

## VOLTAMOGRAM STAINLESS STEEL/Fe-Co-Ni DALAM MEDIA TEPUNG UBI JALAR (*Ipomoea batatas L.*)

Isana Supiah YL<sup>1,\*</sup>, Heru Pratomo Al<sup>1</sup>, Sulistiyani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Yogyakarta

\*email: [isana\\_supiah@uny.ac.id](mailto:isana_supiah@uny.ac.id)

### Abstrak

Voltamogram siklik *stainless steel*/Fe-Co-Ni dalam suasana basa dan berbagai konsentrasi tepung ubi jalar dapat digunakan untuk mempelajari aktivitas elektrokatalis *stainless steel*/Fe-Co-Ni. Efisiensi ditentukan dari sisi produk dan energi yang dibutuhkan, yakni dengan membandingkan antara elektroda *stainless steel*/Fe-Co-Ni dan *stainless steel*. Pada penelitian ini telah dilakukan elektrolisis air dalam suasana basa dengan menggunakan NaHCO<sub>3</sub> sebanyak 5 gram per liter air, media tepung ubi jalar dalam berbagai konsentrasi (0 – 10 gram per liter air) dan elektroda kerja *stainless steel*/Fe-Co-Ni. Metoda penelitian yang digunakan voltametri siklik dengan menggunakan alat voltameter eDAQ EChem. Berdasarkan voltamogram siklik dapat diketahui bahwa tepung ubi jalar menyebabkan terjadinya *covering* di sekitar permukaan elektroda sehingga proses pemecahan molekul air menjadi terhambat. *Covering* optimum terjadi pada penambahan 9 gram tepung ubi jalar per liter air. Kondisi optimum dicapai pada penambahan 4 gram tepung ubi jalar per liter air, dengan efisiensi produk 1,62 kali lebih banyak dan terjadi penghematan energi sebesar 6,90% bila dibandingkan menggunakan elektroda *stainless steel*.

**Kata kunci:** voltamogram, ubi jalar, *stainless steel*/Fe-Co-Ni, *covering*, efisiensi

### Abstract

Cyclic voltammogram of *stainless steel*/Fe-Co-Ni on base condition and on various sweet potato starch concentration could be used to study the electrocatalyst activity of *stainless steel*/Fe-Co-Ni. The efficiency is derived from the point of view of product and energy required, for instance comparing between *stainless steel*/Fe-Co-Ni and *stainless steel*. The research had conducted water electrolysis on base condition with several conditions, such as addition of 5 grams NaHCO<sub>3</sub> per liter of water, sweet potato starch as medium on various concentration (0 - 10 grams per liter of water), and *stainless steel*/Fe-Co-Ni as a working electrode. The research methodology which is used is cyclic voltammogram using eDAQ EChem as the voltameter instrument. Based on the cyclic voltammograms, it could be concluded that sweet potato starch causes *covering* around the electrode surfaces so water molecule splitting process would be obstructed. The optimum *covering* point is occurred on the addition of 9 grams sweet potato starch per liter of water. The optimum condition is occurred on the addition of 4 grams sweet potato of starch per liter of water; with product efficiency is 1.62 times and energy saving as much as 6.90% compared with the utilization of *stainless steel* as electrode.

**Keywords:** voltamogram, ubi jalar, *stainless steel*/Fe-Co-Ni, *covering*, efisiensi

## Pendahuluan

Voltamogram siklik dapat digunakan untuk mempelajari perilaku sistem. Grafik puncak arus katodik dan anodik terhadap potensial dapat menggambarkan evolusi gas hidrogen pada proses elektrolisis air. Elektrolisis air merupakan salah satu cara untuk membuat gas hidrogen. Elektrolisis air yang banyak dilakukan umumnya menggunakan elektroda inert seperti logam platinum, sebagai katalis utama karena platinum memiliki sifat yang tidak mudah berkarat, tetapi sumber platinum terbatas. Oleh karena itu, perlu dikembangkan katalis berbasis logam non platinum. Metoda elektrolisis dengan berbagai variasi telah banyak dipatenkan, misalnya de Nora dkk. (1977) telah mematenkan sel elektrolisis untuk memproduksi

natrium hipoklorit dari air laut; de Nora dan Spaziante (1986) telah mematenkan sel elektrolisis yang meliputi anoda dan katoda porous, membran permeabel ion dan elektrolit berupa larutan halida untuk memproduksi halogen. Shaaban dan Dobyne (1999) mematenkan sel elektrolisis yang menggunakan partikel ultramikroelektroda dengan ukuran 5 – 10 mikron untuk memproduksi gas hidrogen dan oksigen secara efisien, dengan kemurnian 99,99%. Basseguy dkk. (2009) telah mematenkan alat elektrolisis untuk memproduksi hidrogen melalui reduksi air. Perilaku elektrolisis dapat dipelajari dengan menggunakan voltamogram siklik.

Proses elektrolisis sangat bergantung pada jenis elektrolit, jenis elektroda, arus, potensial dan waktu yang digunakan. Hidrogen merupakan gas

mudah terbakar, yang dapat digunakan sebagai sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan. Produksi hidrogen secara aman, ramah lingkungan dan murah merupakan upaya mewujudkan pemenuhan energi secara komersial. Dengan mempelajari voltamogram siklik sistem elektrolisis dapat ditentukan kondisi optimum produksi hidrogen, baik ditinjau dari sisi produk maupun energi. Pada tahun 2007 telah dipelajari elektrolisis minuman isotonik yang beredar di pasaran, baik berupa cairan maupun serbuk, menunjukkan bahwa secara umum elektrolisis air memiliki efisiensi relatif rendah (Isana, 2007). Pada tahun 2009 telah dipelajari termogram temperatur terhadap waktu elektrolisis larutan garam dapur berbagai merk dengan menggunakan elektroda karbon, menunjukkan keberagaman termogram, yang berbeda satu dengan yang lain (khas untuk masing-masing merk) (Isana, 2009).

Pada tahun 2010 telah dipelajari perilaku sel elektrolisis air sumur dari berbagai tempat dengan elektroda *stainless steel*, menunjukkan bahwa masing-masing air sumur memiliki perilaku elektrolisis yang berbeda (Isana, 2010). Pada tahun 2011 telah dipelajari preparasi, karakterisasi dan aplikasi elektroda elektrokatalis berbasis *stainless steel* untuk memproduksi gas hidrogen (Isana, 2011). Selama empat tahun, Isana telah mempelajari perilaku berbagai sistem elektrolisis, tetapi belum mempelajari voltamogram sistem elektrolisis, setahun kemudian, yakni tahun 2012 baru mempelajari perilaku sistem elektrolisis dengan mempelajari voltamogramnya. Pada tahun 2012 telah dipelajari voltamogram elektroda terner *stainless steel/Fe-Co-Ni* pada elektrolisis air dalam suasana basa (Isana, 2012) dan dipelajari reaksi evolusi hidrogen pada elektroda *stainless steel/Fe-Co-Ni* (Isana dkk., 2012), menunjukkan bahwa elektroda terner relatif memiliki aktivitas katalitik lebih baik dibandingkan elektroda biner dan tunggal. Pada tahun 2013 telah dipelajari reaksi evolusi hidrogen pada elektroda Fe-Co/s, Fe-Ni/s and Co-Ni/s (Isana dkk., 2013). Pada tahun 2014 telah dipelajari voltamogram *stainless steel* pada elektrolisis air dalam suasana basa (Isana, 2014).

Pada penelitian ini telah dilakukan elektrolisis air dalam suasana basa dengan menggunakan elektroda *stainless steel/Fe-Co-Ni* dan media tepung ubi jalar. Tepung ubi jalar mengandung komponen utama karbohidrat, yang merupakan suatu polimer, yang berpengaruh terhadap elektrolit dan situs aktif elektroda. Oleh karena itu berpengaruh juga terhadap aktivitas elektrokatalis *stainless steel/Fe-Co-Ni* dan efisiensi

produksi gas hidrogen. Dengan mempelajari voltamogram siklik sistem elektrolisis, dapat dipelajari aktivitas elektrokatalis *stainless steel/Fe-Co-Ni*.

## Metode Penelitian

Alat yang digunakan meliputi alat gelas untuk preparasi, tabung elektrolisis, alat voltameter eDAQ EChem, SEM (*Scanning Electron Micrographs*) dan GSA (*Gas Sorption Analyzer*). Bahan yang digunakan meliputi *stainless steel*, asam nitrat, aseton,  $H_3BO_3$ , NaCl,  $NH_4Cl$ ,  $NaHCO_3$  p.a,  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  p.a,  $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$  p.a,  $NiSO_4 \cdot 6H_2O$  p.a, elektroda platinum, elektroda Ag/AgCl, akuades, akuabides, dan tepung ubi jalar. Di awal penelitian dilakukan pembuatan tepung ubi jalar. Ubi dicuci dengan disikat, dikupas, diiris tipis dan dijemur hingga kering, selanjutnya diblender dan diayak. Karakterisasi *stainless steel* dan *stainless steel/Fe-Co-Ni* menggunakan SEM dan GSA. Elektrolisis air dilakukan dalam suasana basa dengan penambahan 5 gram  $NaHCO_3$  per liter air dengan menggunakan elektroda *stainless steel/Fe-Co-Ni* dan media tepung ubi jalar. Konsentrasi tepung ubi jalar bervariasi dari 1 – 10 gram per 1 liter air, sehingga ada 11 sistem yang diteliti, yakni satu sistem tanpa media tepung ubi jalar (sebagai blanko) dan 10 sistem dengan media tepung ubi jalar, seperti Tabel 1.

**Tabel 1.** Sistem yang dipelajari dalam penelitian

No	Sistem	Berat tepung ubi jalar (gram)
1	a	0
2	b	1
3	c	2
4	d	3
5	e	4
6	f	5
7	g	6
8	h	7
9	i	8
10	j	9
11	k	10

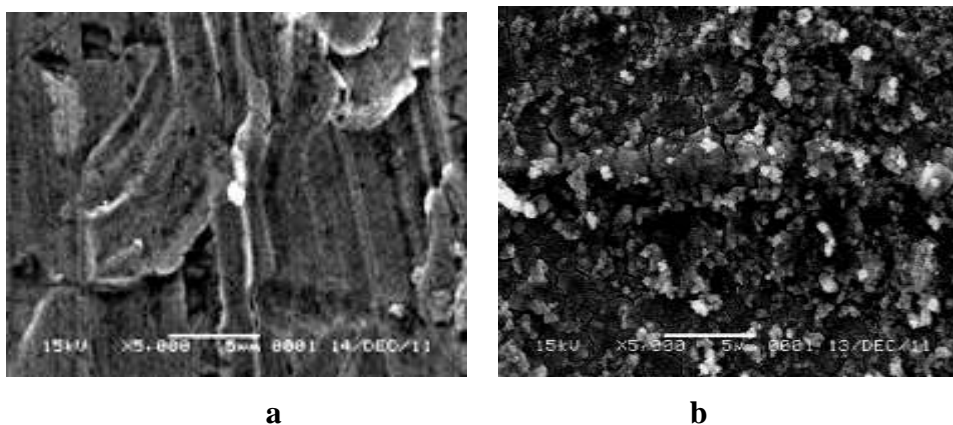
Efisiensi proses elektrolisis ( $\epsilon$ ) ditentukan dengan menentukan efisiensi produk dan energi. Efisiensi produk ditentukan dengan membandingkan puncak arus katodik ( $i_c$ ) antara sistem yang menggunakan elektroda *stainless steel/Fe-Co-Ni* dan *stainless steel*, demikian juga untuk menentukan efisiensi energi juga dibandingkan antara elektroda *stainless steel/Fe-Co-Ni* dan *stainless steel*. Kondisi optimum

merupakan kondisi pada saat terbentuk produk paling optimum dan energi yang dibutuhkan minimum.

### Hasil dan Pembahasan

Foto SEM *stainless steel* dan *stainless steel/Fe-Co-Ni* dapat dilihat pada Gambar 1. Tipe *stainless steel* yang digunakan *Ferritic grades S-430* dengan ketebalan 1,2 mm dan telah diuji komposisinya dengan menggunakan EDX mengandung kadar Fe, Co dan Ni masing-masing sebanyak 80,11 %b, 0,05 %b dan 0%b. Berdasarkan data GSA (ada pada peneliti) dapat ditentukan luas muka spesifik, volum pori total dan jejari pori *stainless steel* dengan metoda BJH (Barrett, Joyner & Halenda) masing-masing sebesar 6,628 m<sup>2</sup>/g, 0,0106 cc/g dan 32,8356 Å, sedangkan *stainless steel/Fe-Co-Ni* masing-masing sebesar 6,970 m<sup>2</sup>/g, 0,0112 cc/g dan 15,331 Å.

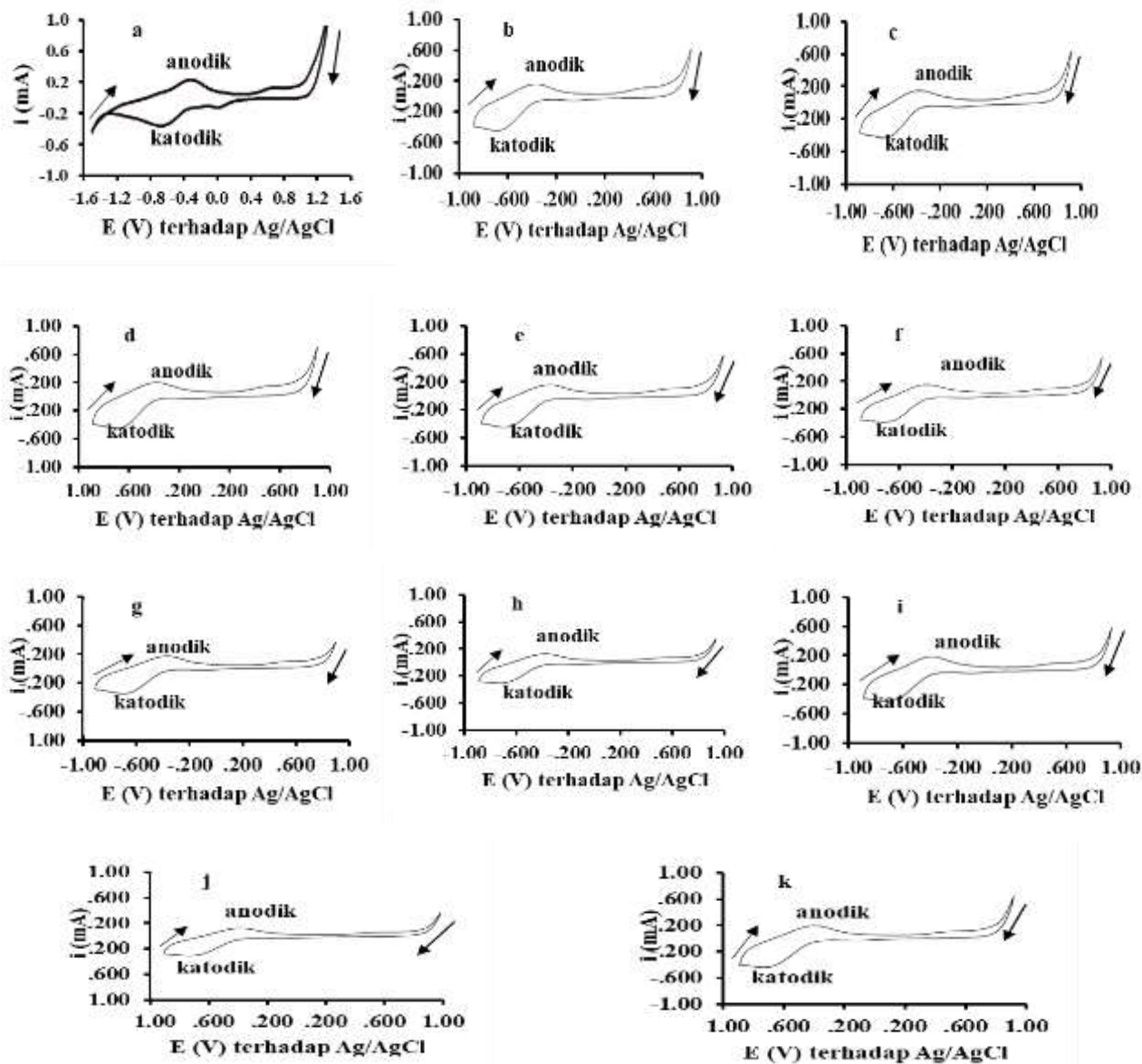
Voltamogram elektroda *stainless steel/Fe-Co-Ni* pada elektrolisis air dalam suasana basa (penambahan 5 gram NaHCO<sub>3</sub> per liter air) dengan media tepung ubi jalar dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2 dapat diketahui bahwa adanya media tepung ubi jalar menyebabkan terjadinya *covering* di sekitar permukaan elektroda sehingga proses elektrolisis menjadi lebih lambat, yang ditunjukkan oleh makin menurunnya puncak arus katodik. *Covering* paling optimum terjadi pada penambahan tepung ubi jalar sebanyak 9 gram per liter air. Kondisi optimum elektrolisis dalam media tepung ubi jalar dicapai pada penambahan 4 gram per liter air, dengan efisiensi produk sebesar 1,62 kali lebih banyak dan penghematan energi sebesar 6,90% bila dibandingkan dengan *stainless steel* tanpa *coating*. Puncak arus katodik dan potensial elektroda *stainless steel/Fe-Co-Ni* dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3.



Gambar 1. Foto SEM (a) *Stainless Steel* dan (b) *Stainless Steel/Fe-Co-Ni*

Tabel 2. Puncak arus katodik

No	Berat tepung ubi jalar (gram)	$i_c$ (mA)
1	0	-1,684
2	1	-0,4493
3	2	-0,4861
4	3	-0,4879
5	4	<b>-0,5001</b>
6	5	-0,404
7	6	-0,3906
8	7	-0,3224
9	8	-0,4663
10	9	-0,3155
11	10	-0,4747



**Gambar 2.** Voltamogram Siklik Elektroda *Stainless Steel/Fe-Co-Ni* dalam Media Tepung Ubi Jalar 0 – 10 Gram Per Liter Air (a-k)

**Tabel 3.** Potensial elektroda *stainless steel/Fe-Co-Ni*

No	Berat tepung ubi jalar (gram)	$i_c$ (mA)
1	0	-0,71
2	1	-0,79
3	2	-0,77
4	3	-0,79
5	4	-0,81
6	5	-0,82
7	6	-0,76
8	7	-0,82
9	8	-0,82
10	9	-0,82
11	10	-0,824

## Kesimpulan

Pemanfaatan limbah cair sebagai sumber hidrogen secara elektrolisis, hendaknya memperhatikan kandungan material yang ada dalam limbah itu, adanya tepung umbi dahlia ternyata dapat menyebabkan terjadinya *covering* di sekitar permukaan elektroda, sehingga proses pemecahan molekul air menjadi terhambat. Oleh karena itu perlu penanganan awal untuk menghilangkan atau meminimalkan kandungan tepung umbi dahlia dalam limbah cair itu. Hal demikian juga dapat terjadi bila limbah cair mengandung tepung maizena (Isana dan Dhaulika, 2015) dan tepung mokaf (Isana dan Yulia, 2015).

Hasil penelitian dapat diterapkan dalam industri, terutama dalam upaya memproduksi elektroda yang memiliki aktivitas katalitik terhadap adsorpsi dan desorpsi  $H^+$  dalam rangka memproduksi gas hidrogen, yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar yang murah, aman dan ramah lingkungan. Demikian juga perlu diupayakan kondisi elektrolisis yang paling optimum memproduksi gas hidrogen.

## Ucapan Terima Kasih

Terimakasih diucapkan kepada Rektor UNY dan Dekan FMIPA UNY yang telah mengizinkan dan mengalokasikan dana untuk penelitian ini. Penelitian ini didanai oleh DIPA FMIPA UNY.

## References

- [1] de Nora, O., de Nora, V. dan Spaziante, P.M., 1977, *Electrolysis Cells*, United States Patent No.: 4, 032, 426.
- [2] de Nora, O. dan Spaziante, M., 1986, *Electrolysis Cells*, United States Patent No.: 4, 592, 822.
- [3] Shaaban, A.H. dan Dobyne, E.K., 1999, *Electrolysis Cells*, United States Patent No.:5, 879, 522.
- [4] Basseguy, R., 2009, *Water Electrolysis Device*, United States Patent Application Publication, No.:US 2009/0294282 A1.
- [5] Isana, S.Y.L, 2007, Variasi Suhu dan Waktu Sel Elektrolisis Berbagai Merk Minuman dengan Elektroda Karbon, *Laporan Penelitian*, DIPA UNY, UNY, Yogyakarta.
- [6] Isana, S.Y.L, 2009, Variasi Temperatur dan Waktu pada Elektrolisis Larutan Garam Dapur Berbagai Merk, *Seminar Nasional Kimia*, Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY pada tanggal 17 Oktober 2009.
- [7] Isana, S.Y.L, 2010, Perilaku Sel Elektrolisis Air dengan Elektroda Stainless Steel, *Seminar Nasional Kimia*, Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY pada tanggal 30 Oktober 2010.
- [8] Isana, S.Y.L, 2011, Preparasi, Karakterisasi dan Aplikasi Elektroda Elektrokatalis Berbasis Stainless Steel untuk Produksi Hidrogen, *Seminar Nasional*, FMIPA UNY pada tanggal 19 September 2011.
- [9] Isana, S.Y.L, 2012, Voltamogram Elektroda Terner Stainless Steel/Fe-Co-Ni pada Elektrolisis Air dalam Suasana Basa, *Seminar Nasional*, FMIPA UNY pada tanggal 29 September 2012.
- [10] Isana, S.Y.L, 2014, Voltamogram *Stainless Steel* pada Elektrolisis Air dalam Suasana Basa, *Seminar Nasional Kimia*, Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY pada tanggal 15 November 2014.
- [11] Isana, S.Y.L., Wega Trisunaryanti, Agus Kuncaka, Triyono, 2012, Studies on The Hydrogen Evolution Reaction on Fe-Co-Ni/Stainless Steel Electrode, *IOSR Journal of Applied Chemistry (IOSR-JAC)*, ISSN: 2278-5736. Volume 3, Issue 1 (Nov. – Dec. 2012), PP 06-1.
- [12] Isana, S.Y.L., Wega Trisunaryanti, Agus Kuncaka, Triyono, 2013, Studies on The Hydrogen Evolution Reaction on Fe-Co/s, Fe-Ni/s and Co-Ni/s Electrodes, *Seminar Internasional*, The International Post Graduate Conference on Science and Mathematics 2013” pada tanggal 5-6 Oktober 2013 di Convention Hall, e-Learning Building, Universiti Pendidikan Sultan Idris, Malaysia.
- [13] Isana, SYL dan Dhaulika Maysarrah, 2015, Voltamogram *Stainless Steel* pada Elektrolisis Air dalam Suasana Basa dengan Media Tepung Maizena, Prosiding Seminar Nasional Kimia UNY, Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY pada tanggal 14 November 2015.
- [14] Isana, SYL dan Yulia Arie Astuti, 2015, Elektrolisis Air dalam Suasana Basa dengan Elektroda *Stainless Steel* dan Media Tepung Mokaf, Prosiding Seminar Nasional Kimia UNY, Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY pada tanggal 14 November 2015.