

Pengaruh Komposisi Membran AgCl dan Pasta Grafit Terhadap Kinerja Elektroda Selektif Ion Klorida Tipe Kawat Terlapis

Hardianti*, Nurlaela Rauf, Sri Suryani

Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin, Makassar 90245

Abstrak

Elektroda selektif ion klorida adalah instrumen alternatif yang tepat digunakan untuk menganalisis ion klorida dalam larutan atau sampel. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi optimum membran AgCl dan pasta grafit dalam elektroda sehingga memperoleh faktor Nernts yang paling mendekati teoritis. ESI klorida dibuat menggunakan kawat platina dan kawat tembaga yang dipateri/solder dengan kawat timah, kemudian dilapisi dengan membran yang terdiri dari AgCl dan pasta grafit pensil dengan 4 perbandingan komposisi masing-masing 1 : 1, 1 : 2, 2 : 1, dan 3 : 1 (gram). Hasil penelitian menunjukkan harga faktor Nernts sebesar 45,92 mV/dekade pada komposisi membran 2 : 1, trayek pengukuran adalah $1 \times 10^{-1} \text{ M} - 1 \times 10^{-5} \text{ M}$, waktu respon elektroda rata-rata adalah 146,3 detik, dan limit deteksi sebesar 2,968 atau setara dengan $1,07 \times 10^{-3} \text{ M}$.

Kata Kunci: AgCl, Analisis Ion Klorida, ESI Klorida, Pasta Grafit Pensil 2B.

1. PENDAHULUAN

Klorida adalah salah satu ion penting bagi tubuh karena merupakan anion yang paling berperan dalam mempertahankan keseimbangan elektrolit¹. Konsentrasi ion klorida merupakan parameter penting dalam bidang yang terkait dengan farmasi, lingkungan, dan makanan. Selain itu, klorida juga berperan dalam biologi dan kedokteran, sebagai elektrolit esensial yang mempertahankan *homeostasis* fisik, sebagai indikator diagnostik pada berbagai kondisi dan penyakit². Oleh karena itu, diperlukan suatu kontrol kualitas untuk menganalisis kadar klorida dalam larutan dan sampel yang mengandung ion klorida.

Metode analisis yang umumnya digunakan adalah gravimetri, titrimetri, spektrofotometri UV-Vis, dan spektrofotometri absorpsi atom. Namun metode tersebut memiliki beberapa kekurangan diantaranya, membutuhkan waktu yang lama, membutuhkan larutan yang cukup banyak, hasil yang diperoleh sedikit bias, dan alat yang digunakan sangat mahal³.

Elektroda selektif ion klorida (ESI klorida) merupakan instrumen alternatif yang tepat untuk menganalisis ion klorida dalam larutan atau sampel. ESI memiliki beberapa kelebihan diantaranya, instrumen yang murah, sederhana, prosedur analisis yang tidak rumit, waktu analisis yang singkat, serta mudah dalam pengoperasian, pemeliharaan, dan perawatannya¹. Elektroda tipe kawat terlapis adalah tipe ESI yang menggabungkan bahan elektroaktif dengan membran polimer tipis secara langsung yang dilapisi dengan konduktor logam. Substrat yang digunakan berupa logam *inert* seperti kawat platina, perak, tembaga dan grafit⁴.

Analisis didasarkan pada pengukuran arus listrik sebagai fungsi perubahan potensial listrik yang diterapkan pada sel elektrolisis. Sel elektrolisis terdiri atas elektroda indikator/kerja (*working electrode*), elektrode pembanding (*reference electrode*), dan elektrode pendukung (*auxiliary electrode*)⁵. Salah satu hal yang mempengaruhi kinerja ESI adalah komposisi membran yang dibuat pada elektroda kerja. Penentuan kinerja ESI klorida pada penelitian ini menggunakan beberapa faktor diantaranya adalah faktor Nernts, trayek pengukuran, waktu respon, dan limit deteksi.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Alat penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah mV/pH meter orion 720 A, kawat koaksial dan konektor BNC, neraca analitik, elektroda pembanding kalomel jenuh, pengaduk magnetik (*magnetic stirrer*), solder, *stopwatch*, gelas ukur 10 mL, gelas beker, pipet tetes, *magnetic bar*, dan labu semprot.

2.2 Bahan penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tip biru sebagai badan elektroda, pasta grafit dan AgCl sebagai konduktor, kawat tembaga dan kawat platina sebagai penghantar listrik, kawat timah, aquades

*E-mail: hardianti87850@gmail.com

sebagai pelarut, *aquabidest* sebagai pembersih, plastik parafilm, serta KCl, Hg, Hg₂Cl₂ untuk pembuatan elektroda pembanding kalomel.

2.3 Prosedur penelitian

2.3.1 Pembuatan Larutan Standar NaCl

Larutan yang digunakan sebagai larutan standar adalah larutan NaCl dengan konsentrasi 1 M dalam keadaan jenuh dan dilakukan pengenceran dari konsentrasi 10⁻¹ – 10⁻¹⁰ M. Larutan NaCl konsentrasi 1 M dibuat dengan melarutkan NaCl sebanyak 5,85 gram dalam 100 mL aquades. Untuk menghasilkan konsentrasi larutan NaCl 10⁻¹ – 10⁻¹⁰ M dilakukan pengenceran dengan mengambil 10 mL larutan NaCl pada konsentrasi awal dan penambahan aquades sebanyak 100 mL pada tiap konsentrasi.

2.3.2 Pembuatan Membran Padat AgCl

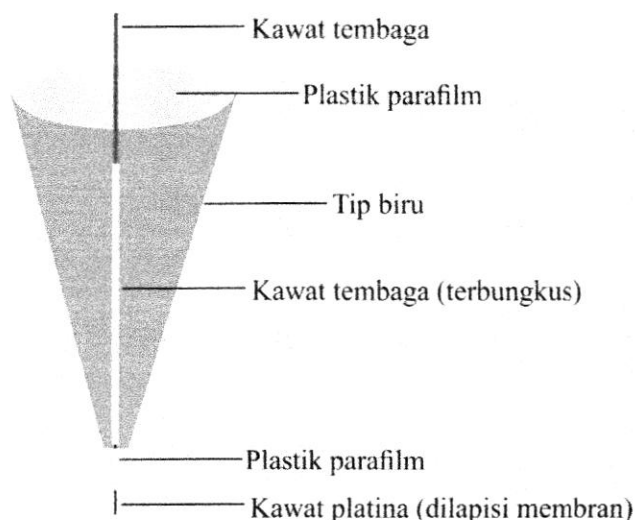
Larutan yang digunakan dalam pembuatan membran padat AgCl adalah dengan mereaksikan larutan AgNO₃ dan larutan NaCl sehingga menghasilkan senyawa AgCl. Senyawa AgCl yang terbentuk dicampur dengan pasta grafit hingga homogen. Selanjutnya dibuat 4 jenis komposisi membran yakni 1 : 1, 1 : 2, 2 : 1, dan 3 : 1 (gram).

2.3.3 Pembuatan Elektroda Pembanding Kalomel Jenuh

Elektroda kalomel jenuh (EKJ) dibuat dengan campuran merkuri (Hg), merkuri klorida (kalomel), dan kalium klorida (KCl). Badan elektroda terdiri dari tabung gelas atau tabung plastik yang mempunyai panjang 2-15 cm, dan berdiameter 0,5-1 cm.

2.3.4 Pembuatan ESI Klorida Tipe Kawat Terlapis

Elektroda tipe kawat terlapis dibuat dengan menggunakan kawat tembaga (Cu) dengan panjang 7 cm dan diameter 1,5 mm yang disambungkan dengan kawat platina (Pt) dengan panjang 2 cm dan diameter 0,4 mm dengan cara dipateri/solder dengan kawat timah. Badan elektroda menggunakan tip biru seperti yang terlihat pada Gambar 1. Masing-masing badan elektroda dililit plastik parafilm sebagai penahan kawat Cu dan Pt. Sebelum dilakukan pengukuran, membran ditempelkan pada ujung tabung lalu dicelupkan ke dalam larutan NaCl 10⁻¹⁰ M selama 2 hari.



Gambar 1. Elektroda tipe kawat terlapis

2.3.5 Penentuan Kinerja Elektroda Selektif Ion Klorida (ESI Klorida)

1) Faktor Nernts dan trayek pengukuran

Faktor Nernst dan trayek pengukuran ditentukan dengan mengukur nilai potensial dari 4 elektroda dengan komposisi berbeda pada larutan standar NaCl dimulai pada larutan yang paling encer dengan rentang konsentrasi 10⁻¹⁰ – 10⁻¹ M. Data hasil pengukuran yang diperoleh dibuat dalam bentuk grafik hubungan antara E (mV) terhadap - log [Cl⁻]. Grafik yang diperoleh berupa garis lurus pada rentang konsentrasi tertentu dengan kemiringan yang merupakan harga faktor Nernts, sedangkan grafik yang berupa garis lurus menunjukkan daerah trayek pengukuran dari ESI klorida.

2) Waktu respon

Waktu respon diperoleh dengan melakukan pengukuran potensial elektroda pada larutan standar NaCl dengan konsentrasi $10^{-10} - 10^{-1}$ M pada selang waktu tertentu hingga diperoleh nilai potensial yang konstan, yang dihitung sejak elektroda mengadakan kontak dengan larutan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kondisi optimum membran

Penentuan komposisi optimum membran dilakukan dengan mengukur potensial 4 elektroda pada larutan standar NaCl dengan deret konsentrasi 1×10^{-10} M - 1×10^{-1} M. Perbandingan komposisi membran pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Perbandingan komposisi membran ESI klorida terhadap nilai faktor Nernst.

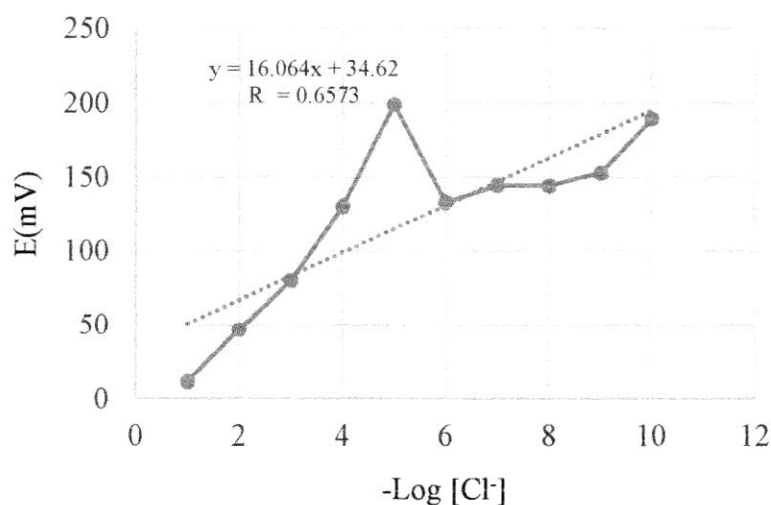
Nomor Membran	Komposisi Membran (gram)		Faktor Nernts	R
	AgCl	Grafit		
1	1	1	16,15	0,9153
2	1	2	28,47	0,93
3	2	1	45,92	0,9743
4	3	1	10,34	0,9216

Berdasarkan pada Tabel 1, dapat diketahui bahwa komposisi membran sangat berpengaruh terhadap kualitas ESI yang telah dibuat. Penentuan komposisi optimum didasarkan pada faktor Nernts atau kemiringan (*slope*) garis pada grafik hubungan antara potensial dengan $-\log [Cl^-]$, dimana dengan adanya sedikit perubahan perbandingan komposisi akan menghasilkan perbedaan faktor Nernts yang signifikan.

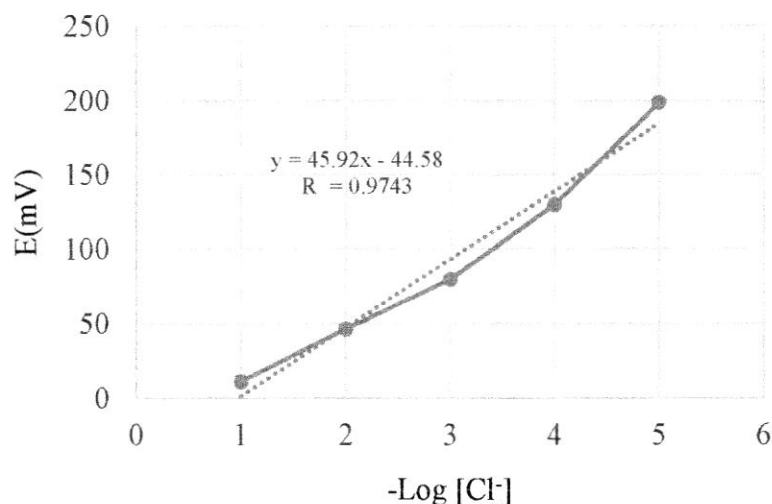
Komposisi optimum membran diperoleh pada membran ke-3 dengan masing-masing perbandingan antara AgCl : grafit adalah 2 : 1 (gram) dengan faktor Nernts sebesar 45,92 mV/dekade dengan koefisien korelasi (R) 0,9743. Elektroda tersebut memiliki kualitas membran paling baik karena nilai faktor Nernts paling mendekati teoritis yaitu 59,1 mV/dekade.

3.2 Faktor Nernts dan trayek pengukuran

Faktor Nernts adalah parameter penting yang pertama ditinjau dalam pembuatan Elektroda Selektif Ion (ESI). Nilai faktor Nernts diperoleh dari kemiringan grafik hubungan antara potensial dengan $-\log [Cl^-]$, sedangkan trayek pengukuran adalah rentang konsentrasi yang menunjukkan garis linear pada grafik. Semakin mendekati nilai faktor Nernts secara teoritis, maka semakin baik kualitas ESI tersebut.



Gambar 2. Grafik potensial elektroda pada konsentrasi larutan $10^{-10} - 10^{-1}$ M.



Gambar 3. Trayek pengukuran pada rentang konsentrasi $10^{-1} - 10^{-5}$ M.

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa grafik potensial pada konsentrasi larutan $10^{-10} - 10^{-1}$ M yang mendekati linear adalah pada rentang konsentrasi $10^{-1} - 10^{-5}$ M (trayek pengukuran). Faktor Nernts yang diperoleh pada trayek pengukuran tersebut ditunjukkan pada Gambar 3 sebesar 45,92 mV/dekade.

3.3 Waktu respon

Waktu respon adalah waktu yang diperlukan ESI klorida untuk memberikan tanggapan potensial yang tetap yang diukur sejak elektroda mengadakan kontak dengan larutan. Semakin cepat elektroda memberikan tanggapan potensial yang tetap, maka makin baik kinerja elektroda tersebut.

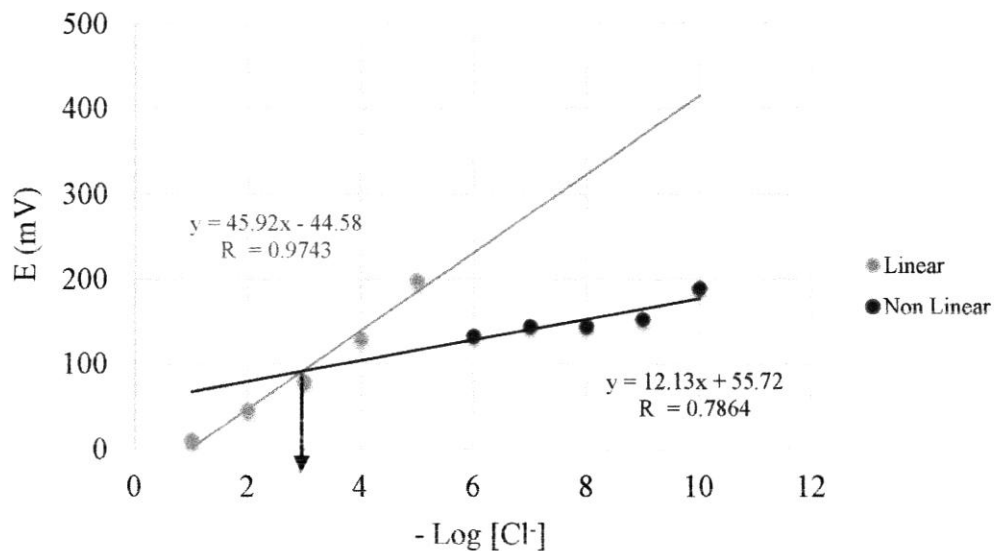
Tabel 2. Waktu respon ESI klorida.

No.	- Log [Cl ⁻] (M)	Waktu Respon (detik)
1.	10	151
2.	9	201
3.	8	58
4.	7	51
5.	6	59
6.	5	137
7.	4	98
8.	3	299
9.	2	263
10.	1	146
Rata-rata		146,3

Pada Tabel 2 dapat diketahui bahwa waktu respon ESI klorida yang diperoleh adalah 51 hingga 299 detik, sedangkan nilai rata-rata yang diperoleh adalah 146,3 detik. Waktu respon yang paling baik adalah 51 detik pada konsentrasi 10^{-7} M. Waktu respon elektroda akan meningkat seiring besarnya konsentrasi suatu larutan. Namun pada penelitian ini, tidak terjadi demikian. Hal ini dapat disebabkan karena struktur ESI yang menyebabkan kesetimbangan antara permukaan membran dan larutan tidak berlangsung dengan baik, serta melarutnya bahan aktif membran ke dalam larutan, sehingga waktu yang dibutuhkan ESI klorida dalam merespon dan mendeteksi ion klorida tidak sesuai dengan teori.

3.4 Limit deteksi

Limit deteksi merupakan batas konsentrasi minimum dan konsentrasi maksimum yang mampu dideteksi oleh suatu metode pengukuran. Limit deteksi diperoleh dengan membuat garis singgung pada fungsi garis lurus dan garis melengkung kurva antara E (mV) terhadap $-\log [Cl^-]$ yang saling memotong. Semakin kecil limit deteksi, maka semakin baik kualitas ESI tersebut.



Gambar 4. Grafik limit deteksi ESI klorida.

Berdasarkan gambar 3 dapat diketahui bahwa hasil perpotongan antara dua persamaan garis linear dan non-linear terhadap sumbu x, diketahui bahwa limit deteksi pada ESI klorida tersebut adalah 2,968 atau setara dengan $1,07 \times 10^{-3}$ M sehingga apabila kurang dari nilai tersebut, maka ESI tidak dapat mendeteksi ion klorida dengan baik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa komposisi membran optimum yaitu perbandingan komposisi membran AgCl dan pasta grafit masing-masing sebesar 2 : 1 (gram). Penentuan kinerja ESI klorida diperoleh dengan parameter berupa nilai faktor Nernst sebesar 45,92 mV/dekade, trayek pengukuran 10^{-1} - 10^{-5} M, waktu respon rata-rata adalah 146,3 detik, dan limit deteksi sebesar 2,968 atau setara dengan $1,07 \times 10^{-3}$ M.

DAFTAR PUSTAKA

1. R. Badawi, Ismulawardi, A. Noegraha, dan Subroto. Pemanfaatan grafit Pensil sebagai Elektrode Selektif Ion Bermembran AgCl/Ag₂S untuk Analisa Ion Klorida, Vol. 2, No. 10: 1-10.
2. H.C. Silva dan M. J. A. Martinez. 2018. Development of a selective chloride sensing platform using a screen-printed platinum electrode. **195**: 771-777.
3. Ismulawardi. 2007. Pembuatan dan Karakterisasi Elektrode Selektif Ion Klorida Tipe Grafit Menggunakan Membran Heterogen AgCl/Ag₂S. *Skripsi*, Fakultas Farmasi, Universitas Airlangga, Surabaya.
4. Q. Fardiyah, Atikah, dan R. Dwi. 2014. Pemanfaatan Zeolit Teraktivasi sebagai Bahan Aktif Sensor Potensiometri Ion Sulfat, Vol. 7, No. 2: 81-87.
5. Agustiani W. 2007. Modifikasi Membran Elektrode Selektif Ion Nitrat Tipe Kawat Platina Terlapis Dengan Polietilena Glikol Sebagai Porogen, *Skripsi*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas IPB, Bogor.