

KAJIAN *CYCLIC VOLTAMMETRY* PENGARUH SURFAKTAN GLUCOPONE 215 CSUP DALAM ELEKTROLIT SULFAT

Setia Budi^{1*}, Agung Purwanto¹, A.R. Daud²

¹ Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, Rawamangun 13220, Jakarta

² School of Applied Physics, Faculty of Science and Technology, University Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi, Malaysia

*Corresponding author: setiabudi@unj.ac.id

Abstrak

Surfaktan dapat digunakan sebagai aditif yang dapat mengontrol dan memodifikasi proses pertumbuhan partikel yang dipreparasi dengan metode deposisi elektrokimia. Kajian pendahuluan terhadap pengaruh penggunaan surfaktan Glucopone 215 CSUP terhadap karakteristik elektrokimia elektrolit sulfat telah dilakukan menggunakan teknik *cyclic voltammetry*. Hasil pengukuran menggunakan tensiometer menunjukkan bahwa ion-ion dari elektrolit tidak menimbulkan perbedaan signifikan terhadap *critical micelle concentration* (CMC) surfaktan yang dikaji. Pengaruh penambahan surfaktan Glucopone 215 CSUP terhadap *cyclic voltammogram* teramati ketika konsentrasi surfaktan diatas nilai CMC-nya. Katodik scan dari *cyclic voltammogram* menunjukkan bahwa pada konsentrasi diatas surfaktan, 1,3 wt.%, titik kenaikan arus katodik bergeser ke potensial yang semakin negatif. Hasil ini memberikan informasi potensial co-electrodeposisi yang sesuai untuk Co, Ni, dan Cu yang dipreparasi dari elektrolit sulfat dengan menggunakan aditif Glucopone 215 CSUP.

Keywords: cyclic voltammetry, critical micelle concentration, Glucopone 215 CSUP, elektrodeposisi

Abstract

The preliminary study on the use of Glucopone 215 CSUP surfactant as an additive in nanoparticles preparation by means of electrochemical deposition has been investigated. Critical micelle concentration (CMC) of Glucopone 215 CSUP was firstly determined both in de-ionized water and sulphate electrolyte using tensiometer. It was found that the presence of ions of the sulphate electrolyte did not make significant change on the CMC value. Electrochemical studies were then carried out using cyclic voltammetry technique. The influence of the addition of Glucopone 215 CSUP was found beyond its CMC, namely at concentration of 1.3 wt.%. In the presence of high concentration of the surfactant, The increase of current at cathodic scan of the cyclic voltammogram was observed at more negative potential than that of without surfactant. This result should be very important in providing suitable co-electrodeposition potential for nanoparticles of Co, Ni and Cu electrodeposition assisted by glucopone 215 CSUP.

Keywords: cyclic voltammetry, critical micelle concentration, Glucopone 215 CSUP, electrodeposition

1. Pendahuluan

Penambahan surfaktan kedalam elektrolit merupakan salah satu teknik yang dapat dilakukan untuk memodifikasi orientasi pertumbuhan partikel di atas katoda [1]. Sifat surfaktan yang memungkinkan molekul-molekulnya berada pada *interphase* larutan (elektrolit) dan fasa padat (elektrode) dapat menjadikannya berperan dalam meningkatkan inisiasi partikel baru dan kemudian mengontrol pertumbuhannya. Oleh karena itu, dalam preparasi nanopartikel dengan metode deposisi elektrokimia, penggunaan surfaktan

sebagai aditif menjadi sangat penting karena, pada umumnya, partikel yang dihasilkan dengan metode ini tidak homogen dan memiliki ukuran $\geq 10 \mu\text{m}$.

Glucopone 215 CSUP adalah surfaktan non-ionik yang ramah lingkungan dan sangat mudah terdegradasi dalam lingkungan berair. Sifat fisikokimia Glucopone 215 CSUP, seperti toleran terhadap elektrolit [2], menjadikannya berpotensi untuk digunakan sebagai aditif dalam preparasi nanopartikel logam dengan metode deposisi elektrokimia

yang juga dikenal dengan istilah elektrodeposisi.

Dalam paper ini, kami melaporkan hasil kajian pendahuluan atas penggunaan Glucopone 215 CSUP sebagai aditif dalam elektrodeposisi nanopartikel Co, Ni dan Cu. Kajian tersebut meliputi pengaruh elektrolit terhadap *critical micelle concentration* (CMC) Glucopone 215 CSUP dan pengaruh surfaktan tersebut terhadap karakteristik elektrokimia dari elektrolit sulfat yang mengandung ion-ion Co, Ni dan Cu.

2. Metodologi

Surfaktan Glucopone 215 CSUP yang digunakan dalam kajian ini diperoleh dari Fluka. Garam-garam sulfat seperti $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, serta H_3BO_3 digunakan merek Sigma-Aldrich. Indium-tin oksida (ITO) telah digunakan sebagai katoda sedangkan untuk anoda digunakan kawat platinum sepanjang 1 cm.

Penentuan *critical micelle concentration* (CMC) dari Glucopone 215 CSUP dilakukan dengan teknik tegangan permukaan menggunakan Tensiometer model 703D dari KSV instrument. Nilai CMC ditentukan baik pada pelarut air dalam hal ini *de-ionized water* maupun dalam elektrolit sulfat. Konsentrasi surfaktan dalam setiap sampel yang diuji ditunjukkan pada Tabel 1.

Kajian *cyclic voltammetry* dilakukan menggunakan Potentiostat model 1286 dari Solartron. Eksperimen dilakukan pada rentang potensial -1.100 s/d 400 mV vs SCE. Gas Argon dengan kemurnian 99,99% dialirkan selama eksperimen dijalankan.

3. Hasil dan Diskusi

Critical micelle concentration (CMC) adalah salah satu faktor penting yang dapat menentukan pengaruh suatu surfaktan dalam teknik elektrodeposisi. Penggunaan

surfaktan Glucopone 215 CSUP dalam pelarut sulfat untuk preparasi nanopartikel merupakan sesuatu yang baru. Oleh karena itu penentuan CMC dalam elektrolit yang digunakan menjadi langkah awal yang penting dalam rangkaian kajian ini. Selain itu, dengan membandingkan nilai CMC Glucopone 215 CSUP dalam air dan elektrolit akan memberikan gambaran tentang tingkat toleransi surfaktan yang digunakan terhadap anion sulfat yang terdapat dalam elektrolit dengan konsentrasi CoSO_4 0.400 M, NiSO_4 0.040 M, CuSO_4 0.004 M dan H_3BO_3 0.400 M.

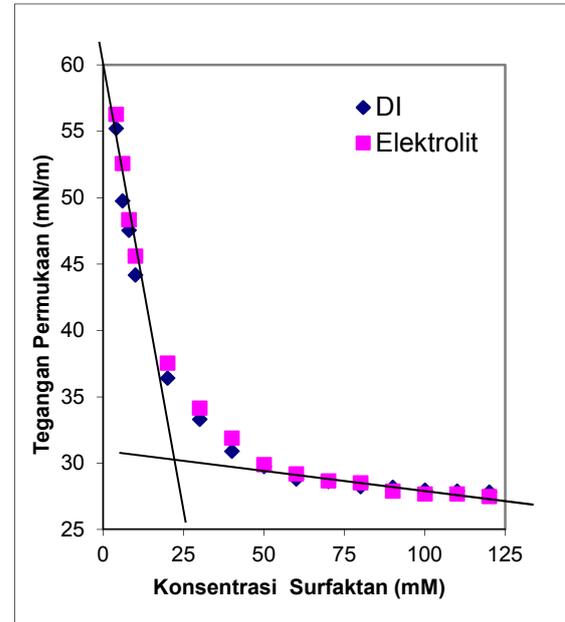
Tabel 1. Hasil pengukuran tegangan permukaan larutan dengan konsentrasi Glucopone 215 CSUP yang berbeda-beda

Sampel	Konsentrasi Surfaktan (mM)	Tegangan Permukaan (mN/m)	
		DI	Elektrolit
1	0	70.78	70.84
2	4	55.22	56.28
3	6	49.76	52.58
4	8	47.55	48.35
5	10	44.18	45.62
6	20	36.41	37.55
7	30	33.33	34.17
8	40	30.91	31.9
9	50	29.77	29.91
10	60	28.81	29.21
11	70	28.64	28.67
12	80	28.25	28.53
13	90	28.20	27.9
14	100	27.98	27.69
15	110	27.90	27.7
16	120	27.84	27.49

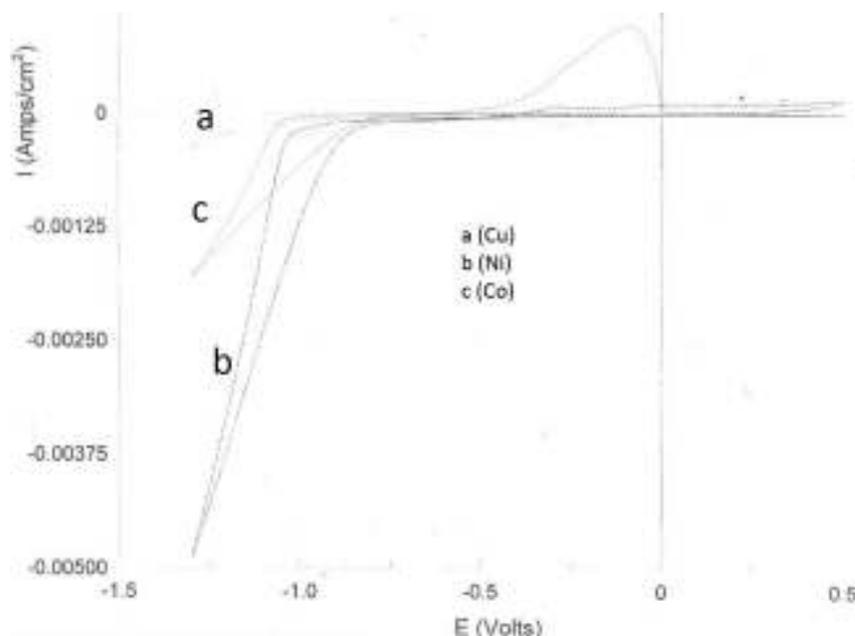
Data hasil pengukuran tegangan permukaan sampel dengan konsentrasi yang berbeda baik dalam pelarut air maupun elektrolit sulfat ditunjukkan pada Tabel 1. Tegangan permukaan elektrolit sulfat yang tidak mengandung surfaktan adalah yaitu 70.84 mN/m. Penambahan surfaktan ke dalam elektrolit telah menurunkan tegangan

permukaan tersebut. Penurunan secara signifikan terjadi hingga konsentrasi surfaktan 4×10^{-3} wt.%. Tegangan permukaan suatu larutan berhubungan dengan keseimbangan energi permukaan pada interphase antara larutan dan fasa gasnya dan apabila ia digantikan oleh fasa padat maka energi antar muka akan berkurang secara signifikan. Sifat hidrofobik pada bagian ekor surfaktan menyebabkan molekul-molekulnya memiliki kecenderungan untuk berada pada permukaan sebagai pengganti fasa gas pelarutnya. Pada konsentrasi yang lebih tinggi lagi tegangan permukaan larutan tidak lagi mengalami perubahan yang signifikan dengan nilai ± 29 mN/m. Keadaan permukaan elektrolit yang sudah jenuh oleh molekul surfaktan menyebabkan surfaktan yang ditambahkan pada kepekatan yang lebih tinggi masuk dan membentuk micelle dalam elektrolit, sehingga tidak terjadi menyebabkan perubahan signifikan pada permukaan elektrolitnya. Ini sesuai dengan apa yang telah dilaporkan oleh Wang et al. [3], bahwa *micelle* dari molekul

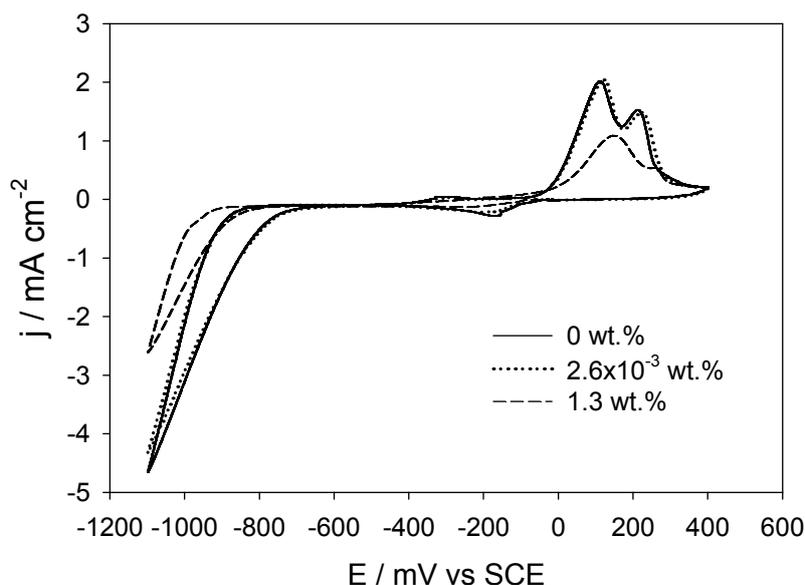
surfaktan akan terbentuk apabila penambahan konsentrasi surfaktan telah melebihi nilai CMC-nya dan hanya akan menghasilkan larutan ber-micelle.



Gambar 1. Perpotongan dua garis lurus pada tegangan permukaan larutan dengan pelarut air dan elektrolit



Gambar 2. Voltammogram elektrolit sulfat dengan ion logam yang berbeda



Gambar 3. Voltammogram elektrolit sulfat dengan konsentrasi Glucopone 215 CSUP yang berbeda

Nilai CMC dapat ditentukan dari perpotongan dua garis lurus pada diagram konsentrasi surfaktan vs. salah satu dari fungsinya misalnya tegangan permukaan [4]. Dalam kajian ini, CMC kemudian ditentukan dari perpotongan dua garis lurus pada bagian yang bergantung kepada konsentrasi dengan bagian yang tidak bergantung kepada konsentrasi. Hasil analisis terhadap data yang diperoleh menunjukkan bahwa pada pelarut elektrolit, Glucopone 215 memiliki nilai CMC sebesar $\pm 2 \times 10^{-2}$ wt.%.

Hasil eksperimen yang sama dengan pelarut air menunjukkan bahwa pada setiap konsentrasi surfaktan yang diuji tidak ada perbedaan nilai yang signifikan pada tegangan permukaan dengan nilai yang diperoleh dalam pelarut air. Data ini menghasilkan nilai CMC Glucopone 215 CSUP yang hampir sama untuk kedua pelarut. Ini menunjukkan sifat toleran Glucopone 215 terhadap anion sulfat yang umumnya akan menghasilkan perubahan terhadap CMC berbanding dalam pelarut air.

Setelah mengetahui CMC Glucopone 215 CSUP dalam elektrolit yang akan digunakan

untuk co-elektrodeposisi Co, Ni dan Cu, tahap selanjutnya adalah mengetahui karakteristik elektrokimia dari elektrolit tersebut. Tahap ini menjadi sangat penting karena, proses elektrodeposisi lebih dari satu logam secara bersamaan lebih rumit untuk dikontrol jika dibandingkan dengan elektrodeposisi logam tunggal [5]. Salah satu faktor yang penting untuk dipertimbangkan adalah potensial co-elektrodeposisi yang harus digunakan, karena masing-masing logam memiliki potensial reduksi standar yang berlainan. Sehingga perlu ditentukan potensial reduksi yang sesuai untuk bisa mereduksi ion-ion tersebut secara bersamaan.

Potensial reduksi ion Co^{2+} , Ni^{2+} dan Cu^{2+} yang ditentukan dengan teknik cyclic voltammetry dari elektrolit ion tunggal tanpa surfaktan ditunjukkan oleh kenaikan arus katodik dalam voltammogram (Gambar 2). Kenaikan arus tersebut menandakan berlangsungnya reduksi ion-ion logam dalam elektrolit pada katoda [6,7]. Pada voltammogram yang diperoleh dari elektrolit yang tidak mengandung surfaktan (Gambar 3), kenaikan kerapatan arus secara signifikan

terjadi pada potensial -772 mV vs SCE. Ketika surfaktan ditambahkan dengan konsentrasi di bawah CMC-nya, yaitu 4×10^{-3} wt.%, diperoleh karakteristik voltamogram yang identik. Sedangkan pada konsentrasi Glucopone 215 CSUP jauh melebihi CMC-nya, yaitu 1.3 wt.%, titik awal kenaikan kerapatan arus bergeser ke arah potensial yang lebih negatif yaitu -810 mV vs SCE. Perubahan ini menunjukkan bahwa kehadiran surfaktan di atas CMC-nya memberi pengaruh terhadap terjadinya kenaikan overpotensial untuk deposisi kobalt, nikel dan tembaga. Hasil ini juga menunjukkan bahwa surfaktan Glucopone 215 CSUP dengan konsentrasi di atas CMC-nya dapat mempengaruhi kenaikan yang signifikan potensial dari co-deposisi kobalt, nikel dan tembaga yang tidak terjadi pada konsentrasi di bawah CMC-nya. Hasil ini sesuai dengan hasil kajian yang telah dilaporkan oleh peneliti sebelumnya [8] yang menyebutkan bahwa penambahan surfaktan ke dalam elektrolit dapat menaikkan overpotensial dalam proses elektrodeposisi logam pada substrate.

Sementara itu, pada anodik scan, terdapat puncak pada potensial positif yang merupakan puncak anodik dalam voltamogram yang berasal dari proses oksidasi endapan yang wujud diatas katoda [7,9]. Selain itu, pada eksperimen *cyclic voltammetry*, endapan Co,

Ni, dan Cu akan terbentuk pada permukaan katoda scan katodik berlangsung. Pada voltamogram yang diperoleh dari elektrolit yang mengandung surfaktan di atas konsentrasi CMC-nya, puncak anodik menjadi lebih rendah. Ini berhubung terkait dengan penurunan jumlah logam yang terendapkan pada saat imbasan katodik yang disebabkan oleh terjadinya adsorpsi molekul surfaktan pada katoda/ substrate yang kemudian berperan dalam menghambat proses reduksi ion-ion logam yang ada dalam elektrolit [10].

5. Kesimpulan

Surfaktan Glucopone 215 CSUP dapat mempengaruhi karakteristik elektrokimia dari elektrolit yang akan digunakan untuk preparasi nanopartikel Co, Ni dan Cu. Pengaruh penambahan surfaktan ini baru bisa teramati jika konsentrasinya dalam elektrolit sampel melebihi nilai CMC-nya. Pada konsentrasi tersebut inisiasi reduksi ion-ion logam telah bergeser ke potensial yang lebih negatif. Ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi tersebut terjadi kenaikan overpotensial untuk co-elektrodeposisi Co, Ni dan Cu. Hasil kajian ini menjadi langkah awal yang penting untuk penelitian berikutnya dalam upaya menghasilkan nanopartikel logam Co, Ni dan Cu.

Daftar Pustaka

- [1] Zhou, W.-J., Zhao, D.-D., Xu, M.-W., Xu, C.-L. & Li, H.-L. 2008. Effects of the electrodeposition potential and temperature on the electrochemical capacitance behavior of ordered mesoporous cobalt hydroxide films. *Electrochimica Acta* 53: 7210–7219.
- [2] Sulek, M.W. & Wasilewski, T. 2006. Tribological properties of aqueous solutions of alkyl polyglucosides. *Wear* 260: 193-204.
- [3] Wang, Z., Li, G., Zhang, X., Wang, R. & Lou, A. 2002. A quantitative structure-property relationship study for the prediction of critical micelle concentration of non-ionic surfactants. *Colloids and Surfaces A* 197: 37-45.

-
- [4] Li, N., Luo, H., & Liu, S. 2004. A new method for the determination of the critical micelle concentration of Triton X-100 in the absence and presence of β -cyclodextrin by resonance Rayleigh scattering technology. *Spectrochimica Acta Part A* 60: 1811-1815.
- [5] Lowenheim, F.A. 1978. *Electroplating*. New York: McGraw Hill
- [6] An, H.-J., Jang, S.-R., Vittal, L., Lee, J. & Kim, K.-J. 2005. Cationic surfactant promoted reductive electrodeposition of nanocrystalline anatase TiO₂ for application to dye-sensitized solar cells. *Electrochimica Acta* 50: 2713-2718.
- [7] Chi, B., Li, J., Yang, X., Gong, Y. & Wang, N. 2005. Deposition of Ni-Co by cyclic voltammetry method and its electrocatalytic for oxygen evolution reaction. *International Journal of Hydrogen Energy* 30: 29-34.
- [8] Gomes, A. & da Silva Pereira, M.I. 2006. Pulsed electrodeposition of Zn in the presence of surfactants. *Electrochimica Acta* 51: 1342-1350.
- [9] Pane, S., Gomez, E. & Valles, E. 2006. Magnetoresistive granular Cu-Co-Ni coatings prepared by electrodeposition. *Journal of Electroanalytical Chemistry* 596: 87-94.
- [10] Ghaemi, M., Ghafouri, E. & Neshati, J. 2006. Influence of the non-ionic surfactant Triton X-100 on electrocrystallization and electrochemical performance of lead dioxide electrode. *Journal of Power Sources* 157: 550-562.