

PEMECAHAN MOLEKUL AIR DENGAN MENGGUNAKAN MEDIA TEPUNG UMBI DAHLIA (*DAHLIA PINNATA*)

Isana SYL*, Dewi Yuanita dan Heru Pratomo Al

Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY

*email: : isana_supiah@uny.ac.id

diterima 22 Agustus, disetujui 4 September 2015

Abstrak

Air dan limbah cair melimpah di bumi, sehingga pemanfaatannya sebagai sumber energi menjadikan tantangan tersendiri. Molekul air dapat dipecah menjadi gas-gas hidrogen dan oksigen dengan berbagai cara. Gas hidrogen merupakan bahan bakar yang ramah lingkungan, yang layak menggantikan bahan bakar fosil, yang makin menipis persediaannya di alam, sehingga usaha-usaha yang berkaitan dengan penyediaan energi terbarukan perlu mendapat dukungan dari berbagai pihak. Proses elektrolisis telah lama dikenal, merupakan salah satu cara memecah molekul air menjadi gas-gas hidrogen dan oksigen, tetapi secara umum masih memiliki efektivitas rendah. Oleh karena itu diperlukan upaya-upaya peningkatan efektivitas elektrolisis, baik dari sisi elektroda maupun elektrolit yang digunakan. Pada penelitian ini telah dilakukan elektrolisis air dalam suasana basa dengan menggunakan NaHCO_3 , media tepung umbi dahlia dan elektroda kerja *stainless steel*. Metoda penelitian yang digunakan voltametri siklik dengan menggunakan alat voltameter eDAQ EChem, yang mampu menggambarkan alur tegangan dan arus yang digunakan selama elektrolisis. Adanya tepung umbi dahlia menyebabkan terjadinya *covering* di sekitar permukaan elektroda sehingga proses pemecahan molekul air menjadi terhambat. *Covering* optimum terjadi pada penambahan 9 gram tepung umbi dahlia per liter air.

Kata kunci: pemecahan molekul air, voltamogram, umbi dahlia, *stainless steel*, *covering*

Abstract

Water is abundant on Earth, so its utilization as an energy source makes its own challenges. Water molecules can be reacted into hydrogen and oxygen gasses in various ways. Hydrogen gas is an environmentally friendly fuel, reliable substitution for fossil fuel which is depleting within time, so the efforts relating to the provision of renewable energy needs support from various parties. Electrolysis is a well known process, which is one of the ways to react the water molecule into hydrogen and oxygen gas, but it has low effectiveness generally. Therefore, it is necessary to have the efforts increasing the effectiveness of electrolysis process, both in terms of electrodes and the electrolyte used. This study had conducted on base condition with NaHCO_3 addition, on dahlia tuber starch media, and using working electrode stainless steel and stainless steel/Fe-Co-Ni. The method of research was using linear and cyclic voltammetry using eDAQ EChem voltammeter apparatus, which is able to describe the flow of voltage and current used within electrolysis process. The existence of dahlia tuber starch leads to cover the surface of the electrode so that the process of water molecules reaction becomes obstructed. It is obtained that the optimum covering of electrode surface is achieved in the addition of 9 grams of dahlia tube starch in one liter of water.

Keywords: water molecule dissociation reaction, voltammograms, dahlia tuber starch, stainless steel, covering

Pendahuluan

Banyak cara untuk membuat gas hidrogen, antara lain dengan cara elektrolisis air. 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 dan memiliki harga relatif mahal. Oleh karena itu perlu dikembangkan katalis berbasis logam non platinum. Banyak metoda elektrolisis dengan berbagai variasi yang telah dipatenkan. de Nora [1] telah mematenkan sel elektrolisis untuk

memproduksi natrium hipoklorit dari air laut. de Nora dan Spaziante [2] telah mematenkan sel elektrolisis yang meliputi anoda dan katoda porous, membran permeabel ion dan elektrolit berupa larutan halida untuk memproduksi halogen. Shaaban dan Dobyne [3] 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 [4] telah mematenkan alat elektrolisis

untuk memproduksi hidrogen melalui reduksi air. Nicholson dan Carlisle [5] menggunakan sel elektrolisis untuk mendemonstrasikan proses dekomposisi elektrolitik air menjadi gas hidrogen dan oksigen, sedangkan Davy [6] menggunakannya untuk mengelektrolisis leburan garam alkali dan alkali tanah untuk mengisolasi logam alkali dan alkali tanah.

Proses elektrolisis sangat bergantung pada jenis elektrolit, jenis elektroda, arus, voltase 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, mengingat bahan bakar fosil semakin langka dan tidak dapat diperbarui.

Sebelumnya telah dipelajari elektrolisis minuman isotonik yang beredar di pasaran, baik berupa cairan maupun serbuk, menunjukkan bahwa secara umum elektrolisis air memiliki efisiensi relatif rendah [7]. 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) [8]. Perilaku sel elektrolisis air sumur dari berbagai tempat dengan elektroda *stainless steel*, menunjukkan bahwa masing-masing air sumur memiliki perilaku elektrolisis yang berbeda [9]. Preparasi, karakterisasi dan aplikasi elektroda elektrokatalis berbasis *stainless steel* untuk memproduksi gas hidrogen [10]. Voltamogram elektroda terner *stainless steel*/Fe-Co-Ni pada elektrolisis air dalam suasana basa [11] dan dipelajari reaksi evolusi hidrogen pada elektroda *stainless steel*/Fe-Co-Ni [12], 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 [14]. Pada tahun 2014 telah dipelajari voltamogram *stainless steel* pada elektrolisis air dalam suasana basa.

Pada penelitian ini telah dilakukan elektrolisis air dalam suasana basa dengan menggunakan elektroda *stainless steel* dan media tepung umbi dahlia. Tepung umbi dahlia tersusun atas berbagai komponen yang berpengaruh terhadap elektrolit dan situs aktif elektroda sehingga berpengaruh terhadap aktivitas elektrolisis air dan produksi gas hidrogen. Aktivitas elektrolisis air dipelajari secara voltametri siklik. Penelitian ini mempelajari

karakter *stainless steel* dan aplikasinya sebagai elektroda dalam elektrolisis air dalam suasana basa dengan menggunakan media tepung umbi dahlia.

Metode Penelitian

Alat yang digunakan meliputi alat gelas untuk preparasi, tabung elektrolisis, alat voltameter eDAQ EChem, SEM-EDX (*Scanning Electron Micrographs-Energy Dispersive X-ray*) dan GSA (*Gas Sorption Analyzer*). Bahan yang digunakan meliputi *stainless steel*, NaHCO₃ p.a, elektroda platinum, elektroda Ag/AgCl, akuades dan tepung umbi dahlia. Di awal penelitian dilakukan pembuatan tepung umbi dahlia. Umbi dicuci dengan disikat, dikupas, diiris tipis dan dijemur hingga kering, selanjutnya diblender dan diayak. Karakterisasi *stainless steel* menggunakan SEM-EDX dan GSA. Elektrolisis air dilakukan dalam suasana basa dengan penambahan 5 gram NaHCO₃ per liter air dengan menggunakan elektroda *stainless steel* dan media tepung umbi dahlia.

Tabel 1. Sistem yang dipelajari dalam penelitian

No	Sistem	Berat tepung umbi dahlia (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

Konsentrasi tepung umbi dahlia yang digunakan bervariasi dari 1 – 10 gram per 1 liter air, sehingga ada 11 sistem yang diteliti, yakni satu sistem tanpa media tepung umbi dahlia (sebagai blanko) dan 10 sistem dengan media tepung umbi dahlia, seperti Tabel 1.

Efisiensi proses elektrolisis (ϵ) ditentukan dengan membandingkan puncak arus katodik (i_c , untuk produksi hidrogen) dan puncak arus anodik (i_a , untuk produksi oksigen) antara sistem yang menggunakan dan tanpa media tepung umbi dahlia. Efisiensi proses elektrolisis paling optimum merupakan target utama yang hendak dicapai, yang selanjutnya dapat diaplikasikan pada produksi hidrogen sebagai sumber bahan bakar alternatif. Kondisi optimum merupakan kondisi pada saat

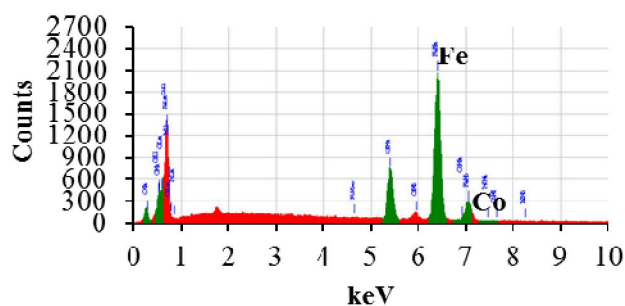
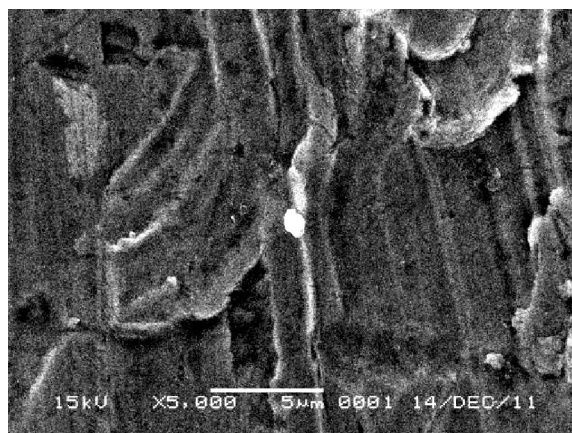
terbentuk gas hidrogen paling optimum, yakni harga efisiensi optimum.

Hasil dan Pembahasan

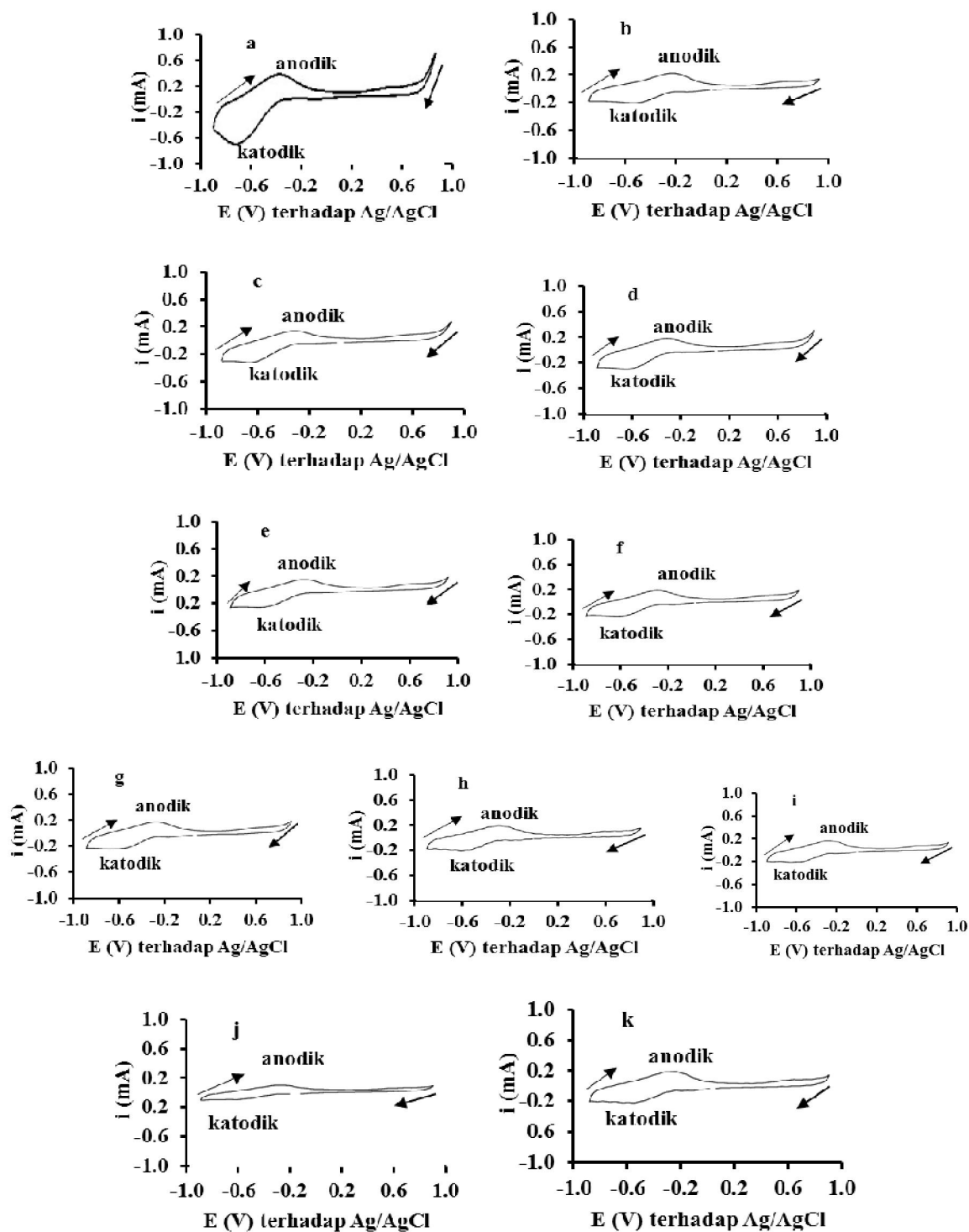
Elektroda *stainless steel* yang digunakan adalah tipe *Ferritic grades S-430* dengan ketebalan 1,2 mm, yang diuji komposisinya dengan menggunakan EDX mengandung kadar Fe, Co dan Ni masing-masing sebanyak 80,11 %b, 0,05 %b dan Ni tidak terdeteksi. Data Foto SEM-EDX *stainless steel* dapat dilihat Gambar 1. 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 m²/g, 0,0106 cc/g dan 32,8356 Å.

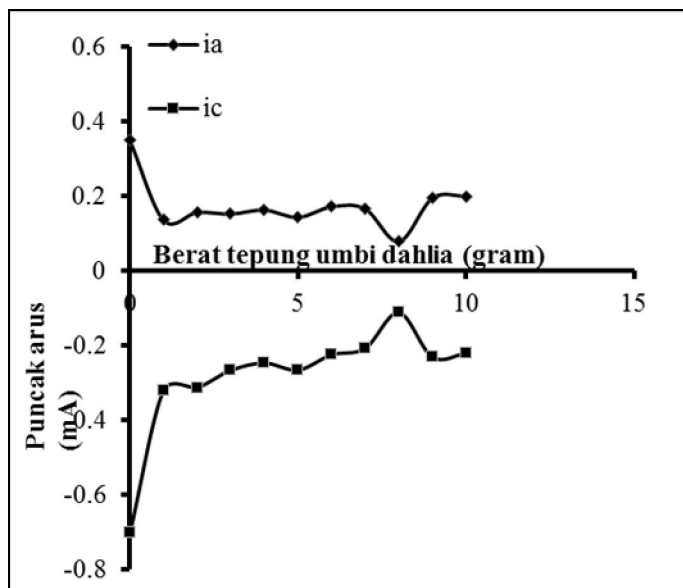
Voltamogram elektroda *stainless steel* pada elektrolisis air dalam suasana basa (penambahan 5 gram NaHCO₃ per liter air) dengan media tepung umbi dahlia dapat dilihat pada Gambar 3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya media tepung umbi dahlia menyebabkan terjadinya *covering* di sekitar permukaan elektroda sehingga proses elektrolisis menjadi lebih lambat, yang ditunjukkan oleh makin menurunnya puncak arus katodik dan anodik. *Covering* paling optimum terjadi pada penambahan tepung umbi dahlia sebanyak 9 gram per liter air (Gambar 2 dan 3).



Gambar 1. Foto SEM-EDX *Stainless Steel*



Gambar 2. Voltamogram Elektroda *Stainless Steel* dengan Media Tepung Umbi Dahlia 0 – 10 Gram Per Liter Air (a-k)



Gambar 3. Grafik Puncak Arus Katodik (i_c) dan Anodik (i_a) Elektroda *Stainless Steel* terhadap Berat Tepung Umbi Dahlia

Simpulan

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 hidroegn.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih diucapkan kepada Rektor UNY dan Dekan FMIPA UNY yang telah mengijinkan

dan mengalokasikan dana untuk penelitian ini. Penelitian ini didanai oleh DIPA FMIPA UNY.

Pustaka

- [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., dkk., 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.