Cr^{3+}) and showed no interference to the performance of the potentiometric sensors lead (II) ion based pyrophyllite coated wire type with selectivity order of $\text{Pb}^{2+} > \text{Hg}^{2+} > \text{Cr}^{3+} > \text{Na}^+$.

Keywords : Ion selective electrode, coefficient of selectivity, pH, pyrophyllite.

DOI : <http://dx.doi.org/10.15408/jkv.v0i0.3144>.

1. PENDAHULUAN

Sensor potensiometri berupa elektrode selektif ion (ESI) merupakan elektroda membran yang merespon secara selektif aktivitas ion tertentu (Monk, 2001). Elektroda tipe kawat terlapis merupakan sebuah tipe ESI dimana bahan elektroaktif digabungkan dalam membran polimer tipis sebagai pendukung secara langsung yang dilapiskan pada konduktor logam. Substrat dalam elektrode kawat terlapis biasanya berupa logam inert seperti kawat platina, seperti perak, tembaga dan grafit (Wygladacs, 2006).

Membran merupakan suatu lapisan yang memisahkan dua fasa yang mengandung bahan semipermeabel dengan permeabilitas yang terkontrol. Membran yang digunakan dalam sensor potensiometri timbal dalam penelitian ini merupakan campuran antara polimer, *plasticizer* yang merupakan bahan pendukung dengan ionofor (bahan aktif) pirofilit.

Pada penelitian ini dipelajari pengaruh ion asing yang meliputi ion Na^+ , ion Hg^{2+} dan ion Cr^{3+} terhadap kinerja sensor potensiometri ion timbal (II) tipe kawat terlapis berbasis pirofilit yang sudah dikarakterisasi. Dasar pemilihan ion Na^+ dan ion Cr^{3+} sebagai ion asing karena untuk mengetahui seberapa besar pengaruh ion-ion tersebut dengan valensi yang berbeda dengan ion utamanya yaitu Pb (II). Sedangkan untuk ion Hg^{2+} dipilih karena keberadaannya di dalam sampel yang sering bersama-sama ditemukan dengan ion utamanya yaitu Pb (II). Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan yang nantinya akan dikembangkan penelitian lebih lanjut untuk aplikasi sampel di lapangan. Selain keberadaan ion asing, kinerja sensor potensiometri ion timbal (II) tersebut sangat dipengaruhi oleh pH larutan uji. Pengaruh pH sangat penting peranannya bagi potensial yang terukur, dimana apabila semakin jauh dari harga faktor Nernst teoritis, maka menunjukkan bahwa larutan tidak diperbolehkan diukur pada nilai pH tersebut. Pengaruh pH dalam penelitian ini diukur pada kisaran pH asam hingga pH netral, yaitu pH 3, 4, 5, 6, dan 7. Pengukuran larutan uji dalam penelitian ini dilakukan pada pH optimum 5 menggunakan buffer asetat. Besarnya pengaruh ion asing terhadap ion utama yang digunakan dinyatakan dalam koefisien selektivitas, jika $K_{ij} > 1$ maka sensor potensiometri ion timbal (II) tipe kawat

terlapis berbasis piropilit lebih merespon secara selektif terhadap ion pengganggu (j) dari pada ion utama (i). Pada umumnya, $K_{ij} < 1$ yang berarti bahwa sensor lebih merespon secara selektif ion utama (i) dari pada ion pengganggu (j). Semakin tinggi harga K_{ij} maka semakin besar pengaruh ion pengganggu.

2. METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan yang diperlukan pada penelitian ini antara lain sensor potensiometri ion timbal (II) tipe kawat terlapis berbasis pirofilit yang telah di karakterisasi, elektrode pembanding Ag/AgCl, potensiometer (Schoot Gerate model CG 820), pH meter (Hanna), neraca analitik (Adventurer model AR 2130), Spektrofotometri Serapan Atom (Shimadzu), sentrifuge, kertas saring whatman no 40, oven, desikator, botol sampel, hot plate, dan peralatan gelas.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ p.a (EMerck), larutan CH_3COOH p.a (EMerck), CH_3COONa p.a (EMerck), $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ p.a (EMerck), NaNO_3 p.a (EMerck), HNO_3 50% v/v p.a (EMerck), $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ p.a (EMerck), akuades.

Pengukuran Potensial Sensor Potensiometri Ion Timbal (II) pada pH 3-7

Larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 10^{-1} - 10^{-5} M diambil sebanyak 25 mL, pH 3-7 diukur potensialnya setelah 30 detik. Pengukuran potensial ESI terhadap pengaruh pH dilakukan 3 kali pengulangan. Penyimpangan harga faktor Nernst yang dihasilkan menunjukkan adanya pengaruh pH terhadap kinerja ESI Timbal (II) tipe kawat terlapis berbasis piropilit.

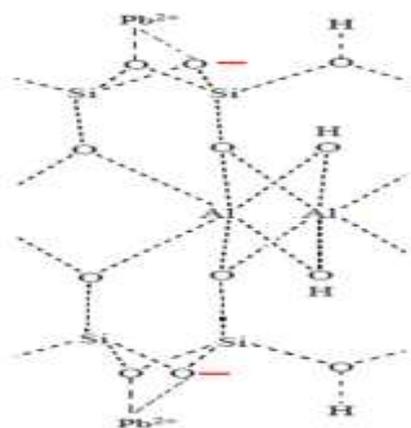
Pengukuran Potensial Sensor Potensiometri Ion Timbal (II) Tanpa Adanya Ion Asing dan Adanya Ion Asing

Pengukuran dilakukan terhadap larutan yang mengandung ion utama $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 10^{-1} - 10^{-5} M tanpa adanya ion asing. Dicatat respon potensial yang dihasilkan, kemudian dilakukan pengukuran pada larutan Pb^{2+} 10^{-1} - 10^{-5} M yang mengandung ion asing Hg^{2+} , Na^+ dan Cr^{3+} masing-masing konsentrasi 10^{-3} M dan semua dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Harga koefisien selektivitasnya dihitung dengan memasukkan nilai potensial yang terukur ke dalam persamaan.

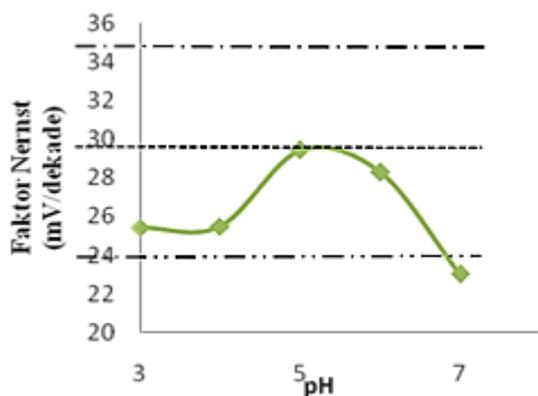
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh pH

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH berpengaruh terhadap kinerja Sensor potensiometri ion timbal (II) tipe kawat terlapis berbasis piropilit. Pengaruh pH dapat diketahui melalui pengukuran larutan timbal nitrat konsentrasi 10⁻¹-10⁻⁵ M pada berbagai pH, dengan variasi pH 3-7 berdasarkan potensial yang terukur. Harga faktor Nernst dapat dihitung dari potensial yang terukur. Kemudian dibuat kurva hubungan antara pH dengan faktor Nernst seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses pengikatan Timbal (II) pada situs AKT dari piropilit



Keterangan :

- Faktor Nernst Teoritis
- Batas Minimal Faktor Nernst Teoritis
- - - - - Batas Maksimal Faktor Nernst Teoritis

Gambar 2. Pengaruh pH terhadap Faktor Nernst sensor potensiometri ion timbal (II)

Harga faktor Nernst teoritis untuk ion divalen adalah 29.6 mV/dekade konsentrasi, dengan batas minimal 24.6 mV/dekade konsentrasi dan batas maksimal 34.6mV/dekade konsentrasi. Bila harga faktor Nernst berada di bawah batas minimal atau di atas harga maksimal maka sensor potensiometri tidak bersifat Nernstian.

Kondisi optimum sensor potensiometri ion timbal (II) tipe kawat terlapis berbasis piropilit diperoleh pada pH optimum 5, karena pada pH 5 sensor potensiometri ion timbal (II) memberikan harga Faktor Nernst yang mendekati harga Faktor Nernst teoritis, yaitu 29.47 mV/dekade konsentrasi. Berdasarkan gambar 2 dapat dilihat bahwa pada pH 3-6 masih berada dalam kisaran teoritis meskipun terdapat perubahan pH dan perbedaan potensial. Namun pada kisaran pH tersebut masih dapat digunakan sehingga pH yang optimum untuk kinerja sensor potensiometri ion timbal (II) berbasis piropilit adalah pH 5.

Pengaruh Ion Asing

Metode yang digunakan adalah metode larutan tercampur, yaitu pengukuran potensial dilakukan pada ion utama yaitu Pb(NO₃)₂ dengan konsentrasi 10⁻¹-10⁻⁵ M yang tercampur dengan ion asing yaitu ion Na⁺, ion Hg²⁺, dan ion Cr³⁺ dengan konsentrasi tetap yaitu 1x10⁻³ M. Setelah didapatkan nilai potensialnya dari masing-masing larutan yang diukur, harga koefisien selektifitas ion asing terhadap Pb(NO₃)₂ dapat dihitung berdasarkan dengan persamaan (Rundle, 2000). Dari hasil perhitungan, maka diperoleh data K_{ij} untuk masing-masing ion asing sebagaimana tercantum dalam tabel 1.

Dari hasil harga K_{ij} pada tabel 1 dapat diketahui bahwa ketiga ion asing tersebut tidak berpengaruh pada kinerja sensor potensiometri ion timbal (II) tipe kawat terlapis berbasis piropilit, dikarenakan ketiga ion asing ini, nilai K_{ij}nya <1. Pada tabel 1 dapat diketahui pengaruh penambahan ion Na⁺, Hg²⁺, dan Cr³⁺ dengan konsentrasi 1x10⁻³ M terhadap selektifan sensor potensiometri ion timbal (II) berbasis piropilit, dapat dilihat bahwa ion asing Na⁺ sangat tidak berpengaruh dengan ion utama (Pb²⁺) dikarenakan nilai K_{ij} jauh dari nilai 1.

Tabel 1. Harga K_{ij} ion asing terhadap ESI timbal (II) berbasis pirofilit

x (log Pb^{2+})	Nilai K_{ij}		
	Na^+	Hg^{2+}	Cr^{3+}
-5	-5.175	-9.643×10^{-3}	-8.989×10^{-4}
-4	-55.385	-0.0973	-9.2618×10^{-3}
-3	-656.257	-0.9643	-0.089922
-2	-9342.1	-7.97	-0.9512
-1	-57657.16	-50.356	-9.367

Ion Cr^{3+} dan ion Hg^{2+} juga tidak berpengaruh terhadap ion utama, karena nilai K_{ij} kurang dari 1, akan tetapi ion Hg^{2+} lebih mendekati 1 dari pada ion Cr^{3+} , sehingga ion Hg^{2+} sedikit lebih mengganggu dibandingkan ion asing yang lain. Dalam hal ini potensial Donnan dikontrol oleh aktivitas ion Pb^{2+} , sehingga selektivitas sensor potensiometri ion timbal (II) tipe kawat terlapis berbasis pirofilit terhadap ion asing yang mobilitasnya kecil akan menurun. Urutan selektivitas sensor potensiometri ion timbal (II) terhadap ion asing berdasarkan K_{ij} yang dihasilkan adalah $Pb^{2+} > Hg^{2+} > Cr^{3+} > Na^+$.

4. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa sensor potensiometri ion timbal (ii) tipe kawat terlapis berbasis pirofilit yang telah dibuat, memiliki harga nernstian optimum pada pH 5 dengan harga faktor nernst sebesar 29.47 mv/dekade konsentrasi. selektivitas sensor potensiometri ion timbal (ii) tipe kawat terlapis

berbasis pirofilit tidak diganggu oleh adanya ion Na^+ , ion Hg^{2+} , dan ion Cr^{3+} pada konsentrasi 1×10^{-3} m dengan harga k_{ij} yang diperoleh dari ketiga ion asing adalah < 1 .

DAFTAR PUSTAKA

- Buck RP, E Linder. 1994. Recommendations for nomenclature of ion-selective electrode. *Pure & Applied Chemistry*. 66(12): 2530-2531.
- Fardiyah Q, Bukhari. 2003. Aplikasi elektrode selektif ion nitrat untuk penentuan tak langsung gas NO_x di udara. [Tesis]. Bandung (ID): Pasca Sarjana Institut Teknologi Bandung.
- Monk PS. 2001. Fundamentals of Electroanalytical Chemistry. England (UK): John Wiley & Sons, Ltd.
- Palar H. 1994. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Jakarta (ID): Rineka Cipta.
- Rundle CC. 2000. Used In Ion Selective Electrode Measurements (With Mathematical Formulae) Nico2000 Ltd, <http://www.nico2000.net/DataSheets/electrodes.html> (20 Juni 2010).
- Tan KH. 1998. Dasar-dasar Kimia Tanah. Yogyakarta (ID): Universitas Gadjah Mada.
- Umezawa Y. 2000. Potentiometric Selectivity Coefficients of Ion- Selective Electrodes. *Pure Application Chemistry*. 72: 1851-1856.
- Wygladacs K. 2006. Solid State Sensors. Poland (PL): Department of Analytical Chemistry, Warsaw University of Technology.