

PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI MEMBRAN ELEKTRODA SELEKTIF ION CD(II) BERBASIS PVC DENGAN Na₂S SEBAGAI IONOFOR

PREPARATION AND CHARACTERIZATION CD(II) ION SELECTIVE ELECTRODE MEMBRANE BASED ON PVC WITH Na₂S AS IONOPHORE

Zahra Ourelya Nazzala, Aman Sentosa Panggabean*, Noor Hindryawati

S2 Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman

*Corresponding author: amanspanggabean@yahoo.com

ABSTRACT

Preparation and characterization of Cd²⁺ ion selective electrode membrane using sodium sulfide (Na₂S) as an ionophore has been conducted. This research aims to create and characterize Cd²⁺ ion selective electrode membrane as a chemical sensors. Membrane of ion selective electrode was made with the optimum composition with ratio of Na₂S : PVC : DOP was 6 : 3 : 1. The membrane was doped using 1 M Cd²⁺ solution for 7 days, and characterized using FT-IR spectroscopy. FT-IR characterization used to determine the shift of wave number from absorption spectrum, the results showed the absorption 851 cm⁻¹ wave length is Cd-S bond. ion selective electrode Cd²⁺-Na₂S characterization show that ion selective electrode worked well with an internal solution composition 1:3 with the linear concentration range 1×10⁻⁴ - 1×10⁻¹ M, with Nernst factor was 29.87 mV/decade and the limit of detection was 5.71×10⁻⁵ M as a Cd(CH₃COO)₂ concentration or equivalent to Cd²⁺ concentration of 0.6422 ppm. Ion selective electrode worked optimally in the pH range 4-6, with the response time was 10-60 seconds and can be used up to 5 days. The presence of interfere ions such as Cu²⁺, Zn²⁺, Cl⁻, NO₃⁻, and SO₄²⁻ didn't affect the performance of ion selective electrode Cd²⁺-Na₂S determining Cd²⁺ ions in the samples.

Keywords: Cd(II), Ion selective Electrodes, PVC membrane, Na₂S.

ABSTRAK

Pembuatan dan karakterisasi membran elektroda selektif ion Cd²⁺ menggunakan natrium sulfida (Na₂S) sebagai ionofor telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk membuat dan mengkarakterisasi membran elektroda selektif ion Cd²⁺ sebagai sensor kimia. Membran elektroda selektif ion dibuat dengan komposisi optimum perbandingan Na₂S : PVC : DOP adalah 6 : 3 : 1. Membran didop menggunakan larutan Cd²⁺ 1 M selama 7 hari, dan dikarakterisasi menggunakan spektroskopi FT-IR. Karakterisasi FT-IR digunakan untuk mengetahui pergeseran bilangan gelombang dari spektrum serapan, hasilnya menunjukkan adanya serapan bilangan gelombang 851 cm⁻¹ yaitu ikatan Cd-S. Hasil karakterisasi elektroda selektif ion Cd²⁺-Na₂S menunjukkan bahwa elektroda selektif ion bekerja dengan baik dengan komposisi larutan dalam 1:3 pada rentang konsentrasi linier 1×10⁻⁴ - 1×10⁻¹ M yang menghasilkan nilai Faktor Nernst 29,87 mV/dekade dan limit deteksi 5,71×10⁻⁵ M pada konsentrasi Cd(CH₃COO)₂ atau setara dengan konsentrasi Cd²⁺ sebesar 0,6422 ppm. Elektroda selektif ion bekerja optimal pada rentang pH 4-6, dengan waktu tanggap 10-60 detik dan dapat digunakan hingga hari ke-5. Keberadaan ion-ion pengganggu seperti Cu²⁺, Zn²⁺, Cl⁻, NO₃⁻, dan SO₄²⁻ tidak mempengaruhi kinerja ESI Cd²⁺-Na₂S dalam penentuan ion Cd²⁺ dalam sampel.

Kata Kunci: Cd(II), Elektroda Selektif Ion, Membran PVC, Na₂S.

PENDAHULUAN

Peningkatan aktivitas perindustrian yang berlangsung era sekarang ini juga menghasilkan limbah industri yang berbahaya bagi lingkungan hidup. Limbah-limbah industri yang dilepaskan ke lingkungan mengandung logam-logam berat yang sangat mempengaruhi lingkungan, baik itu tanah, udara, dan air. Salah satu logam berat yang cepat terakumulasi di lingkungan ialah kadmium (Cd). "Logam Cd merupakan salah satu logam berat yang sangat beracun dan sangat sulit terbiodegradasi dalam kisaran waktu 20 tahun" [1]. Menurut Jaishankar *et al* [2] Diperkirakan 1.000 ton Cd dilepaskan per tahun ke atmosfer dari *smelters* dan pabrik-pabrik pengolah logam Cd. Menurut Amran *et al* [3] Cd di lingkungan akan terakumulasi dalam tanah dan mengendap selama beberapa dekade. Logam ini beresiko tinggi terhadap kesehatan manusia dalam jangka waktu panjang dan dapat terakumulasi pada tubuh terutama pada hati dan ginjal.

Menurut Simanjuntak dkk [4] Saat ini terdapat banyak alat/instrumentasi yang dapat dilakukan untuk memantau dan mengukur kadar logam Cd yang terdapat di lingkungan, di antaranya dengan menggunakan AAS,

spektrofotometer UV-Visible, ICP-MS, dan ICP-AES. Tetapi, metode-metode ini merupakan metode yang pengerjaannya lebih rumit dan relatif mahal karena membutuhkan pereaksi serta peralatan yang memadai. Sehingga diperlukan metode analisis yang lebih mudah dilakukan dengan biaya yang relatif murah dan dapat menentukan jumlah atau kadar zat-zat yang ingin diketahui secara tepat, yaitu dengan menggunakan elektroda selektif ion (ESI).

“ESI merupakan suatu elektrokimia reversibel yang sangat reaktif, sehingga dapat digunakan dalam penentuan ion-ion, molekul-molekul atau spesi-spesi tertentu secara kuantitatif dengan didasari oleh metode potensiometri yaitu penentuan potensial dari larutan yang akan diukur. Beberapa bagian penting dalam ESI yaitu, membran, elektroda pembanding, badan elektroda, dan larutan dalam. Dimana membran dan elektroda pembanding berperan sebagai setengah sel galvanis pada masing-masing elektroda” [5]. ESI memiliki banyak kelebihan antara lain yaitu memiliki selektifitas dan sensitifitas yang relatif tinggi, analisis cepat, dan akurat, sehingga tidak memerlukan pemisahan saat dilakukan pengukuran, dan juga memiliki jangkauan pengukuran yang luas, serta biaya analisis yang murah. ESI terdiri dari membran yang responsif secara selektif terhadap satu ion tertentu. Membran yang digunakan berupa polimer atau suatu zat aktif yang akan berperan sebagai pengekstraksi melalui mekanisme khelat atau pertukaran ion. Menurut Panggabean [6] Membran harus bersifat hidrofobik dan homogen agar dapat mencegah bahan aktif lepas dalam larutan analit yang akan mempengaruhi karakter membran dan ion-ion pengganggu dapat masuk ke dalam membran saat penggunaan. “Karakteristik ESI yang baik ini dapat diperoleh dengan penggunaan membran yang memiliki konduktivitas yang besar” [7].

Polyvinylchloride (PVC) merupakan salah satu komponen dalam pembuatan membran, yang berfungsi sebagai bahan untuk memperkuat sifat mekanik dari suatu membran. PVC bersifat kaku dan keras, sehingga dalam pembuatan membran ditambahkan larutan DOP untuk menghasilkan membran yang bersifat elastis, lentur, dan memudahkan nanopartikel untuk masuk ke dalam rantai polimer PVC. “PVC menjadi bahan pendukung yang cocok dalam pembuatan membran karena bersifat kuat, inert, tidak mudah menguap, memiliki pori-pori yang kecil, serta tahan terhadap pelarut” [8]. Kelemahan dari PVC yaitu memiliki stabilitas termal dan kemampuan pengolahan yang lebih rendah dibandingkan dengan polimer umum seperti polietilena (PE), polipropilena (PP), dan poliamida (PA). Menurut Sinaga dkk [9] Kelemahan dari PVC ini dapat ditingkatkan dengan mencampurkan PVC dengan senyawa anorganik atau organik [10]. Menurut Pitanova & Alva [11] pada pembuatan membran digunakan larutan DOP yang memiliki kelebihan yaitu dapat meningkatkan elastisitas dan fluiditas membran, terdapat juga kelemahan dari DOP yaitu dampak yang berbahaya bagi tubuh manusia. DOP dapat memicu kanker dan beberapa kelainan hormon pada manusia.

Dalam bidang kimia natrium sulfida sangat efektif dalam pengendapan logam berat karena memiliki kelarutan yang sangat rendah, yaitu logam Ag, As, Be, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb, Se, Tl, dan Zn. “ Na_2S merupakan salah satu pereaksi selektif kation golongan II, dan merupakan pereaksi spesifik logam Cd. Analisa kualitatif menunjukkan adanya interaksi antara Na_2S dengan logam Cd menimbulkan endapan berwarna kuning kenari” [12].

Pada penelitian ini telah dilakukan pembuatan membran selektif ion Cd^{2+} , senyawa yang digunakan sebagai ionofor merupakan Na_2S yang kemudian didop menggunakan logam Cd^{2+} dan dikarakterisasi dengan menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), dan selanjutnya dilakukan karakterisasi terhadap ESI yang telah dirangkai terdiri atas pengaruh larutan dalam, faktor Nernst dan batas deteksi, pengaruh pH, waktu tanggap (*response time*), waktu hidup (*life time*), serta pengaruh ion pengganggu (*selectivity*) untuk mengetahui kualitas ESI yang telah dibuat.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu FT-IR *Brucker (Alpha II)*, pH meter *Thermo Scientific Orion Star A112*, neraca analitik, gelas kimia, gelas ukur, pipet volume, pipet tetes, *bulp*, elektroda, *hot plate stirrer*, *magnetic stirrer*, botol salep, labu ukur, spatula, batang pengaduk, serta botol semprot.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu *Polyvinylchloride* (PVC), *Dioctyl Phthalate* (DOP), *Tetrahydrofuran* (THF), Natrium Sulfida (Na_2S), Kalium Nitrat (KNO_3), Asam Klorida (HCl), Natrium Hidroksida (NaOH), Kadmium Asetat ($\text{Cd}(\text{CH}_3\text{COO})_2$), Tembaga Sulfat (CuSO_4), Asam Nitrat (HNO_3), Seng Klorida (ZnCl_2), Asam Sulfat (H_2SO_4), lem, Aquademineral (*water one dionized*), tisu dan *aluminium foil*, dan *plastic wrap*.

Prosedur Penelitian

Pembuatan Membran

Sebanyak 20 mL pelarut THF dimasukkan ke dalam gelas kimia, ditambahkan PVC sebanyak 0,3 gram dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer*. Ditambahkan DOP sebanyak 0,6 mL, kemudian ditambahkan padatan Na₂S sebanyak 0,6 gram secara perlahan. Campuran diaduk pada suhu kamar selama 6 jam. Setelah homogen, dituangkan campuran ke dalam cawan petri dan dibiarkan hingga seluruh pelarut THF menguap, sehingga diperoleh membran Na₂S [6]

Pendopan Membran

Membran yang telah terbentuk dipotong menjadi beberapa bagian dengan panjang sisi 1,5 cm. Kemudian, dimasukkan ke dalam botol salep berisi larutan Cd(CH₃COO)₂ 1 M. Dilakukan pendopan membran selama 7 hari. Setelah itu, membran dikeringkan.

Karakterisasi Membran

Analisis ini dilakukan dengan tujuan untuk melihat perubahan bilangan gelombang pada membran sebelum dan setelah dilakukan pendopan dengan menggunakan FT-IR.

Perakitan Elektroda Kerja

Membran Cd²⁺-Na₂S yang telah didop direkatkan pada elektroda yang telah diisi dengan larutan Cd(CH₃COO)₂ 1 M dan ditambahkan larutan KNO₃ 1 M sebagai larutan dalam dengan komposisi perbandingan yaitu 1:3.

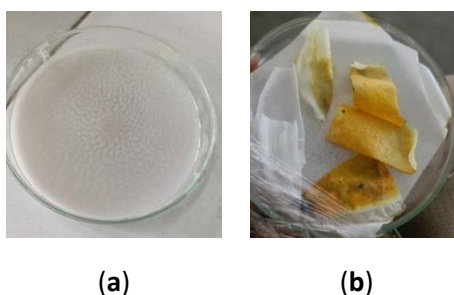
Karakterisasi ESI Cd²⁺-Na₂S

Karakterisasi ESI Cd²⁺ meliputi penentuan komposisi larutan dalam, nilai Faktor Nernst, limit deteksi, pengaruh pH, waktu tanggap (*Response time*), waktu hidup (*Life time*), dan pengaruh ion pengganggu (*Selectivity*). Larutan standar (Cd²⁺ 1 M) diencerkan dengan variasi konsentrasi (1×10⁻¹ - 1×10⁻⁷ M). Larutan dalam pada ESI Cd²⁺-Na₂S terdiri dari campuran larutan Cd(CH₃COO) 1 M dan larutan KNO₃ 1 M dengan perbandingan komposisi 1:3, diukur potensial aktivitas ion menggunakan ESI Cd²⁺-Na₂S sebagai elektroda kerja menggunakan pH meter. Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh grafik hubungan antara log [Cd²⁺] dengan potensial aktivitas ion (mV). Nilai faktor Nernst ditentukan dari *slope* kurva yang dihasilkan. Nilai limit deteksi diperoleh dari titik ekstrapolasi kurva log [Cd²⁺] dengan potensial aktivitas ion (mV). Prosedur yang sama juga dilakukan untuk menentukan interval pengaruh pH, waktu tanggap (*response time*), waktu hidup (*Life time*), dan pengaruh ion pengganggu; Cu²⁺, Zn²⁺, Cl⁻, NO₃⁻, dan SO₄²⁻ [13]

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan dan Analisa Kualitatif Membran Cd²⁺-Na₂S

Pembuatan membran Cd²⁺-Na₂S dengan menggunakan perbandingan komposisi Na₂S : PVC : DOP yaitu 6:3:1 (Panggabean *et al.*, 2011; waqifah dkk., 2017). Na₂S bertindak sebagai ionofor dengan campuran beberapa bahan pendukung membran, seperti PVC sebagai matriks yang sebelumnya telah dilarutkan dengan pelarut THF, kemudian ditambahkan DOP sebagai bahan pemlastis. Selanjutnya campuran dituangkan ke dalam cawan petri, dan dibiarkan hingga seluruh pelarutnya menguap sehingga diperoleh membran Na₂S. Proses pencampuran dalam pembuatan membran ini tidak menimbulkan adanya reaksi kimia antara ionofor dengan matriks dan bahan pendukung membran lainnya. Membran yang telah terbentuk selanjutnya didop dengan cara perendaman selama 7 hari menggunakan larutan logam Cd²⁺ 1M, agar diperoleh konduktivitas yang lebih optimum dan merata pada seluruh bagian permukaan serta dapat mengurangi resistensi membran sehingga sensitivitasnya meningkat, tahan lama, dan reproduisibel [14].

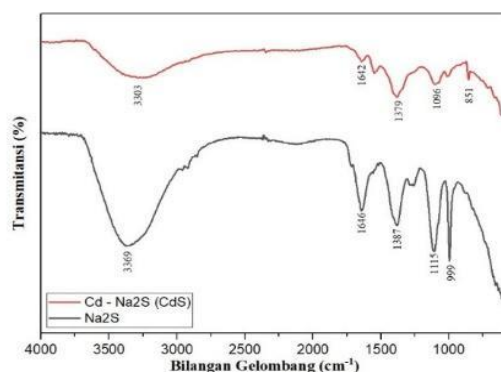


Gambar 1. (a) Membran Na_2S dan (b) Membran $\text{Cd}^{2+}\text{-Na}_2\text{S}$

Berdasarkan analisis kualitatif membran $\text{Cd}^{2+}\text{-Na}_2\text{S}$ yang berhasil terbentuk ditandai dengan **Gambar 1.** (a) membran Na_2S sebelum didop dengan larutan logam Cd^{2+} berwarna putih keruh dan setelah dilakukan pendopan dalam larutan logam Cd^{2+} terbentuk **Gambar 1.** (b) membran $\text{Cd}^{2+}\text{-Na}_2\text{S}$ yang ditandai dengan adanya perubahan warna pada membran menjadi kuning kenari. Perubahan warna ini terjadi karena Na_2S merupakan pereaksi selektif kation golongan II termasuk pereaksi spesifik logam Cd^{2+} (Svehla, 1990). Pada proses pendopan membran terjadi interaksi fisik antara logam dopan Cd^{2+} dengan ionofor Na_2S . Pembentukan ini terjadi melalui ikatan ionik karena adanya transfer elektron yang terjadi antara kation Cd^{2+} dengan anion S^{2-} dari senyawa Na_2S , sehingga interaksi elektrostatis antara ion-ion ini membentuk senyawa kadmium sulfida (CdS).

Karakterisasi Membran $\text{Cd}^{2+}\text{-Na}_2\text{S}$

Karakterisasi Membran $\text{Cd}^{2+}\text{-Na}_2\text{S}$ dilakukan untuk mengetahui gugus-gugus fungsi dalam membran Na_2S sebelum proses pendopan dan setelah proses pendopan yang akan ditandai oleh perubahan bilangan gelombang menggunakan instrumen FT-IR.



Gambar 2. Spektrum FT-IR Membran Na_2S sebelum dan $\text{Cd}^{2+}\text{-Na}_2\text{S}$ Sesudah Pendopan

Hasil karakterisasi pada Gambar 2. membran Na_2S serapan pada bilangan gelombang 3369 cm^{-1} yaitu serapan O–H stretching (alkohol). Gugus karbonil ($\text{C}=\text{O}$) senyawa ester ditunjukkan pada serapan bilangan gelombang 1646 cm^{-1} dengan dukungan serapan bilangan gelombang 1115 cm^{-1} yaitu serapan C–O yang merupakan gugus dari DOP. Serapan bilangan gelombang 1387 cm^{-1} menunjukkan serapan gugus C–N. Gugus aromatis (C–H) ditunjukkan pada serapan bilangan gelombang 999 cm^{-1} .

Pada membran Na_2S setelah didop dengan larutan logam Cd^{2+} terjadi pergeseran bilangan gelombang dari serapan gugus O–H stretching (alkohol) menjadi 3303 cm^{-1} . Serapan bilangan gelombang 1642 cm^{-1} untuk gugus ($\text{C}=\text{O}$) merupakan gugus dari DOP berupa senyawa ester yang didukung dengan serapan bilangan gelombang C–O yaitu 1096 cm^{-1} . Serapan bilangan gelombang 1379 cm^{-1} menunjukkan serapan gugus C–N. Serapan bilangan gelombang 851 cm^{-1} menunjukkan adanya interaksi antara logam Cd^{2+} dengan atom S dari ionofor Na_2S yang ditunjukkan dengan munculnya ikatan Cd–S [15].

Penentuan Komposisi Larutan Dalam

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui komposisi perbandingan larutan dalam yang paling optimum untuk esi $\text{Cd}^{2+}\text{-Na}_2\text{S}$. Telah digunakan berbagai perbandingan komposisi larutan dalam yaitu 1:1; 1:2; dan 1:3 dengan hasil karakterisasi dapat dilihat pada **Tabel 1.**

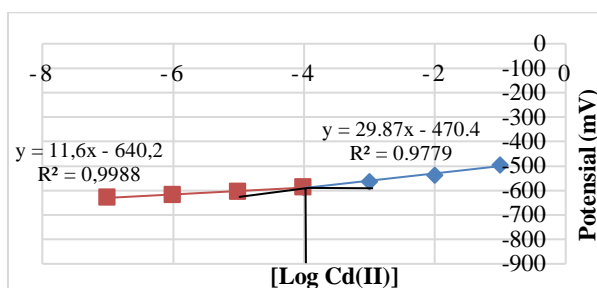
Tabel 1. Potensial (mV) ESI Cd²⁺-Na₂S Pada Berbagai Komposisi Larutan Dalam

[Cd ²⁺] (M)	Komposisi Larutan Dalam		
	1:1	1:2	1:3
Faktor Nernst (mV/dekade)	27,81	33,88	29,87

Berdasarkan pada **Tabel 1.** dapat diketahui potensial ESI Cd²⁺-Na₂S dengan komposisi perbandingan larutan dalam yang paling optimum ialah 1:3 karena nilai perubahan potensialnya paling stabil sehingga menghasilkan nilai faktor Nernst sebesar 29,87 mV/dekade mendekati faktor Nernst teoritis. Nilai faktor Nernst secara teoritis yang diperbolehkan yaitu $29,6 \pm 5$ mV/dekade [16][6].

Faktor Nernst dan Limit Deteksi

ESI dikatakan layak digunakan sebagai metode analisis jika memiliki nilai Faktor Nernst yaitu $\frac{59,1}{n}$ mV/dekade dengan n adalah valensi dari ion (Evans, 1987). Nilai Faktor Nernst ditentukan berdasarkan besar kemiringan (*slope*) kurva antara logaritma konsentrasi larutan uji (M) dengan potensial aktivitas analit yang terukur (mV). ESI Cd²⁺ memiliki valensi 2 sehingga nilai Faktor Nernst secara teoritis adalah 29,6 mV/dekade. Hasil pengukuran dapat dilihat pada **Gambar 3.**

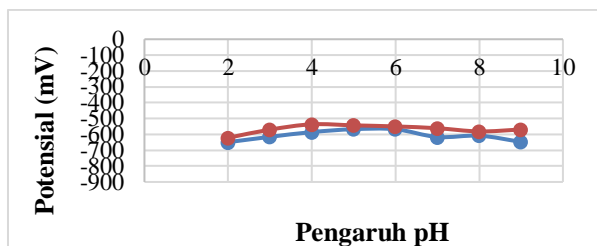


Gambar 3. Kurva Log Konsentrasi Cd²⁺ Terhadap Potensial (mV)

Berdasarkan pada **Gambar 3.** menunjukkan kurva dengan rentang konsentrasi linier antara 1×10^{-4} - 1×10^{-1} M, sehingga diperoleh nilai Faktor Nernst sebesar 29,87 mV/dekade yang memenuhi nilai Faktor Nernst teoritis dan koefisien korelasi (R) yang tinggi 0,9779. Dapat disimpulkan bahwa ESI Cd²⁺-Na₂S Nernstian dan layak digunakan dalam analisis ion Cd²⁺. Penentuan batas deteksi dilakukan dengan pembuatan garis singgung pada fungsi kurva linier dan non-linier yang saling berpotongan. Titik potong antara kedua garis singgung tersebut diekstrapolasikan terhadap sumbu x sebagai penentu konsentrasi limit deteksi. Hasil limit deteksi ESI Cd²⁺-Na₂S sebesar $5,71 \times 10^{-5}$ M pada konsentrasi Cd(CH₃COO)₂ atau setara dengan konsentrasi Cd²⁺ sebesar 0,6422 ppm, dengan kesimpulan ESI Cd²⁺-Na₂S tidak dapat memberikan respon dibawah konsentrasi tersebut karena telah melampaui batas kepekaannya.

Pengaruh pH

Salah satu faktor terpenting dalam penentuan kinerja ESI adalah pengaruh pH. Pada penelitian ini telah dilakukan pengujian kinerja ESI Cd²⁺-Na₂S dalam larutan standar Cd²⁺ 1×10^{-3} dan 1×10^{-2} M dengan rentang pH 2-9 yang diatur menggunakan HCl dan NaOH. Dapat dilihat pada **Gambar 4.**



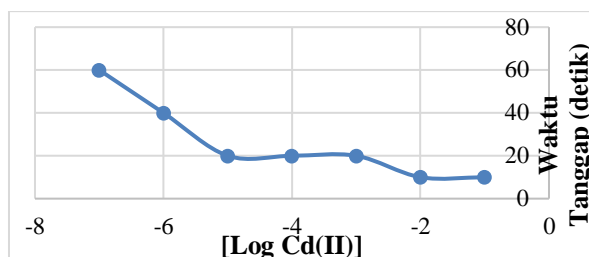
Gambar 4. Pengukuran Pengaruh pH larutan Cd²⁺ Terhadap Potensial (mV)

Berdasarkan pada **Gambar 4.** ditunjukkan bahwa pH 4-6 merupakan pH optimum untuk kinerja ESI Cd²⁺-Na₂S karena menghasilkan potensial yang stabil. Pada pH dibawah 4 perubahan potensial mungkin disebabkan oleh adanya gangguan ion H⁺ dari larutan uji (Panggabean, 2011). Kenaikan pH menyebabkan adanya perubahan potensial karena

kelarutan dari logam Cd^{2+} semakin kecil, hal ini dapat dilihat dalam bentuk pergeseran persenyawaan dari karbonat ke hidroksida-hidroksida sehingga mudah membentuk ikatan dengan partikel lain dalam larutan uji yang menyebabkan logam Cd^{2+} mengendap.

Waktu Tanggap (*Response Time*)

Waktu tanggap merupakan waktu yang diperlukan ESI untuk memberikan respon potensial secara konstan karena adanya kesetimbangan reaksi pada ESI. Dalam penelitian ini, terjadi pertukaran ion Cd^{2+} dalam larutan uji dengan ion Cd^{2+} pada permukaan membran Cd^{2+} - Na_2S hingga menghasilkan potensial yang konstan. Dapat dilihat pada **Gambar 5**.

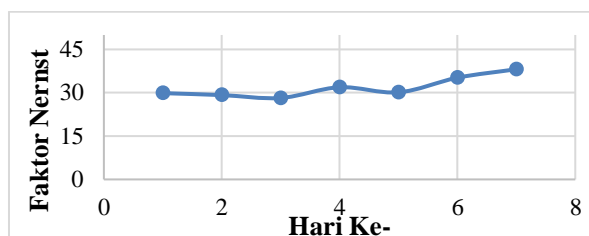


Gambar 5. Pengaruh Konsentrasi Cd^{2+} Terhadap Waktu Tanggap

Berdasarkan pada **Gambar 5**, diperoleh waktu tanggap yang dihitung mulai dari ESI bersentuhan dengan larutan uji hingga potensial terukur menunjukkan potensial yang konstan yaitu berkisar antara 10-60 detik. Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan uji maka waktu tanggapnya semakin cepat. Konsentrasi larutan uji Cd^{2+} yang semakin tinggi menyebabkan kesetimbangan reaksi cepat tercapai karena mobilitas ion-ion dalam larutan uji semakin meningkat (Panggabean *et al.*, 2017).

Waktu Hidup (*Life Time*)

Waktu hidup suatu ESI menunjukkan seberapa lama ESI tersebut dapat digunakan dan bekerja dengan baik, yang dapat dilihat melalui karakteristik ESI yang tidak jauh dari saat pertama ESI dikatakan layak pakai. Hal ini ditentukan oleh perubahan nilai Faktor Nernst setiap harinya, hingga Faktor Nernst sudah melampaui nilai teoritis. Perubahan nilai Faktor Nernst ESI Cd^{2+} - Na_2S setiap harinya dapat dilihat pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Pengukuran Faktor Nernst ESI Cd^{2+} - Na_2S 1-7 Hari

Berdasarkan pada **Gambar 6**, ditunjukkan ESI Cd^{2+} - Na_2S layak pakai hingga hari ke-5 dengan nilai Faktor Nernst sebesar 30,15 mV/dekade. Sedangkan pada hari ke-6 dan 7 nilai Faktor Nernst telah mengalami kenaikan dan menyimpang dari nilai Faktor Nernst teoritis yang berarti ESI Cd^{2+} - Na_2S sudah tidak layak pakai. Dapat disimpulkan bahwa sensitivitas ESI Cd^{2+} - Na_2S telah menurun disebabkan karena adanya penuaan pada membran yaitu penggelembungan (*swelling*). Selain itu faktor yang mempengaruhi penuaan membran yaitu adanya kerusakan pada sifat mekanik membran antara lain kelenturan atau elastisitas membran yang memungkinkan terjadinya kebocoran pada membran, sehingga ionofor atau ion target masuk ke larutan dalam dan mempengaruhi hasil pengukuran (Panggabean 2011).

Pengaruh Ion Pengganggu

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode yang direkomendasikan oleh IUPAC tahun 1995 yaitu *Matched Potential Method* (MPM), pengukuran potensial dilakukan pada larutan uji ion utama (a_i) dengan konsentrasi 1×10^{-7} M - 1×10^{-1} M yang mengandung ion pengganggu dengan konsentrasi tetap (a_j) yaitu 1×10^{-3} M[11]. Apabila K_{ij} lebih dari 1 ($K_{ij} > 1$) artinya ion pengganggu sangat mempengaruhi kinerja elektroda sehingga perlu dilakukan pemisahan terlebih dahulu sebelum pengukuran, sedangkan jika K_{ij} kurang dari 1 ($K_{ij} < 1$), maka ion pengganggu tidak memberikan pengaruh besar terhadap kinerja elektroda (Evans, 1987). Hasil karakterisasi dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Nilai Koefisien Selektivitas Terhadap Ion Pengganggu

Ion Pengganggu	$K \frac{pot}{ij}$
Cu ²⁺	0,05009
Zn ²⁺	0,623
Cl ⁻	0,06845
NO ₃ ⁻	0,1511
SO ₄ ²⁻	0,2862

Berdasarkan pada **Tabel 2.** dapat disimpulkan bahwa nilai koefisien selektivitas untuk ion pengganggu Cu²⁺, Zn²⁺, Cl⁻, NO₃⁻, dan SO₄²⁻ adalah kurang dari satu ($K_{ij} < 1$) yang berarti ion pengganggu Cu²⁺, Zn²⁺, Cl⁻, NO₃⁻, dan SO₄²⁻ dengan konsentrasi 1×10^{-3} M tidak menimbulkan gangguan terhadap kinerja ESI Cd²⁺-Na₂S dalam pengukuran ion Cd²⁺ dalam sampel.

KESIMPULAN

Hasil karakterisasi analisis kualitatif membran menunjukkan adanya perbedaan antara membran Na₂S sebelum dan sesudah dilakukan pendopan dengan larutan logam Cd²⁺ yaitu perubahan warna membran setelah didop menjadi berwarna kuning kenari. Karakterisasi dengan FT-IR menunjukkan adanya serapan bilangan gelombang 851 cm⁻¹ yaitu ikatan Cd-S. Hasil karakterisasi ESI Cd²⁺-Na₂S dengan komposisi larutan dalam paling optimum adalah 1:3 memiliki nilai Faktor Nernst 29,87 mV/dekade dan limit deteksi $5,71 \times 10^{-5}$ M pada konsentrasi Cd(CH₃COO)₂ atau setara dengan konsentrasi Cd²⁺ sebesar 0,6422 ppm. ESI bekerja optimal pada rentang pH 4-6, memiliki waktu tanggap 10-60 detik dan dapat digunakan hingga hari ke- 5. ESI memiliki selektivitas yang baik terhadap ion-ion pengganggu seperti Cu²⁺, Zn²⁺, Cl⁻, NO₃⁻, dan SO₄²⁻. Hal tersebut menunjukkan bahwa ESI Cd²⁺-Na₂S dapat digunakan untuk analisis ion Cd²⁺ dalam sampel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Khan, A. Elahi, D. A. Bukhari, and A. Rehman. (2022). Cadmium sources, toxicity, resistance and removal by microorganisms-A potential strategy for cadmium eradication. *Journal of Saudi Chemical Society*, 26(6), p. 101569.
- [2] M. Jaishankar, T. Tseten, N. Anbalagan, B. B. Mathew, and K. N. Beeregowda. (2014). Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdiscip Toxicol*, 7(2), pp. 60–72.
- [3] M. B. Amran, A. S. Panggabean, S. Aminudin, and R. Rusnadi. (2011). Preparation of a Chelating Resin and its Application as a Preconcentration System for Determination of Cadmium in River Water by Flow Injection Analysis. *Int. J. of Environ. Res*, 5(2). 531 -536.
- [4] L. H. Simanjuntak, E. Erwin, and A. S. Panggabean. (2020). Prakonsentrasi Ion Cd(II) dalam Sampel Pupuk Nitrogen, Fosfor dan Kalium (NPK) Menggunakan Alumina Teraktivasi sebagai Material Pengisi Kolom. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 16(2), p. 152. doi: 10.20961/alchemy.16.2.39363.152-162.
- [5] W. E. Morf. (1981). *The Principles of Ion-selective Electrodes and of Membrane Transport*. Elsevier.
- [6] A. S. Panggabean. (2011) *Preparation And Characterization Ion Selective Electrode Cd(II) Based On Chitosan In Pvc Membrane*. doi: <https://doi.org/10.22146/ijc.21394>.
- [7] D. Kurniasih and H. Sulistyarti. (2012) The Coated-Wire Ion Selective Electrode (CWISE) of Chromate Using PVC-Membrane Based on Chitosan as A Carrier. *J. Pure App. Chem. Res*, 2(1), pp. 33–40. [Online]. Available: www.jpacr.uib.ac.id
- [8] B. G. Bhernama, S. A. Saputra, and J. Amalia. (2023). "Characterization of Cellulose Acetate Membrane from Nutmeg Shells," *Jurnal Sains Natural*, 13(3), pp. 152–160.
- [9] Y. K. Sinaga, A. P. Bayuseno, and R. Ismail. (2023). Pembuatan Komposit Polivinil Klorida (PVC) Menggunakan Precipitated Calcium Carbonate (PCC) Limbah Padat Hasil Ekstraksi Aspal Buton Dengan Konsentrasi HNO₃. *Jurnal Teknik Mesin*, 11(3), pp. 43–50.
- [10] Thaiyibah, N., Alimuddin., Panggabean, A.S. (2016). Pembuatan dan Karakterisasi Membran Selulosa Asetat-PVC dari Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) untuk Adsorpsi Logam Tembaga (II), *Jurnal Kimia Mulawarman*, 14 (1), 29-35
- [11] T. Pitanova and S. Alva. (2023). Karakteristik Mekanikal Material Polimer PVC dengan Variasi Konsentrasi Vco (Virgin Coconut Oil). *Jurnal Pendidikan dan Konseling (JPDK)*, 5(1), pp. 4422–4435.

- [12] Svehla, G. (1990). Vogel (Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro). Jakarta: PT. Kalman Media Pusaka.
- [13] Panggabean, A.S., Hardianti, & Pasaribu, S.P. (2017). Ion Selective Electrode-Copper(II) Based on EDTA as Ionophores in PVC Matrix, *Asian Journal of Chemistry*, 29(2), 362-366.
- [14] Panggabean, A.S., Gripaldi, F. & Pasaribu, S.P. (2021). Preparation and Characterization of Pb(II) Ion Selective Electrode based on Dithizone as Chemical Sensor, *Anal. and Bioanal. Electrochem.*, 13(3), 383–392.
- [15] Elfalaky, A. Mansur, A. F. & Maged, F. A. (2015). Polyaniline-CdS Nanocomposite; Synthesis, Structural, Thermal and Spectroscopic Analysis. *IOSR J Appl Phys (IOSR-JAP)*, 7(3), 92–100.
- [16] Evans, A. (1987). *Potentiometry and Ion Selective Electrodes*. John Wiley & Sons, New York.