

ELEKTROSINTESIS POLIMER KONDUKTOR (p-POLYANILINA)
DENGAN ANODA KARBON

MUKHAMMAD ASY'ARI^{*)}, W.H. RAHMANTO ^{**)}

^{*)}Laboratorium Biokimia, Jurusan Kimia FMIPA Universitas Diponegoro Semarang

^{**)}Laboratorium Kimia Fisika, Jurusan Kimia FMIPA Universitas Diponegoro Semarang

Abstrak

Telah diteliti, reaksi elektrosintesis senyawa anilina dengan perpaduan elektrolit pendukung HCl 1,5 M, anoda karbon dirotasikan, rentang voltase 1,1 – 1,4 volt dan kuat arus 10 – 50 mA, menghasilkan produk polimer konduktor dengan daya hantar $2,54 \times 10^{-2} \text{ ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1}$, titik didih 500°C, dan sifat padatan rapuh berwarna hijau. Berdasarkan spektrum Infra Merah dan Ultra Ungu, maka disimpulkan bahwa produk elektrosintesis identik dengan struktur molekul p-polyanilina.

Kata Kunci : Elektrosintesis, p-polyanilina, polimer konduktor

Abstract

It has been examined, that electrosynthesis reaction of aniline with combination of supporting electrolyte, hydrochloride acid 1,5 M, rotated carbon anode, with interval voltage 1,1 – 1,4 volt and current 10 – 50 mA, produced conducting polymer. The characteristics solid is brittle, green colour, boiling point 500°C, and electronic conductivity about $2,54 \times 10^{-2} \text{ cm}^{-1} \text{ ohm}^{-1}$. Based on infrared and ultraviolet spectrum, it were concluded that electrosynthesis product is identic with p-polyaniline molecule structure.

Keywords : Electrosynthesis, p-polyaniline, conducting polymer.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu dan teknologi disamping bisa memajukan hampir seluruh kebutuhan manusia tapi tanpa disadari telah banyak menimbulkan pemborosan sumber daya alam. Untuk itu perlu adanya terobosan ilmu dan teknologi yang lebih berwawasan lingkungan. Salah satu metoda yang sedang dikembangkan adalah elektrosintesis. Metoda ini berprinsip pada penerapan kaidah-kaidah elektrokimia dalam mensintesis bahan organik

maupu anorganik yang rentan terhadap reaksi redoks ^{(1) (2) (3)}. Sebagai senyawa kaya elektron, anilina mudah teroksidasi ^{(4) (5)}. Dengan penambahan zat oksidator kuat ^{(3) (6)} memungkinkan terjadinya polimerisasi senyawa anilina. Penambahan zat oksidator disamping berakibat pemborosan juga menghasilkan reaksi samping dan campuran produk yang rumit untuk dipisahkan.

Penerapan metoda elektrosintesis untuk senyawa anilina bisa mengarah-

kan mekanisme reaksi polimerisasi senyawa anilina dengan tingkat kemurnian dan kuantitas yang tinggi. Dalam rangka mempertajam pengamatan terhadap mekanisme reaksi elektrosintesis senyawa p-polyanilina, maka penelitian ini dikondisikan dengan variasi : 1. Voltase dan kuat arus 2. Elektrolit pendukung 3. Pergerakan elektroda.

2. PERCOBAAN

Alat – alat yang digunakan : Power Supply (Hewlett Packard), InfraMerah (Buck Scientific), Ultra Ungu (S 1000 PC Secomam), Voltametri VA 693 Processor dan VA 694 Stand (Metrohm), Seperangkat Alat Elektrosintesis (desain sendiri)

Bahan yang digunakan : Semua bahan yang digunakan berkualitas proanalisis

Desain Alat : Dua gelas kimia disusun dengan bagian luar (250 mL) diisi air berfungsi sebagai "termostat" dan bagian dalam (100 mL) sebagai tempat berlangsungnya reaksi. Anoda karbon (silinder) dan katoda tembaga (spiral) disusun dengan jarak 2 cm.

Cara Kerja : Sebelum dilakukan proses elektrosintesis, bahan baku anilina dimurnikan terlebih dahulu dengan distilasi vakum. Bahan anilina yang setengah murni akan berwarna kuning sedangkan dalam keadaan sangat murni tidak berwarna.

Sebanyak 60 mL HCl (1,5 M; 3 M) dan 1 mL anilina pekat dicampur dalam gelas beaker 100 mL kemudian diatur pada rentang voltase 1,1 – 1,4 volt dan kuat arus 10 – 100 mA. Proses elektrosintesis dilakukan selama 30 menit, kemudian dilanjutkan dengan tahap polarisasi produk pada voltase 0,3 volt selama 15 menit. Melakukan percobaan pada kondisi anoda karbon : statis dan dirotasikan.

Dalam penelitian ini, dilakukan analisis baik secara kualitatif maupun kuantitatif terhadap produk elektrosintesis. Analisis kualitatif dilakukan melalui analisis struktur kimiawi (analisis spektrum infra merah dan ultra ungu), sifat konduktivitas (analisis resistansi), pengamatan warna dan sifat padatan. Analisis kuantitatif dilakukan melalui penghitungan kinetika reaksi elektrosintesis senyawa anilina, dengan metoda analisis reaktan atas anilina berdasarkan data voltametri.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Reaksi elektrosintesis p-polyanilina terjadi pada rentang voltase 1,1 – 1,4 volt dan kuat arus 10 – 50 mA, produk padatan berwarna ungu menempel pada anoda karbon.

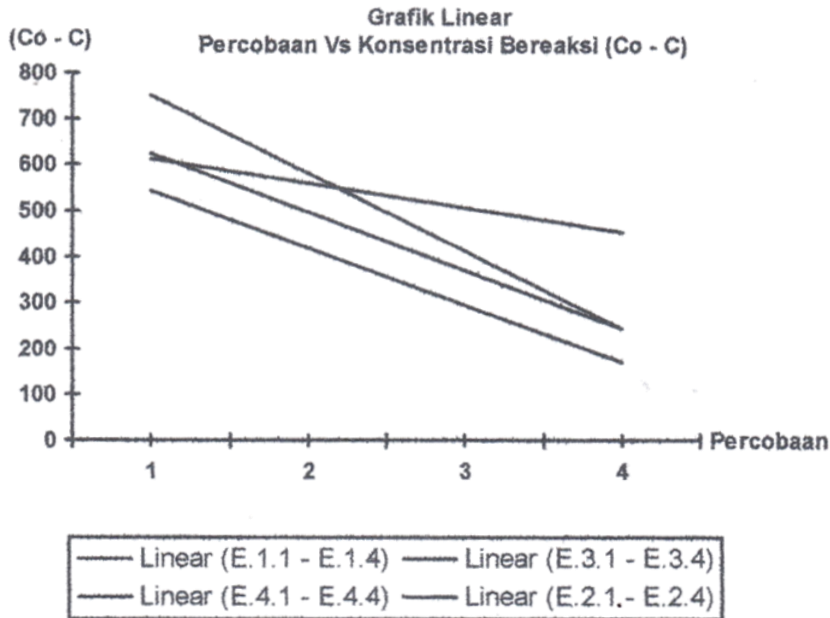
Laju Reaksi Elektrosintesis

Dari hasil pengamatan terhadap konsentrasi reaktan sisa dengan voltametri ternyata untuk sistem elektroda statis kecepatan reaksi lebih besar terjadi pada konsentrasi elektroda pendukung 1,5 M. Hal ini disebabkan aktivitas ionik elektrolit

elektronnya. Dan ini didukung oleh adanya perubahan kecepatan reaksi secara tajam jika voltasenya berubah.

Sifat Konduktivitas dan Elektrokromik Produk

Setelah dilakukan polarisasi pada



pendukung 1,5 M lebih besar dari 3 M. Kondisi ini menyebabkan anilina dapat bereaksi lebih cepat. Keadaan sebaliknya terjadi pada sistem elektroda dinamis. Fenomena ini dapat dijelaskan karena pada sistem dinamis dengan adanya rotasi elektroda menyebabkan pergerakan seluruh massa sistem ^{(1),(7),(8),(9)} (elektrolit pendukung + anilina) mendekati elektroda dengan cepat, sehingga kecepatan reaksi elektrosintesis hanya dipengaruhi oleh kecepatan transfer

voltase 0,3 V selama 15 menit. Produk mengalami perubahan warna menjadi hijau ⁽¹⁰⁾. Fenomena ini menurut Shermann dan kawan-kawan ⁽²⁾ dikarenakan p-polyanilina memiliki empat struktur molekul yang berbeda yaitu struktur Leucoemeraldine (jernih), Basa Emeraldine (biru), Garam Emeraldine (hijau) dan Pernigraniline (ungu). Sedangkan untuk sifat konduktivitas dilakukan pengukuran resistansi pada larutan dan padatan produk (tabel 2.1 dan 2.2)

Tabel 2.1. Data Pengamatan Resistensi Produk Elektrosintesis (Larutan)

No.	PER C.	RESISTENSI (M Ω)				DAYA HANTAR (M ⁻¹ Ω^{-1} cm ⁻¹)			
		1	2	3	Purata	1	2	3	Purata
1	P 1	5,000	4,900	4,800	4,900	0,200	0,204	0,208	0,204
2	P 2	4,000	3,800	3,800	3,870	0,250	0,260	0,260	0,258
3	P 3	4,300	4,300	4,400	4,330	0,230	0,230	0,227	0,231
4	P 4	2,890	2,800	2,800	2,830	0,345	0,357	0,357	0,353
5	Pelarat	16,000	15,800	16,200	16,000	0,062	0,063	0,061	0,063

Tabel 2.2. Data Pengamatan Resistensi Produk Elektrosintesis (Padatan)

PERC	RESISTENSI (Ω)				DAYA HANTAR (Ω^{-1} cm ⁻¹)			
	1	2	3	Purata	1	2	3	Purata
P. A	38,8	40,2	39,0	39,3	$2,6 \times 10^{-2}$	$2,5 \times 10^{-2}$	$2,6 \times 10^{-2}$	$2,6 \times 10^{-2}$
P. B	189,3	192,4	190,8	190,8	$5,3 \times 10^{-3}$	$5,2 \times 10^{-3}$	$5,2 \times 10^{-3}$	$5,2 \times 10^{-3}$
P. C	1975,0	2150,0	2100,0	2075,0	$5,1 \times 10^{-4}$	$4,7 \times 10^{-4}$	$4,8 \times 10^{-4}$	$4,9 \times 10^{-4}$

Keterangan : P. A : Produk elektrosintesis terstabilkan (baru)
 P. B : Produk elektrosintesis teroksidasi sebagian oleh udara
 P. C : Produk elektrosintesis teroksidasi sempurna oleh udara

Analisis Spektrum Infra Merah dan Ultra Ungu Produk

Hasil analisis data spektrum ultra ungu kombinasi anilina dan produk Dengan membandingkan spektrum infra merah produk (gambar 2.2) dan senyawa anilina (gambar 2.3) nampak terjadi perubahan transmittansi pada bilangan gelombang : 1140 – 1158,5 cm⁻¹ dan 1558 – 1613 cm⁻¹. Dimana transmittansi pada 1140 – 1158,5 cm⁻¹ untuk produk elektrosintesis menjadi lebih besar dari transmittansi pada 1305 – 1313,8 cm⁻¹. Perubahan ini Pelebaran spektrum pada 2000 – 3425 cm⁻¹ dikarenakan adanya penyerapan pada bilangan gelombang yang saling berdekatan untuk uluran C–H aromatik dan uluran N–H. Dan pelebaran spektrum ini merupakan

elektrosintesis⁽¹⁰⁾ terlihat adanya perbedaan spektrum, dengan puncak pembeda pada panjang gelombang : 224,2 nm ; 358,4 ; dan 457,0 nm.

menunjukkan adanya pelemahan pada uluran C–N dibanding tekukan C–H ke dalam cincin. Jika menunjuk pada bentuk dan struktur produk p-polyanilina maka pelemahan uluran C–N ini dikarenakan terbentuknya ikatan imina (C=N–), yang didukung oleh semakin kuatnya transmittansi pada bilangan gelombang 1558 – 1613 cm⁻¹ yang merupakan uluran C=N. sifat khas yang dimiliki oleh molekul-molekul berantai panjang (polimer).

Hasil analisis terhadap spektrum ultra ungu maupun infra merah dari produk elektrosintesis merujuk pada struktur molekul p-polyanilina. Dari hasil

pengamatan terhadap sifat elektrokromik dan pengukuran konduktivitas produk elektrosintesis maka diprediksikan produk yang dihasilkan merupakan senyawa p-polyanilina dengan struktur campuran antara : garam Emeraldine, basa basa Emeraldine, dan Pernigraniline.

Fenomena elektrosintesis merupakan gambaran mikro keterpaduan ragam unsur di alam semesta. Gerak perilaku elektron yang kadang tanpa aturan pun jika diselaraskan secara sungguh-sungguh akan menghasilkan karya cipta yang bermanfaat dan menakjubkan. Sungguh semua itu hanya sebagian kecil dari kuasa dan kehendak Allah Tuhan semesta alam.

4. KESIMPULAN

Hasil analisa spektrum ultra ungu, infra merah, sifat elektrokromik, konduktivitas dan sifat padatan produk elektrosintesis maka dapat disimpulkan bahwa produk yang dihasilkan adalah senyawa p-polyanilina yang merupakan polimer konduktor.

Dan dari hasil pengamatan terhadap proses elektrosintesis disimpulkan sebagai berikut :

1. Elektrosintesis senyawa anilina terjadi pada rentang voltase 1,1 – 1,4 volt dan kuat arus antara 10 – 50 mA.
2. Pengkondisian elektrolit pendukung asam klorida pada konsentrasi 1,5 M dapat meningkatkan kestabilan arus.

3. Dengan elektroda dirotasikan, dapat lebih menyempurnakan reaksi elektrosintesis.

DAFTAR PUSTAKA

1. Fry, A.J., 1980, "Synthetic Organic Electrochemistry", 2nd edition, John Willey and Sons, Canada.
2. Shermann, B.C., et al, 1994, "Journal of Chemical Education", vol. 71, number 4, April.
3. Kyriacou, D.K., 1981, "Basics of Elektroorganic Synthesis", John Willey and Sons, Inc., Canada.
4. Solomon, G.T., 1990, "Fundamental Organic Chemistry", 3th edition, John Willey and Sons, New York.
5. Considine, 1984, "Encyclopedia of Chemistry", 4th ed, Van Nostrand Reinhold Co., New York.
6. Nagels, G.T., et al, 1992, "Journal of Applied Electrochemistry", Vol. 22 page 756-764 Chapman and Hall.
7. Crow, D.R., 1988, "Principles and Applications of Electrochemistry", third edition, Chapman and Hall Ltd., London.
8. Bard, A.J., and Faulkner, L.R., 1980, "Electrochemical Methods, Fundamentals and Application", John Willey and Sons, Canada.
9. Weissberger, A., and Rossifer, B.W., 1971, "Physical Methods of Chemistry, part IIB, Electrochemical Methods", John Willey and Sons, Canada.
10. Silverstein, R.M, et al, 1981, "Spectrometric Identification of Organic Compounds", fourth edition, John Willey and Sons, Inc., Canada.