PENGARUH KETEBALAN MEMBRAN DAN USIA PEMAKAIAN PADA ELEKTRODA SELEKTIF ION (ESI) TARTRAZINE TIPE KAWAT TERLAPIS BERMEMBRAN KITOSAN

Dewi Umaningrum[1,2], Radna Nurmasari[1], Siti Hasnah[2], Kiki Amalia Wardhani[1], Sofia Qalby[1],
[1] PS Kimia Fakultas MIPA ULM, Jl. A. Yani Km. 35,8 Banjarbaru Kalsel
[2] Laboratorium Kimia Instrumentasi, Laboratorium FMIPA ULM, Jl. A. Yani Km. 35,8 Banjarbaru Kalsel
**Corresponding author*: dumaningrum@ulm.ac.id

Abstrak. Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh ketebalan membran dan usia pemakaian pada elektroda selektif ion (ESI) tartrazine tipe kawat terlapis bermembran kitosan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan ketebalan membran optimum dan usia pemakaian optimum dari ESI yang dibuat. Tahap awal adalah membuat ESI tartrazine dengan membran campuran kitosan:PVC:DOP=3%:34%:63% dan kemudian dilakukan pengukuran harga potensial pada larutan tartrazine konsentrasi 1.10^{-1} - 1.10^{-8} M selama 15 hari dengan rentang waktu 5 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ESI yang dibuat mempunyai ketebalan membran optimum 0,35 mm dengan harga Nernst sebesar 19.16 mV/dekade. Usia pemakaian dari ESI yang dibuat adalah selama 5 hari.

Kata kunci: ESI, tartrazine, ketebalan membran, usia pemakaian.

1. PENDAHULUAN

Undang-Undang Kesehatan Republik Indonesia nomor 36 Tahun 2009 menjelaskan bahwa setiap orang serta badan hukum yang menghasilkan, mengolah, dan mendistribusikan makanan dan minuman yang diperlakukan menjadi kuliner serta minuman hasil teknologi rekayasa genetik yang diedarkan wajib terjamin aman bagi manusia dan lingkungan (Agustina & Ashar, 2014). Produsen pangan jajanan melupakan tingkat keamanan makanan demi mencapai laba yang besar, padahal keamanan makanan sebagai kondisi primer yang wajib dimiliki oleh para produsen makanan. Pedagang banyak melakukan penyalahgunaan bahan kimia berbahaya, penggunaan bahan pengawet berupa formalin, boraks dan penggunaan bahan pewarna berupa rhodamin B (merah), *malachite green* (hijau), dan tartrazin (kuning) serta penggunaan pemanis sintesis berupa sakarin serta siklamat (Umaningrum et al., 2015).

Pewarna sintetis banyak dipergunakan sebab mempunyai kecerahan yang tinggi,lebih stabil, serta murah dengan rentang warna yang lebih luas dibandingkan pewarna alami (Shawish et al., 2013). Tartrazin adalah pewarna sintetis kuning lemon turunan *coal tar*, yang merupakan campuran senyawa fenol, hidrokarbon polisiklik, serta heterosiklik. Tartrazin umum dipergunakan menjadi bahan pewarna minuman sebab mudah larut pada air (Illing, 2011). Tartrazin masih diizinkan penggunaannya pada Indonesia menggunakan peraturan Departemen Kesehatan (Depkes) yaitu 200 mg/kg dan berdasarkan WHO batas konsumsi per hari sebanyak 7,5 mg/kg bb (Agustina & Ashar, 2014). Amerika serikat melarang penggunaan tartrazin secara bebas, wajib dicantumkan pada labelnya, sedangkan di Swedia serta Norwegia, penggunaannya sudah tidak boleh (Santa, 2018). Hal tersebut dikarenakan tartrazin bisa mengakibatkan tanda-tanda alergi mirip bintik-bintik merah di kulit, radang selaput lendir di hidung, muntah-muntah, gangguan pernapasan, meningkatkan hiperaktivitas pada anak, menyebabkan hipersensitif seperti kelelahan, dan sebagainya (Agustina & Ashar, 2014). Hal ini yang mendasari perlu adanya analisis terhadap tartrazin dalam bahan makanan.

Metode analisis kualitatif yang digunakan untuk mendeteksi tartrazin masih berupa test kit serta untuk analisis kuantitatif memakai kromatografi cair kinerja tinggi (KCKT) (Vidal et al., 2018), spektrofotometri UV-Vis (Elfadiana, 2019) serta FTIR (fourier transform infrared) (Batubara et al., 2017). Kelemahan dari metode ini ialah dibutuhkan fasilitas yang relatif canggih dan dituntut tersedianya banyak sekali pelarut organik, yang relatif mahal harganya. Teknik tersebut juga memerlukan tenaga terampil yang profesional, sehingga dibutuhkan metode yang murah, cepat serta sederhana. Sensor kimia ialah reaksi kimia yang khusus terhadap suatu analit tertentu menggunakan instrumentasi yang bisa diterjemahkan menjadi sinyal listrik sehingga mudah dibaca secara digital. Potensiometri dapat dikatakan teknik yang paling banyak digunakan. Teknik ini umumnya lebih dikenal dengan nama elektroda selektif ion (ESI) (Kuswandi, 2010). ESI merupakan suatu sensor elektrokimia yang peka terhadap kegiatan ion larutan yang diukur serta ditandai menggunakan perubahan potensial secara reversibel

© Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Lambung Mangkurat

(Bailey, 1980). Kelebihan yang dimiliki oleh ESI yaitu mempunyai selektivitas dan sensitivitas yag relatif tinggi sehingga umumnya tidak memerlukan proses pemisahan terlebih dahulu. Pada pembuatan ESI tartrazin dibutuhkan membran yang bersifat menjadi penukar anion yang potensial, sensitif serta selektif. Membran campuran bahan aktif kitosan yang terprotonasi dalam suasana asam (pKa kitosan 6,3) serta bahan pendukung membran campuran PVC dan DOP sebagai pemlastis. Adanya ion positif (+) di kitosan, menyebabkan kitosan bisa mengikat zat warna yang mempunyai ion negatif melalui hubungan elektrostatif membentuk asosiasi ion (Rahmawati et al., 2013).

Ketebalan membran mempengaruhi jumlah kesetimbangan serta kerapatan ion pada membran, sehingga berakibat pada nilai potensial sel yang terukur (Novitasari et al., 2016). Semakin tebal membran, kerapatan ion pada membran semakin besar, pori-pori semakin kecil sehingga daya difusi ion juga semakin kecil (Fardiyah, 2003). Usia pemakaian menunjukkan berapa lama elektroda yang dibuat bisa bertahan untuk tetap mampu melakukan pengukuran harga potensial dalam selang waktu tertentu. Jika terjadi penyimpangan harga Nernst, dapat dikatakan bahwa ESI tidak dapat digunakan karena mengalami penurunan pada sensitivitasnya. Usia pemakaian dipengaruhi oleh sifat mekanik membran, yaitu kelenturan, daya tahan membran di senyawa organik, zat oksidator, kelarutan membran, serta pH (Kurniasih, et al., 2016).

Oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan uji pengaruh ketebalan membrane dan usia pemakaian dari ESI tartrazin yang dibuat.

2. METODE

2.1 ALAT DAN BAHAN

Peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah potensiometer merek Fischer, pH-meter merek inolab, elektroda pembanding Ag/AgCl, kawat platina, pengaduk magnet, batang magnet, neraca analitik merek Adventurer model AR 2130, oven, dan seperangkat alat gelas kimia.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah *tartrazine*, Asam asetat 3% (v/v), H_3PO_4 85%, polimer polivinilklorida (PVC) (sigma), pemlastis DOP (sigma), pelarut Tetrahydrofuran (THF) (E-merck), kitosan dan akuades.

2.2 PROSEDUR KERJA

2.2.1 Pembuatan Badan Elektroda

Badan elektroda didesain berasal dari kawat Pt panjang 10 cm dan diameter 0,5 mm, di kedua ujungnya sepanjang 1,5 centimeter dibiarkan terbuka, sedang bagian lainnya ditutup dengan plastik polietilen. Ujung sebelah atas kawat disambung menggunakan kabel koaksial RG-58 untuk dihubungkan ke alat potensiometer/pH meter, sedangkan ujung bawahnya dicuci berasal kotoran mekanik dan lemak menggunakan HNO_3 pekat selama lima menit, selanjutnya dibilas dengan akuades serta dikeringkan menggunakan alkohol 96%.

2.2.2 Pembuatan Membran

34% PVC dicampurkan dengan 63% DOP, kemudian diaduk dengan stirer hingga homogen. Campuran ditambahkan 3% kitosan secara perlahan dan diaduk hingga homogen selama ± 5 menit. 6 mL THF ditambahkan dan diaduk hingga tidak terbentuk gelembung udara.

2.2.3 Pengaruh Ketebalan Membran

Larutan membran dilapiskan pada kawat Pt dengan variasi ketebalan membran 0,15; 0,20; 0,30; 0,315; 0,35; 0,40; dan 0,60 mm, dilanjutkan dengan pengeringan kawat yang telah terlapisi larutan membran di udara terbuka selama 30 menit dan pemanasan dalam oven pada suhu 50^{o}C selama 12 jam. ESI direndam dalam larutan tartrazin 0,5 M selama 20 menit dan dikeringkan dalam oven selama 5 menit sebelum digunakan. ESI digunakan untuk mengukur harga potensial larutan tartrazin 1.10^{-1} - 1.10^{-8} M.

2.2.4 Pengaruh Usia Pemakaian

Larutan tartrazin 1×10^{-1}-1×10^{-8} M masing-masing diambil sebanyak 10 mL. Setiap deret dilakukan pengukuran harga potensial pada selang waktu tertentu yaitu berjarak 5 hari setiap deret larutan uji. Semakin jauh penyimpangan harga *Nernst* dari harga *Nernst* teoritis (Shawish*, et al.*, 2013) maka elektroda tersebut tidak dapat digunakan lagi.

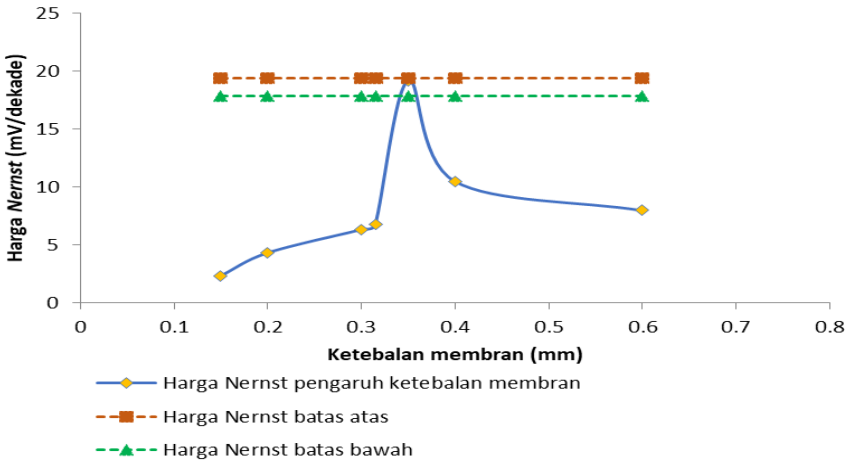
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Ketebalan Membran

Optimasi ketebalan membran berpengaruh pada tingkat kepekaan ESI. Ketebalan membran mempengaruhi jumlah kesetimbangan dan kerapatan ion dalam membran, sehingga berakibat pada harga potensial sel yang terukur. Semakin tebal membran, kerapatan ion dalam membran semakin besar, pori-pori semakin kecil sehingga daya difusi ion juga semakin kecil. Penentuan harga Nernst dilakukan dengan cara melakukan pengukuran harga potensial larutan tartrazin dari konsentrasi 1.10^{-1} - 1.10^{-8} M. Data hasil pengukuran harga potensial tartrazin disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik ESI Tartrazin

Ketebalan membran (mm)	Harga potensial (V) pada konsentrasi tartrazin (M)								Harga Nernst
	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	
0,15	96,8	34,3	27,4	17,3	12,4	10,1	1,5	3,6	6,32
0,2	84,7	48,6	40,7	36,8	16,2	8,0	25,1	23,6	6,74
0,3	193,8	153,4	248,1	229,0	244,1	244,0	226,3	225,8	10,49
0,315	90,3	70,9	51,3	21,4	13,8	28,8	31,1	33,1	7,97
0,35	151,7	93,9	61,3	38,7	5,7	1,8	1,5	8,0	19,16
0,40	8,5	16,0	17,0	8,3	19,0	5,5	4,3	20,2	2,31
0,6	93,8	226,5	239,8	218,6	185,6	192,5	231,2	201,1	4,31



Gambar 1. Grafik hubungan antara ketebalan membran (mm) terhadap harga Nernst (mV/dekade)

Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 1 terlihat ketebalan optimum pada ESI tartrazin adalah pada ketebalan 0,35 mm dengan harga *Nernst* 19,16 mV/dekade yang ditunjukkan oleh besarnya kemiringan (slope) melalui garis linear pada kurva yaitu y = 19,168x + 119,97 dengan nilai R^2 sebesar 0,895. Aini (2016) menjelaskan bahwa peningkatan ketebalan membran akan menurunkan sensitivitas ESI. Apabila kesetimbangan

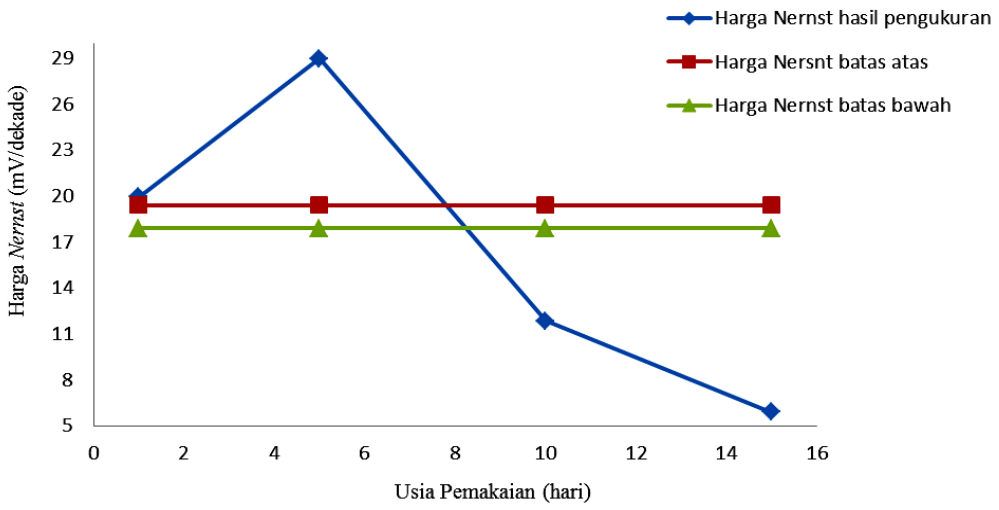
ESI berlangsung lambat, maka akan berpengaruh terhadap harga potensial. Hal ini terjadi pada ketebalan membran di atas 0,35 mm yang memberikan harga Nersnt yang tidak *Nernstian* dimana semakin tebal membran, kerapatan ion dalam membran semakin besar, pori-pori semakin kecil sehingga daya difusi ion juga semakin kecil (Fardiyah, 2003). Ketebalan membran di bawah 0,35 mm menunjukkan harga *Nernst* yang tidak *Nernstian* juga. Hal tersebut dikarenakan pada membran yang tipis membuatkerapatan ion semakin kecil dan memperbesar pori-pori sehingga daya difusi ion menjadi kurang terkontrol. Oleh karena itu ESI tartrazin dibuat dengan ketebalan 0,35 mm.

3.2 Usia Pemakaian

Penentuan usia pemakaian dari ESI tartrazin yang digunakan bertujuan untuk mengetahui berapa lama ESI tersebut masih bersifat *Nernstian* dan mampu digunakan. Penentuan usia pemakaian ESI tartrazin dilakukan dengan cara mengukur harga potensial dari setiap deret larutan tartrazin dari konsentrasi 1×10^{-1} M sampai 1×10^{-8} M pada selang waktu tertentu yaitu berjarak 5 hari setiap deret larutan uji. Semakin jauh penyimpangan harga *Nernst* dari hasil awal yang didapat, yaitu 20,976 mV/dekade maka elektroda tersebut tidak dapat digunakan lagi. Data hasil pengukuran harga potensial larutan tartrazin disajikan dalam Tabel 2 dan Gambar 2.

Tabel 2. Usia pemakaian ESI tartrazin

Hari ke-	Harga *Nernst* (mV/dekade)			Rata-rata
1	19,890	19,887	20,017	19,931
5	28,932	28,995	29,044	28,990
10	11,782	11,892	11,887	11,854
15	5,938	5,889	5,862	5,896



Gambar 2. Grafik hubungan usia pemakaian (hari) terhadap harga Nernst (mV/dekade)

Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 2 dapat dilihat bahwa ESI tartrazin hanya mampu bertahan selama 5 hari. ESI mengalami penurunan dalam sensitivitasnya yang ditunjukkan dari penyimpangan harga *Nernst* dari teoritis yaitu berkisar antara 17,9 sampai 19,4 mV/dekade (Shawish, *et al.*, 2013). Harga *Nernst* yang didapat pada pengukuran hari pertama adalah sebesar 19,931 mV/dekade, lalu pada pengukuran hari kelima, harga *Nernst* melonjak naik menjadi 28,990 mV/dekade. Selanjutnya, pada pengukuran hari kesepuluh harga *Nernst* turun menjadi 11,854 mV/dekade.

Harga *Nernst* terus menurun sampai pada pengukuran hari kelima belas dan hasil yang didapat adalah sebesar 5,8964 mV/dekade. Hal ini bisa disebabkan karena banyaknya jumlah air yang terjebak dalam membran sehingga proses pertukaran ion menjadi terganggu (Kusrini, *et al.*, 2013). Selain itu, penurunan harga *Nernst* juga disebabkan karena penggunaan ESI secara terus menerus dan terjadinya kontak yang lama antara

membran dengan air yang merupakan penyebab banyaknya air yang terjebak di dalam membran. Akibatnya, homogenitas dan sensitivitas ESI menurun yang ditunjukkan dari penurunan harga *Nernst* (Kurniati*, et al.*, 2016). Jika ESI tartrazin yang sudah tidak *Nernstian* tetap digunakan maka hasil yang didapatkan saat pengukuran harga potensialnya dianggap tidak akurat.

4. SIMPULAN

Elektroda Selektif Ion (ESI) tartrazin tipe kawat terlapis bermembran kitosan mempunyai ketebalan membran optimum 0,35 mm dengan harga Nernst sebesar 19.16 mV/dekade. Usia pemakaian dari ESI yang dibuat adalah selama 5 hari.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Universitas Lambung Mangkurat yang telah membiayai penelitian ini melalui Skema Pembiayaan DIPA Universitas Lambung Mangkurat Tahun Anggaran 2021 sesuai Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Nomor: 009.30/UN8.2/PL/2021 Tanggal 01 April 2021. Juga kepada Laboratorium Kimia Instrumentasi FMIPA ULM yang telah memberikan fasilitas untuk pelaksanaan penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

Agustina, A., & Ashar, T. (2014). Analisis Pewarna Buatan Pada Selai Roti Yang Bermerek Dan Tidak Bermerek Yang Beredar Di Kota Medan Tahun 2013. *Lingkungan dan Keselamatan Kerja*, *3*(1), 14434.

Bailey, P.L. 1980. *Analysis with ion-selective electrodes.*

Batubara, M.S., Y. Siregar, H. Rusmarilin, S. Soviani, & H. Febriani. (2017).Hubungan Kadar Tartrazin dan Seng (Zn) dalam Darah pada Anak Penderita Defisit Perhatian dan Gangguan Hiperaktivitas (Adhd). *Biolink Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan.* 4(1): 1-10.

Elfadiana, R.I. (2019). *Validasi Metode Spektrofotometri Uv-Vis untuk Penetapan Kadar Klorfeniramin Maleat dalam Tablet yang Mengandung Tartrazin*. Skripsi Academic Departement, Universitas Airlangga.

Fardiyah, Q. (2003). *Aplikasi Elektrode Selektif Ion Nitrat Tipe Kawat Terlapis untuk Penentuan Secara Tak Langsung Gas NO*. Skripsi Academic Departement, Tesis.

Illing, I. (2011). Analisis kandungan zat pewarna tartrazin dalam minuman jajanan di sekolah Dasar Kecamatan Wara Kota Palopo. *Dinamika. 2*(1): 34-41

Kurniasih, D., A. Atikah & H. Sulistyarti. (2016). Karakterisasi Elektroda Selektif Ion (ESI) Kromat Tipe Kawat Terlapis Berbasis Kitosan. *Jurnal Sains dan Terapan Kimia,* 7: 10-19.

Kurniati, T., A. Atikah & H. Sulistyarti. (2016). Karakterisasi Elektroda Selektif Ion (ESI) Rhodamin B Bermembran Polimer Campuran PVC–DOP dengan Kitosan Sebagai Carrier. *Jurnal Sains dan Terapan Kimia,* 7: 1-9.

Kusrini, E., A. Atikah & H. Sulisyarti. (2013). Karakterisasi Elektroda Selektif Ion (ESI) Kadmium Tipe Kawat Terlapis bermembran D2EHPA. *Jurnal Ilmu Kimia Universitas Brawijaya,* 2: 560-566.

Kuswandi, B. (2010). *Sensor Kimia.* Jember: University Press.

Novitasari, E., A. R. Anggraeni, M. W. Dahlan & A. Mulyasuryani. (2016). Potentiometric Based Lead Sensor to Detect The Levels of Lead in Blood. *Jurnal Penelitian Saintek,* 21: 47-54.

Rahmawati, A. F. & Q. Fardiyah. (2013). Pembuatan dan Karakterisasi Sensor Potensiometri Rhodamin B Berbasis Kitosan dengan Plasticizer Dioktil Sebakat (DOS). *Jurnal Ilmu Kimia Universitas Brawijaya,* 1: 78-84.

Umaningrum, D., Ariyani, D., & Nurmasari, R. (2015). Komposisi Membran Optimum pada Elektrode Selektif Ion Methanil Yellow.

Shawish, H. M. A., Ghalwa, N. A., Saadeh, S. M., & El Harazeen, H. (2013). Development of novel potentiometric sensors for determination of tartrazine dye concentration in foodstuff products. *Food chemistry*, *138*(1), 126-132.

Vidal, M., R. Garcia-Arrona, A. Bordagaray, M. Ostra, & G. Albizu. (2018). Simultaneous Determination of Color Additives Tartrazine and Allura Redin Food Products by Digital Image Analysis. *Talanta.* 184(1): 58-64.