

Pengaruh Komposisi Elektroda Pasta Karbon Nanopori/Ferosen Sebagai Sensor Voltammetri Hidrokuinon

Untari
Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan (STIKes) Papua Sorong; untarikhumaera4155@gmail.com (koresponden)
Muji Harsini
Universitas Airlangga
M. Zakki Fahmi
Universitas Airlangga

ABSTRACT

Modifications of nanopore / ferrocene carbon paste electrodes have been developed as hydroquinone voltammetry sensors. The purpose of this study was to obtain carbon paste electrodes modified with ferrocene with the best composition for hydroquinone analysis. The parameter studied in this research is the composition of the ferrocene in the working electrode. The results showed that there was one of the best electrodes with the optimum composition of the working electrode at 0.1 gram of ferrocene, 0.6 gram of carbon nanopore and 0.3 gram of paraffin pastilles with a scan rate of 10 mV / s and pH-7. Electrodes with the best composition are expected to be used as an alternative to modified electrodes to analyze hydroquinone in whitening cosmetic products.

Keywords: carbon nanopori, ferrocene, voltammetry, hydroquinone

ABSTRAK

Modifikasi elektroda pasta karbon nanopori/ferosen telah dikembangkan sebagai sensor voltammetri hidrokuinon. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan elektroda pasta karbon yang dimodifikasi dengan ferosen dengan komposisi terbaik untuk analisis hidrokuinon. Parameter yang dipelajari dalam penelitian ini adalah komposisi ferosen dalam elektroda kerja. Hasil penelitian menunjukkan adanya satu elektroda terbaik dengan komposisi optimum elektroda kerja pada 0,1 gram ferosen, 0,6 gram karbon nanopori dan 0,3 gram parafin pastilles dengan laju pindai 10 mV/s dan pH-7. Elektroda dengan komposisi terbaik ini diharapkan dapat digunakan sebagai salah satu alternatif elektroda modifikasi untuk menganalisis hidrokuinon pada produk-produk kosmetik pemutih.

Kata kunci: karbon nanopori, ferosen, voltammetri, hidrokuinon

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dan peningkatan taraf kehidupan masyarakat menyebabkan pemenuhan kebutuhan hidup semakin tinggi. Salah satu jenis kosmetik yang saat ini telah banyak digunakan secara luas di kalangan masyarakat adalah kosmetik pemutih kulit. Kosmetik pemutih mengandung beberapa bahan kimia aktif yang berperan sebagai *whitening agent*. Hidrokuinon merupakan salah satu *whitening agent* yang paling efektif dibandingkan *whitening agent* lainnya karena hidrokuinon mampu memutihkan kulit dalam waktu yang relatif singkat dengan konsentrasi yang rendah⁽¹⁾. Berdasarkan peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan No. HK.03.1.23.08.11.07517 dan *Food And Drug Administration* (FDA) penggunaan hidrokuinon dalam kosmetik pemutih telah dilarang dan *zero tolerance* karena berdampak negatif bagi kesehatan⁽²⁾.

Sebelumnya telah di lakukan analisis kandungan hidrokuinon pada 10 kosmetik pemutih yang beredar di pasaran dan menemukan bahwa pada semua sampel kosmetik yang diujikan positif mengandung hidrokuinon dengan kisaran kadar antara 2-5%⁽³⁾. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah metode cepat, murah dan akurat untuk mendeteksi penggunaan hidrokuinon dalam kosmetik, sehingga diharapkan menjadi langkah awal mencegah dan mengontrol dampak negatif yang ditimbulkan dari penggunaan senyawa tersebut bagi kesehatan.

Berbagai metode telah dikembangkan untuk analisis hidrokuinon, antara lain *High Performance Liquid Chromatograph* (HPLC)⁽⁴⁾, *Gas Chromatograph–Mass Spectrometry* (GC-MS)⁽⁵⁾, *Flow Injection Chemiluminescence*⁽⁶⁾. Metode yang telah dikembangkan tersebut memiliki sensitifitas yang baik namun memiliki beberapa kelemahan seperti membutuhkan operator ahli untuk mengoperasikan alat, memiliki tahapan preparasi sampel yang rumit serta biaya analisis yang relatif mahal.

Salah satu metode alternatif yang dapat dikembangkan untuk analisis hidrokuinon adalah metode voltammetri dengan elektroda kerja yang dimodifikasi. Metode voltammetri merupakan metode elektrolisis yang mengukur arus sebagai fungsi potensial. Voltammetri didasarkan pada pengukuran arus di dalam sel

elektrokimia dimana kecepatan reduksi oksidasi analit ditentukan berdasarkan kecepatan transfer massa analit ke permukaan elektroda⁽⁷⁾. Metode ini dapat digunakan untuk menganalisis senyawa organik maupun anorganik. Pengukuran senyawa organik secara voltametri didasarkan dengan adanya gugus fungsi yang dapat mengalami oksidasi maupun reduksi pada permukaan elektroda⁽⁸⁾. Hidrokuinon dapat dideteksi dengan menggunakan metode voltametri karena merupakan senyawa elektroaktif yang dapat mengalami reaksi oksidasi dan reduksi⁽⁹⁾.

Beberapa tahun terakhir pengembangan analisis hidrokuinon menggunakan metode voltametri telah dilakukan dengan mengembangkan berbagai macam elektroda kerja. Pada penelitian ini elektroda kerja yang digunakan adalah elektroda kerja pasta karbon nanopori yang dimodifikasi dengan penambahan ferosen. Penggunaan karbon sebagai elektroda kerja didasari sifat karbon yang *inert*, bahan penghantar listrik yang baik dan mempunyai rentang potensial yang lebar selain itu karbon juga murah dan mudah didapatkan. Modifikasi elektroda kerja dilakukan dengan penambahan ferosen, yang berfungsi sebagai mediator untuk meningkatkan aktivitas elektrokatalitik reaksi redoks hidrokuinon⁽¹⁰⁾.

Tujuan dari penelitian ini menentukan komposisi optimum karbon nanopori /ferosen pada elektroda kerja yang dimodifikasi sehingga diharapkan elektroda yang dihasilkan dapat bekerja secara maksimal dalam mendeteksi senyawa hidrokuinon.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Analitik, Departemen Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga Surabaya.

Bahan

Bahan- bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain karbon nanopori diperoleh dari Puslitbang Hasil Hutan Bogor, hidrokuinon (Sigma), parafin pastilles, parafin blok, kawat Cu, ferosen (Sigma). Semua bahan yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kemurnian pro analisis. Sedangkan pelarut yang digunakan adalah aquades.

Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat peralatan voltameter edaq e-corder 201 (model ed201) yang dilengkapi dengan 3 buah elektroda yaitu elektroda kerja pasta karbon nanopori dimodifikasi dengan ferosen, elektroda pembanding Ag/AgCl dan kawat platina sebagai elektroda pembantu, wadah sampel, neraca analitik, pH meter dan peralatan gelas yang biasa digunakan di Laboratorium Kimia Analitik.

Langkah Kerja

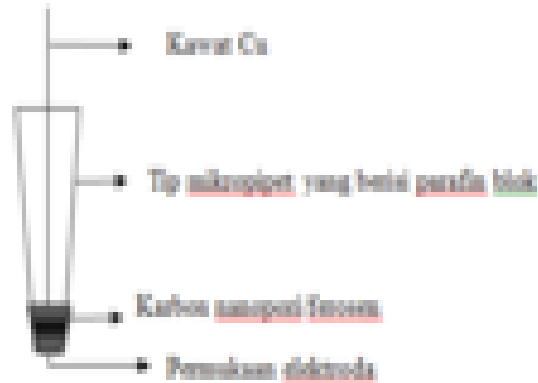
Penentuan komposisi optimum elektroda dilakukan dengan cara memvariasikan jumlah ferosen dan karbon nanopori pada pembuatan elektroda kerja.. Komposisi karbon nanopori, ferosen dan parafin *pastilles* dalam elektroda kerja.

Tabel 1. Komposisi ferosen, karbon nanopori dan parafin *pastilles* dalam elektroda kerja

Elektroda kerja	Massa ferosen (g)	Massa karbon nanopori (g)	Massa parafin <i>pastilles</i> (g)
1	0,0000	0,7000	0,3000
2	0,0500	0,6500	0,3000
3	0,1000	0,6000	0,3000
4	0,1500	0,5500	0,3000
5	0,2000	0,5000	0,3000

Elektroda pasta karbon yang dimodifikasi dengan ferosen digunakan untuk mengukur arus larutan hidrokuinon 1 mM dalam larutan buffer fosfat pH 7 dengan teknik cyclic voltammetry (CV) pada rentang

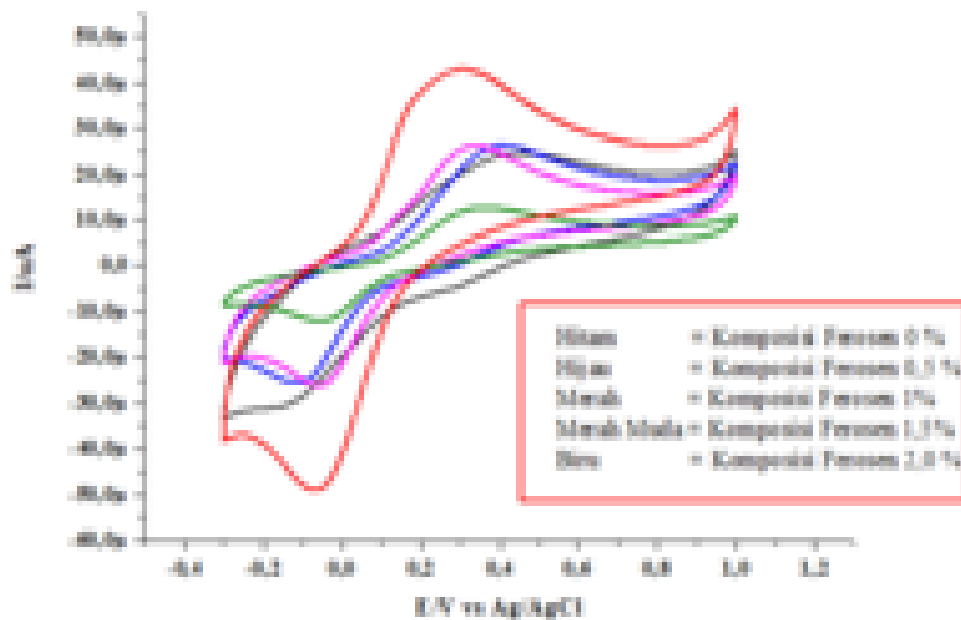
potensial -0,3 V sampai +1,0 V pada laju pindai 100 mV/detik. Voltamogram yang memberikan hasil puncak katodik dan anodik yang paling tinggi dan mendekati reaksi reversibel dipilih sebagai elektroda dengan komposisi ferosen optimum dipilih sebagai elektroda terbaik.



Gambar 1. Elektroda pasta karbon nanopori/ferosen

HASIL

Hasil Penelitian pengaruh komposisi elektroda pasta karbon yang dimodifikasi dengan ferrose pada analisis hidrokuinon di sajikan pada gambar 2.



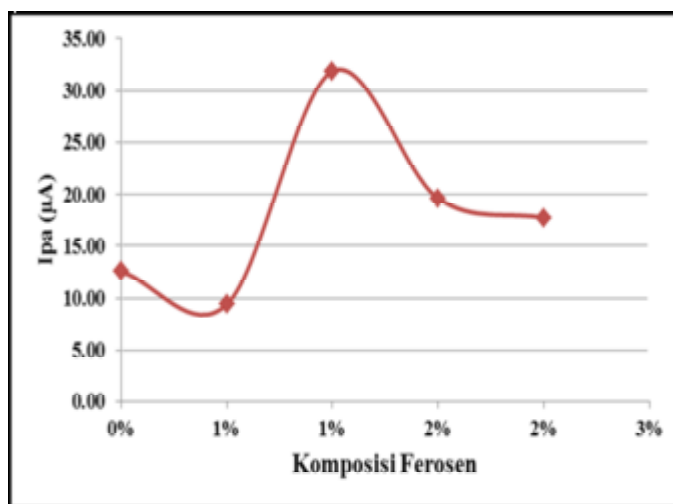
Gambar 2. Voltammogram siklis pengaruh komposisi elektroda kerja pada pengukuran larutan hidrokuinon 1 mM dalam buffer fosfat pH 7, laju pindai 100 mV/s.

Data hasil analisis hidrokuinon dengan komposisi yang bervariasi ditunjukkan pada tabel 2.

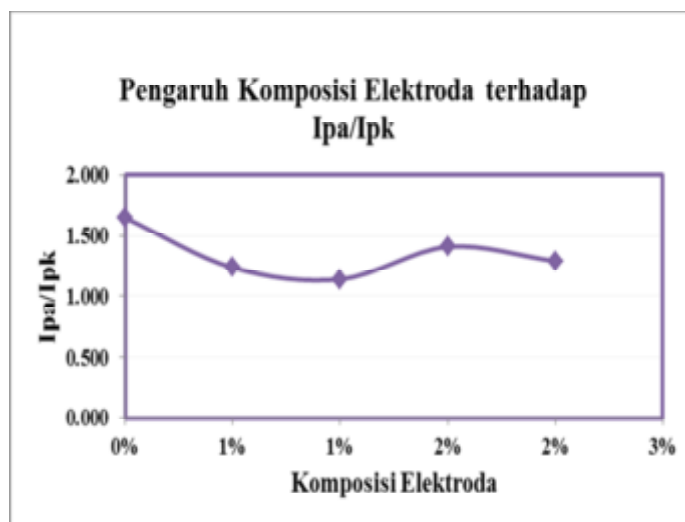
Tabel 2. Pengaruh komposisi elektroda pada pengukuran hidrokuinon

Elektroda kerja	$E_{pa} \times$	$I_{pa} \times$	$E_{pc} \times$	$I_{pc} \times$	E^0	ΔE_p	$ I_{pa}/I_{pc} $
1	0.410	12.567	-0.137	7.633	0.137	0.547	1.646
2	0.343	9.400	-0.050	7.607	0.147	0.393	1.236
3	0.297	31.880	-0.063	27.967	0.117	0.360	1.140
4	0.370	19.610	-0.087	13.933	0.142	0.457	1.407
5	0.353	17.710	-0.083	13.733	0.135	0.437	1.290

Hubungan komposisi elektroda kerja dengan arus puncak anodik dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kurva hubungan komposisi elektroda kerja dengan puncak arus anodik (I_{pa}) Hidrokuinon



Gambar 4. Kurva hubungan komposisi elektroda kerja pasta karbon nanopori termodifikasi ferosen dengan I_{pa}/I_{pk}

PEMBAHASAN

Voltammogram pada Gambar 5.4 menunjukkan bahwa jumlah ferosen dan karbon nanopori pada komposisi elektroda kerja berpengaruh secara signifikan terhadap respon voltametri analisis hidrokuinon 1 mM dalam buffer fosfat pH 7.

Penambahan sejumlah ferosen dalam elektroda kerja meningkatkan nilai puncak arus anodik dan mencapai nilai maksimum pada komposisi elektroda 3 dengan komposisi 0,1 gram ferosen, 0,6 gram karbon nanopori dan 0,3 gram parafin pastilles, sehingga komposisi elektroda 3 dipilih sebagai elektroda terbaik.

Hasil pada tabel 1 mengindikasikan bahwa semakin banyak jumlah ferosen yang terdapat pada elektroda kerja maka semakin tinggi arus puncak anodik dan katodik yang dihasilkan karena semakin banyak yang bertindak sebagai mediator transfer elektron. Pada komposisi elektroda kerja dengan jumlah ferosen diatas 0,1 gram arus puncak mengalami penurunan. Penurunan puncak arus anodik dan katodik disebabkan karena jumlah karbon nanopori yang terdapat dalam komposisi elektroda menjadi lebih sedikit dan jumlah ferosen terlalu berlebih sehingga sifat konduktifitas listrik dari elektroda kerja mengalami penurunan⁽¹⁰⁾. Karbon nanopori yang digunakan sebagai elektroda memiliki sifat konduktivitas listrik yang stabil⁽¹¹⁾. Penurunan konduktivitas dari elektroda berpengaruh terhadap transfer elektron pada permukaan elektroda kerja.

Selain menunjukkan arus puncak anodik dan katodik yang paling tinggi, parameter lain yang menjadikan dasar pemilihan elektroda kerja dengan komposisi ferosen 1% (0,1 gram ferosen, 0,6 gram karbon nanopori dan 0,3 gram parafin pastilles) sebagai komposisi elektroda terbaik adalah nilai pemisahan puncak potensial anodik dan katodik (ΔE_p) serta perbandingan nilai I_{pa}/I_{pc} yang paling kecil. Sedangkan kondisi pada gambar 4 menunjukkan bahwa transfer elektron pada permukaan elektroda tersebut yang paling cepat dan mekanisme reaksi transfer pada elektron paling mendekati reversible.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa komposisi terbaik sebagai elektroda analisis hidrokuinon yaitu elektroda ke -3 dengan komposisi 0,1 gram ferosen, 0,6 gram karbon nanopori dan 3 gram ferosen yang menghasilkan arus 2,5 lebih tinggi di bandingkan dengan elektroda kerja tanpa di modifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Westerhof W, Kooyers TJ. Hydroquinone and its analogues in dermatology – A potential health risk. *Journal of Cosmetic Dermatology*, Blackwell Publishing. 2005;4:55-59.
2. Tsai TC, Hantash BM. Cosmeceutical Agents: A Comprehensive Review of the Literature. *Clinical Medicine: Dermatology*. 2008;1:1-20.
3. Odumoso PO, Ekwe TO. Identification and spectrophotometric determination of hydroquinone levels in some cosmetic creams. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 2010;4(5):231-234.
4. Gao W, Cristina LQ. Fast and sensitive high performance liquid chromatography analysis of cosmetic creams for hydroquinone, phenol and six preservatives. *Journal of Chromatography A*. 2011;1218:4307-4311.
5. Chisvert A, Sisternes J, Balaguer A, Salvador A. A gas chromatography– mass spectrometric method to determine skin-whitening agents in cosmetic products. *Talanta*. 2010;81:530–536.
6. Zhao L, Baoqiang L, Hongyan Y, Zaide Z, Xian A. A sensitive Chemiluminescence method for determination of hydroquinone and cathechol. *Sensor*. 2007;7:578-588.
7. Skoog DA, West BM, Holler FJ, Crouch SR. *Fundamentals of Analytical Chemistry*. USA: Brooks/Cole-Thomson Learning, Inc; 2014.
8. Wang J. *Analytical Electrochemistry*. USA: John Wiley & Sons, Inc.; 2006.
9. Bhatt DP, Anbuhezian M, Balasubramanian R, Udhayan R, Venkatesan VK. Cyclic voltammetric study of quinone-hydroquinone organic system in aqueous magnesium perchlorate electrolyte. *Journal of Power Sources*. 1993;45:177- 186
10. Kamyabi MA, Aghajanloo F. Electrocatalytic Response of dopamine at a carbon paste electrode modified with ferrocene. *Croatica chemica acta*. 2009;82(3):599-606.
11. Junaidi A, Suhadi A. Pengembangan Metode Pembuatan Elektroda Tembaga-Karbon dengan Metalurgi Serbuk. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*. 2013;15(12):68-77.