

PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI ELEKTRODE SELEKTIF ION (ESI) SALBUTAMOL BERBASIS MEMBRAN TIPE KAWAT TERLAPIS

Riesta Primaharinastiti*

* Departemen Kimia Farmasi Fakultas Farmasi Universitas Airlangga

Abstract

A graphite coated-wire Salbutamol Ion Selective Electrode (ISE) based on ion associate of salbutamolium phosphotungstate (SI-PTA) in a polyvinyl chloride (PVC) matrix was developed. An optimum mixture of PVC, DOP as plasticizer and SI-PTA as ion pairing agent (47.5 %: 47.5 %: 5.0 %) was used in preparing the coatings. Prior to measurements, the salbutamol selective electrode was characterized in its linearity, Nernstian factor, sensitivity, response time, life time and selectivity coefficient. The graphite coated-wire ISE exhibited a linear Nernstian over the range 10^{-1} to 4.10^{-5} M with slope of 58.68 mV per decade change and response time less than 1 minute. The detection limit of electrode was 4.10^{-5} M. The electrodes showed good selectivity to salbutamolium ion in present of Na (I), K (I) and Mg (II) ions.

Key word : salbutamol, ion selective electrode, graphite coated-wire.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh metode pembuatan sekaligus karakterisasi Elektroda Selektif Ion (ESI) Salbutamol berbasis membran tipe kawat terlapis. Pembuatan membran ESI dengan komposisi bahan elektroaktif membran salbutamol-fosfotungstat, PVC dan pemlastis DOP (5 %: 47,5 %: 47,5 %) dilarutkan dalam 10 ml THF dan dilapiskan pada grafit. Hasil karakterisasi ESI salbutamol yang dihasilkan adalah sebagai berikut: harga faktor Nernst 58,68 mV/dekade, trayek pengukuran 10^{-1} – 4.10^{-5} M, limit deteksi 4.10^{-5} M, waktu respon kurang dari 1 menit pada rentang trayek pengukuran, usia pemakaian hingga 22 hari masih menunjukkan respon yang baik, koefisien selektifitas dengan adanya ion Na^+ , K^+ dan Mg^{2+} dengan rentang konsentrasi 10^{-1} – 10^{-4} M tidak mengganggu analisis salbutamol.

Kata kunci : salbutamol, elektrode selektif ion, grafit, membran tipe kawat terlapis

PENDAHULUAN

Salbutamol adalah salah satu senyawa obat *bronchodilator* yang penggunaannya di dalam masyarakat cukup luas, dikenal sebagai obat saluran nafas. Hal ini juga didukung dengan banyaknya industri farmasi yang mempunyai produk sediaan farmasi mengandung salbutamol.

Keunggulan salbutamol dibandingkan dengan *bronchodilator* lain adalah tidak menimbulkan efek samping terhadap sistem *cardiovascular*, sehingga aman digunakan bagi penderita yang memiliki kelainan jantung maupun hipertensi. Pemakaian yang luas menuntut adanya pengawasan ketat terhadap

kualitas produk atau sediaan farmasinya, baik selama proses produksi di industri maupun pengawasan pasca jual. Untuk itu dibutuhkan suatu metode analisis yang handal yang dapat digunakan untuk menentukan Salbutamol, sebagai kontrol kualitas dalam upaya pelaksanaan *Quality Assurance*.

Beberapa metode analisis yang telah banyak digunakan untuk menentukan salbutamol adalah HPLC, HPLC-MS, GC-MS, kromatografi elektrokinetik, spektrofotometri, voltammetri, dan polarografi. Namun seperti telah diketahui, metode tersebut pada umumnya membutuhkan instrumentasi yang mahal dan memerlukan tahap preparasi sampel yang rumit pula. Di dalam Farmakope Indonesia sendiri digunakan metode titrasi sebagai metode standart untuk penetapan salbutamol, yang tentu penyiapan sampelnya rumit serta membutuhkan proses pemisahan bila berada dalam campuran. Berdasarkan kondisi tersebut maka dibutuhkan adanya metode alternatif penentuan salbutamol yang dapat mengatasi kendala di atas.

Dibandingkan dengan metode analisis yang lain, potensiometri memiliki kesempatan untuk dikembangkan sebagai metode alternatif, karena memiliki keunggulan antara lain proses analisisnya mudah, biaya relatif murah, namun memiliki presisi dan akurasi yang cukup baik. Apalagi jika digunakan Elektrode Selektif Ion (ESI) sebagai elektrodanya yang akan meningkatkan sensitivitas dan selektivitasnya. Penggunaan ESI dalam analisis kimia sangat luas, dari analisis ion-ion anorganik yang sederhana sampai molekul-molekul organik yang kompleks.

Dibandingkan dengan ESI tipe konvensional yang memerlukan larutan pembanding dalam dan proses pembuatannya yang relatif rumit, ESI tipe kawat terlapis memiliki keunggulan antara lain tidak memerlukan larutan pembanding dalam, pembuatannya sederhana, dapat menentukan analit dalam jumlah renik, bentuknya kecil dan praktis, sehingga membutuhkan biaya yang lebih murah dan sesuai untuk analisis yang bersifat rutin.

ESI salbutamol sejauh ini belum pernah diproduksi untuk dipasarkan. Penelitian yang telah ada sebelumnya adalah ESI salbutamol tipe konvensional yang didasarkan pada membran plastik PVC (*Poly Vinyl Chloride*), dan penukar ion salbutamol-phosphotungstat [Abdelghani, 2000]. Dalam penelitian ini dikembangkan ESI salbutamol tipe kawat terlapis, untuk pengukuran secara potensiometri langsung, khususnya optimasi metode pembuatan dan karakterisasi ESI salbutamol, yang bertujuan untuk mendapatkan cara/prosedur pembuatan ESI Salbutamol yang terstandarisasi dan untuk mengetahui kinerja ESI yang dibuat, dengan beberapa parameter antara lain faktor Nerstian, trayek pengukuran, waktu tanggap, usia pemakaian, batas deteksi dan selektivitasnya. Diharapkan hasil penelitian ini akan memberikan informasi tentang pembuatan ESI-salbutamol, sehingga dapat digunakan sebagai metode alternatif dalam analisis salbutamol.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Multi Purpose II Fakultas Farmasi Universitas Airlangga.

Alat : Potensiometer “Mettler Delta 340”, elektrode kalomel jenuh sebagai elektrode pambanding, neraca analitik, pengaduk magnet, corong Buchner dan alat-alat gelas yang digunakan di laboratorium.

Bahan : salbutamol sulfat, asam fosfotungstat p.a. (Merck), Tetrahidrofur p.a. (Merck), Polivinilklorida/PVC BM tinggi p.a. (Merck), Dioktilftalat /DOP p.a. (Fluka), Aquabidestilata, pensil HB (Faber castel), plastik polietilen, kabel koaksial tipe RG 58, konektor BNC, konektor RCA.

Pembuatan Bahan Elektroaktif Membran. Sebagai bahan elektroaktif membran digunakan salbutamol-fosfotungstat. Prosedur pembuatan bahan elektroaktif membran adalah sebagai berikut :

Larutan salbutamol 10^{-2} M sebanyak 100 ml ditambahkan sedikit demi sedikit kedalam larutan asam fosfotungstat 10^{-2} M sebanyak 100 ml sambil diaduk konstan. Endapan yang didapatkan dipisahkan dengan corong Buchner, selanjutnya dicuci dengan aquabidestilata kemudian dikeringkan pada suhu kamar

Pembuatan Badan Elektrode. Badan elektrode dibuat dari pensil dengan panjang 14 cm dan grafit pensil didalamnya dimanfaatkan sebagai konduktor. Prosedur pembuatannya adalah sebagai berikut : kayu pensil dipotong $\pm$ 14 cm dan dihilangkan kayunya. Grafit pensil dibungkus dengan plastik polietilen dengan menyisakan 1,5 cm pada masing-masing ujungnya. Bagian atas grafit dipasang konektor RCA dan kabel koaksial RG 58 yang pada sisi lainnya dipasang konektor BNC agar dapat terhubung ke potensiometer. Sedangkan bagian bawah dibersihkan untuk melekatkan membran ESI.

Optimasi Komposisi Bahan Penyusun Membran. Membran dibuat dari campuran PVC, DOP, dan penukar ion yang dilarutkan dalam pelarut tetrahidrofur dengan komposisi tertentu, diaduk dengan magnetic stirer selama waktu tertentu. Mengacu pada penelitian ESI tipe kawat terlapis sebelumnya, yaitu Abdul-Ghani (2000), Atikah (1994) dan Zayed (2003), maka perbandingan komposisi bahan pembentuk membran adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Komposisi membran elektroaktif

Komposisi membran	% massa		
	PVC	DOP	Elektroaktif
A	45	45	10
B	47,5	47,5	5
C	35	58	7

Dalam tahap optimasi perbedaan komposisi tersebut diukur faktor Nernst untuk kemudian dipilih salah satu komposisi yang faktor Nernstnya paling baik, yaitu mendekati 59,2 mV/dekade.

Pembuatan Elektrode. Ditimbang bahan pembentuk membran sebanyak 350 mg (masing-masing zat ditimbang sesuai perbandingan yang diinginkan). dilarutkan dalam 5 ml THF sambil diaduk dengan pengaduk magnet selama 30 menit. Kemudian uapkan menjadi $\pm$ setengahnya. Ujung bagian bawah grafit yang telah dibersihkan dicelupkan ke dalam larutan membran 5 kali sehingga diperoleh lapisan tipis yang merata. Kemudian dikeringkan pada suhu kamar selama 24 jam. Elektrode yang sudah jadi direkondisikan dengan merendamnya dalam larutan salbutamol sulfat 10^{-3} M selama 12 jam. ESI yang telah direkondisi disimpan ditempat kering dan setiap akan digunakan harus direndam dahulu dalam larutan

salbutamol sulfat 10^{-3} M selama 45 menit.

Karakterisasi ESI. Karakterisasi dilakukan untuk memperoleh ESI yang memiliki kualitas kinerja yang baik. Prosedur kerja secara umum adalah dibuat larutan salbutamol sulfat dengan konsentrasi antara 10^{-1} - 10^{-6} M, dituang sebanyak yang diperlukan untuk pengukuran. Celupkan elektrode kalomel jenuh sebagai elektrode pembanding dan ESI salbutamol ke dalam larutan, kemudian ukur potensial dan suhunya. Pengamatan dilakukan pada saat alat menunjukkan potensial yang konstan. Parameter karakterisasi ESI yang ditentukan adalah : Faktor Nernst dan Trayek Pengukuran, Limit Deteksi (*Detection Limit*), Waktu Respon (*Respon Time*), Usia Pemakaian (*Life Time*), dan Koefisien selektivitas.

HASIL PENELITIAN

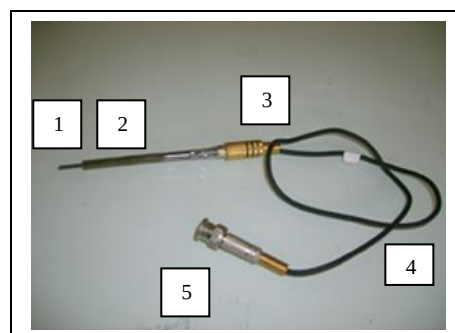
Bahan elektroaktif membran dibuat dengan mencampurkan sedikit demi sedikit larutan asam fosfotungstat 10^{-2} M 100 ml ke dalam larutan salbutamol sulfat 10^{-2} M sebanyak 100 ml sambil diaduk konstan dengan magnetic stirrer hingga terbentuk endapan salbutamol fosfotungstat yang berwarna orange, seperti gambar berikut ini.



Gambar 1. Bahan elektroaktif salbutamol-fosfotungstat

Pembuatan Badan Elektroda. Badan elektroda terdiri dari grafit pensil jenis HB, kabel poliethylen (kabel

microphone), kabel koaksial RG 58, konektor BNC dan RCA. Grafit pensil kemudian dibungkus dengan kabel polietilen, dengan menyisakan jarak 1,5 cm pada masing-masing ujungnya untuk pelapisan membran dan menghubungkan ke alat potensiometer. Kabel polietilen berfungsi melindungi grafit dari gangguan mekanik dan mencegah ikut tercelupnya grafit yang tidak terlapisi membran ke dalam larutan analit yang dapat menyebabkan kesalahan pembacaan potensial pada potensiometer. Selain polietilen dapat juga digunakan bahan inert lain misalnya teflon. Pensil yang digunakan adalah jenis HB karena pensil jenis ini memiliki kekerasan dan kekuatan yang lebih baik dibanding pensil jenis lainnya. Adapun rangkaiannya seperti pada gambar berikut.



Gambar 2. Susunan ESI

Keterangan :

- 1 = grafit pensil terlapis membrane
- 2 = penutup polietilen
- 3 = konektor RCA
- 4 = kabel koaksial RG58
- 5 = konektor BNC

Optimasi Komposisi Membran ESI Salbutamol Tipe Kawat Terlapis.

Badan elektroda yang telah jadi, kabel koaksial RG-58, konektor BNC dan konektor RCA kemudian disusun menjadi ESI Salbutamol yang selanjutnya dilapisi membran PVC: DOP: penukar ion dengan berbagai komposisi untuk memperoleh komposisi penyusun membran yang optimal, yaitu komposisi yang dapat

memberikan harga Faktor Nernst yang paling baik. Kualitas membran dipengaruhi oleh kelarutan membran dalam matriks dan konduktivitas membran. Kemudian ketiga bahan penyusun membran dilarutkan dalam THF 10 ml dan diuapkan setengahnya hingga cukup kental, selanjutnya dilapiskan pada grafit pensil sebanyak 5 kali untuk menghindari perbedaan ketebalan membran, karena ketebalan membran berpengaruh terhadap faktor Nernst. Semakin tebal membran, kerapatan ion dalam membran semakin besar, pori-pori semakin kecil sehingga daya difusi ion juga semakin kecil (Fardiyah, 2003). ESI selanjutnya dikeringkan dengan cara dibiarkan sehari semalam kemudian direndam dalam larutan salbutamol sulfat 10^{-3} M selama 12 jam agar ion salbutamol menetap pada komponen membran. ESI yang telah siap digunakan disimpan dan diprekondisikan dengan merendamnya dalam larutan yang sama selama 45 menit setiap kali akan digunakan.

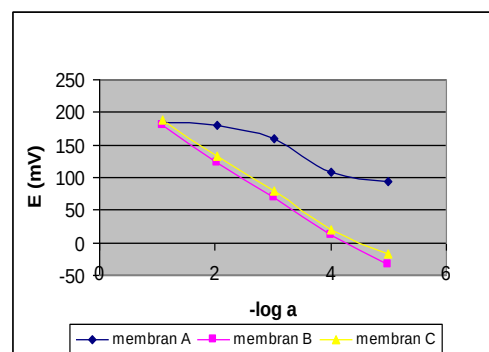
Hasil optimasi komposisi membran ini dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Faktor Nernst untuk masing-masing komposisi membran

Membran	Komposisi (%)			Faktor Nernst (mV/dekade)
	PVC	DOP	Penukar ion	
A	45	45	10	26,13
B	47,5	47,5	5	54,97
C	35	58	7	53,84

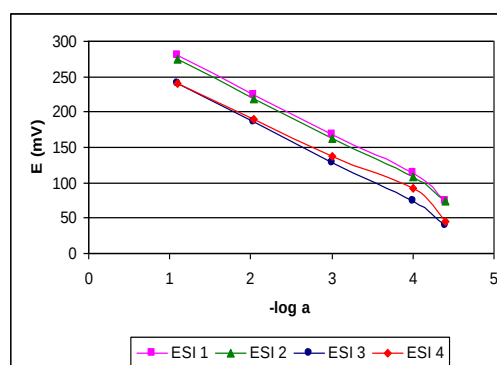
Melihat hasil yang tercantum dalam tabel 5.1. dapat disimpulkan bahwa komposisi membran B dan C memberikan hasil yang relatif hampir sama. Namun dipilih komposisi membran B sebagai komposisi yang optimal, dengan bahan penyusun membran terdiri dari PVC 47,5% : DOP 47,5% : penukar ion 5% karena paling mendekati nilai ideal dan

komposisi ini sama dengan penelitian sebelumnya. Komposisi membran yang optimal ini digunakan dalam pembuatan membran ESI untuk tahap-tahap selanjutnya.



Gambar 3. Kurva E (mV) terhadap $-\log a$ Optimasi Komposisi Membran.

Faktor Nernst dan Trayek Pengukuran. Penentuan faktor Nernst dan trayek pengukuran dilakukan dengan mengukur harga potensial larutan baku salbutamol sulfat dengan menggunakan elektrode terlapis membran 0,07 mm, dan membuat grafik antara E (mV) dan $-\log a$ ion salbutamol. Faktor Nernst secara teoritis memiliki harga $2,303 RT/zF$. Hasil percobaan tercantum dalam gambar berikut berikut.



Gambar 4. Kurva E (mV) terhadap $-\log a$ ESI salbutamol

Data tersebut di atas menunjukkan bahwa harga faktor Nernst rata-rata yang diperoleh adalah sebesar 58,68 mV/dekade, lebih kecil dari harga

teoritis yaitu 59,2 mV/dekade. Hal ini dipengaruhi oleh ketebalan membran yang menentukan ukuran pori dan daya difusi ion. Membran yang tipis akan memberikan kemiringan lereng yang lebih Nernstian daripada membran yang tebal. Dalam penelitian ini belum dapat ditentukan seberapa jauh pengaruh ketebalan membran terhadap kinerja ESI salbutamol.

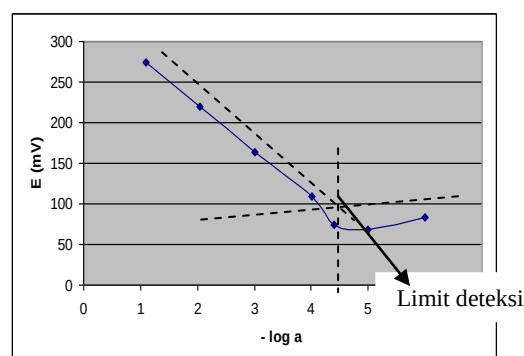
Trayek pengukuran ditentukan dari garis lurus yang diperoleh pada grafik E (mV) dan $-\log a$ ion salbutamol pada rentang konsentrasi tertentu. Gambar berikut menunjukkan bahwa rentang linier berada pada konsentrasi 10^{-1} - $4 \cdot 10^{-5}$ M, konsentrasi 10^{-6} kurva mulai tidak linier yang disebabkan karena pada konsentrasi rendah terjadi ketidakstabilan larutan akibat penurunan aktivitas ionik. Pada konsentrasi rendah koefisien aktifitas ion semakin besar tetapi kekuatan ionnya berkurang sehingga larutan tidak stabil dan ditunjukkan dengan ketidaklinieran kurva. Seperti diketahui pada larutan dengan konsentrasi rendah, respon potensial tidak lagi menunjukkan konsentrasinya melainkan aktivitas ion, sedangkan aktivitas ion berbanding terbalik dengan koefisien aktifitas.

Koefisien aktifitas selalu lebih kecil dari satu dan menjadi lebih rendah ketika kekuatan ion meningkat, sehingga perbedaan antara aktifitas ion yang terukur dan konsentrasi ion yang sebenarnya menjadi lebih besar pada larutan konsentrasi pekat. Hal ini dapat menimbulkan problem ketika melakukan plot ke kurva, yaitu tidak dapat digunakan data konsentrasi karena dapat menyebabkan kurva tidak linier. Untuk mengatasi hal ini dapat digunakan ISAB (*Ionic Strength Adjustment Buffer*) untuk menstabilkan kekuatan ion sehingga aktivitas ion

berbanding langsung dengan konsentrasi. ISAB adalah garam yang mempunyai kekuatan ion besar, misalnya KNO_3 , $NaNO_3$ dan biasanya digunakan konsentrasi 0,1 M. Tetapi, dalam hal ini peneliti tidak menemukan ISAB yang sesuai untuk digunakan dalam analisis salbutamol sehingga digunakan cara yang lain untuk mengatasi masalah ini. Cara lain yang dilakukan adalah dengan menggunakan perhitungan, sehingga didapatkan data aktivitas sebenarnya dari konsentrasi yang diukur. Dari hasil perhitungan tersebut diperoleh kurva dengan absis bukan $-\log C$ melainkan $-\log a$. Perhitungan dapat dilihat pada lampiran 1.

Limit Deteksi

Limit deteksi menunjukkan sensitivitas elektrode yang diperoleh dengan membuat garis singgung pada fungsi garis lurus dan garis melengkung kurva E (mv) terhadap $\log a$. Kedua garis ini saling memotong pada satu titik, jika titik potong kedua garis singgung tersebut diekstrapolasikan ke absis akan diperoleh konsentrasi limit deteksi. Hasil penentuan limit deteksi terlihat pada gambar 5.5.



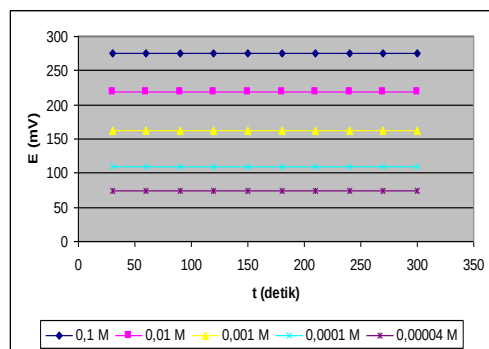
Gambar 5. Konsentrasi Limit Deteksi ESI Salbutamol

Hasil ekstrapolasi diperoleh konsentrasi limit deteksi sebesar $4 \cdot 10^{-5}$ M.

Waktu Respon

Penentuan waktu respon dilakukan pada konsentrasi analit 10^{-1} - $4 \cdot 10^{-5}$ M, yaitu pada saat potensial yang terukur sudah konstan. Untuk menentukan waktu respon diukur potensial larutan analit setiap selang waktu 30 detik selama 5 menit sampai diperoleh harga yang tetap. Makin cepat waktu yang diperlukan untuk mencapai harga potensial yang tetap menunjukkan kualitas ESI yang semakin baik.

Hasil pengukuran waktu respon ESI dapat dilihat pada gambar 5.6.



Gambar 6. Kurva Waktu Respon ESI salbutamol Pada Konsentrasi 10^{-1} – $4 \cdot 10^{-5}$ M

Waktu respon merupakan waktu dimana ESI memberikan respon potensial yang konstan mulai dari ESI dicelupkan kedalam larutan analit. Waktu respon bergantung pada konsentrasi analit, struktur elektroda (geometri, komposisi dan ketebalan membran) dan adanya ion pengganggu. Hasil percobaan waktu respon ESI Salbutamol pada konsentrasi 10^{-1} – $4 \cdot 10^{-5}$ M ternyata memberikan waktu respon yang cukup singkat pada semua konsentrasi salbutamol yang diuji, yaitu kurang dari 50 detik..

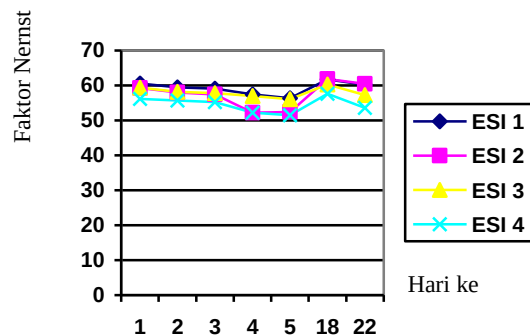
Usia Pemakaian

Usia pemakaian ditentukan dengan melihat penyimpangan faktor Nernst dari nilai teoritis 59,2 mV/dekade, untuk mengetahui seberapa lama ESI

dapat digunakan untuk mengukur ion Salbutamol. Makin jauh penyimpangan dari 59,2 mV/dekade, maka elektrode tersebut sudah tidak bisa digunakan lagi. Usia pemakaian pada penelitian ini ditentukan dari harga Faktor Nernst hingga selang waktu 22 hari yang dapat dilihat pada tabel 5.3.

Tabel 3. Faktor Nernst ESI Salbutamol Selama 22 hari.

Hari ke-	Faktor Nernst (mV/dekade)				Faktor Nernst rata-rata mV/dekad e
	ESI 1	ESI 2	ESI 3	ESI 4	
1	60,54	59,28	59,36	56,12	59,37
2	59,49	58,01	58,20	55,67	57,84
3	59,05	57,45	57,81	55,20	57,38
4	57,43	52,17	56,96	52,16	54,68
5	56,33	52,42	56,10	51,47	54,08
18	61,76	61,88	60,26	57,64	60,38
22	60,15	60,44	57,29	53,54	57,86



Gambar 7. Faktor Nernst ESI salbutamol selama 22 hari

Stabilitas membran elektrode dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain penambahan *plasticizer* (DOP) pada matriks polimer (PVC) sehingga menyebabkan membran yang terbentuk tidak larut air, bersifat fleksibel (lentur) dan kuat. Penambahan bahan pemlastis pada matriks polimer akan membentuk ikatan silang yang menyebabkan temperatur transisi gelas (Tg) menjadi turun. Dengan menurunnya Tg maka kelarutan fasa organik dalam air dapat ditahan sehingga kecil kemungkinan keluarnya bahan ionofor membran ke

dalam larutan. Hal ini membuat membran menjadi lebih stabil. Data pengukuran stabilitas ESI hingga hari ke 22 menunjukkan bahwa ESI salbutamol masih memberikan harga faktor Nernst yang memenuhi syarat. Waktu pengamatan yang hanya 22 hari disebabkan karena keterbatasan waktu untuk penelitian ini. Namun demikian dapat dikatakan bahwa ESI salbutamol yang dibuat cukup stabil dan memiliki usia pemakaian yang cukup baik.

Koefisien Selektifitas

Penentuan koefisien selektifitas pada penelitian ini menggunakan metode larutan tercampur. Dilakukan uji selektifitas ESI salbutamol pada konsentrasi salbutamol konstan 10^{-3} M terhadap ion asing Na^+ , K^+ , Mg^{2+} dengan konsentrasi 10^{-1} - 10^{-4} M. Pada penelitian ini digunakan ion pengganggu Na^+ , K^+ , dan Mg^{2+} dengan pertimbangan ion-ion tersebut merupakan ion dari garam bahan tambahan pembuatan tablet, dan sebagian besar sediaan obat yang mengandung salbutamol berbentuk tablet. Evaluasi terhadap ion asing yang mengganggu pengukuran salbutamol adalah jika harga k (koefisien selektifitas)=0 maka adanya ion asing tidak mengganggu ion utama, sedangkan jika $0 < k \leq 1$, maka ESI lebih selektif terhadap ion utama, dan jika $k > 1$ maka ESI lebih selektif terhadap ion asing. Hasil selektifitas dapat dilihat pada tabel 5.4 berikut.

Tabel 4. Koefisien Selektivitas ESI salbutamol terhadap Na^+ , K^+ dan Mg^{2+}

Konsentrasi Ion Pengganggu (M)	k_{ij}		
	Na^+	K^+	Mg^{++}
10^{-1}	0,0478	0,1318	$-3,2809 \cdot 10^{-4}$
10^{-2}	0,0436	0,1781	$-1,494 \cdot 10^{-3}$
10^{-3}	-0,1262	0,0431	$-1,1464 \cdot 10^{-2}$
10^{-4}	-0,9457	-1,6354	$-2,1384 \cdot 10^{-2}$
Rata-rata	-0,2163	-0,3206	$-8,6675 \cdot 10^{-3}$

k_{ij} = koefisien selektifitas antara ion analit dan ion pengganggu

Dari hasil percobaan, ESI Salbutamol memiliki selektifitas yang baik terhadap ion salbutamol dibanding terhadap ketiga ion pengganggu karena memiliki harga $k < 1$ pada berbagai konsentrasi ion pengganggu.

Kesimpulan dan Saran

Elektrode Selektif Ion (ESI) salbutamol berbasis membran tipe kawat terlapis dapat dibuat dengan membran yang memiliki komposisi PVC : DOP : penukar ion 47,5% : 47,5% : 5%, dan hasil karakterisasi ESI tersebut menunjukkan hasil yang cukup memenuhi kriteria penerimaan yaitu menghasilkan nilai faktor Nernst sebesar 58,68; trayek pengukuran 10^{-1} - $4 \cdot 10^{-5}$ M; limit deteksi $4 \cdot 10^{-5}$ M, waktu respon kurang dari 50 detik, pemakaian selama 22 hari masih stabil. Namun demikian masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut sebelum ESI salbutamol tersebut dapat digunakan dalam proses analisis antara lain faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja ESI salbutamol seperti temperatur, pH, ketebalan membran, lama perendaman dll, pengaruh ion-ion yang lain, yang mungkin ada di dalam darah/plasma, dan juga validasi metode potensiometri untuk dapat diterapkan dalam analisis rutin.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul-ghani, NT, MS Risk, Rasha MEIN, 2000, *Analyst*, 125, 1129-1133
- Atikah, 1994, **Pembuatan dan Karakterisasi ESI Nitrat Tipe Kawat Terlapis**, Tesis Magister Kimia ITB
- Aparna, SIL., Vijaykumar SI, and Ashwini KS, 2001, *Journal of Analytical Science*, 4-17

- Bailey, P.L., 1983, **Analysis with Ion Selective - Electrodes**, Heyden & Sons Ltd., London
- Buchari, 1990, **Analisis Instrumentasi Bagian I : Tinjauan Umum dan Analisis Elektrometri**, Jurusan Kimia ITB, Bandung
- Carmacle, GD, H. Freiser, 1977, **Analytical Chemistry**, 49, 1577
- Cosofret, Vasile V, 1982, **Membrane Electrodes in Drug Substance Analysis**, 1st edition, Ed. JDR Thomas, Pergamon Press, New York
- Diamond, Dermot, 1998, **Principles of Chemical and Biological Sensors**, John Wiley & Sons Inc., New York
- Evans, Alun, 1991, **Potensiometry and Ion Selective Electrode**, John Wiley & Sons Inc, New York
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 1995, **Farmakope Indonesia** Edisi IV, Jakarta
- James H, Carmack G, Freiser H, 1972, **Analytical Chemistry**, 44, 856-857
- Monk, Paul MS, 2001, **Fundamentals of Electroanalytical Chemistry**, John Wiley & Sons, Chichester
- Skoog, DA., Holler FJ, Nieman TA, 1998, **Principles of Instrumental Analysis**, 5th edition, Saunders College Publishing, Philadelphia
- Taylor, RF; Jerome S Schultz, 1996, **Handbook of Chemical and Biological Sensors**, Institute of Physics Publishing, Philadelphia