

Efektifitas Variasi Plat 4//4 dan 5//5 Elektroda Al/Cu terhadap Kinerja Generator Penghasil Gas Hidrogen

Deandra Savira¹, Rahadian Zainul²

^{1,2} Universitas Negeri Padang, Indonesia

KATA KUNCI

Generator, Efektifitas, Elektrolit, Elektrolisis

KORESPONDEN

No. Telepon:

-

E-mail:

deandrasavira27@gmail.com
rahadianzmsiphd@yahoo.com

A B S T R A K

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan keefektifan variasi plat 4//4 dan 5//5 elektroda al/cu terhadap kinerja generator penghasil gas hidrogen. Metoda yang digunakan adalah elektrolisis menggunakan elektrolit H₂O dan CH₃COONa. Hasil yang diperoleh adalah variasi plat 4//4 elektroda Al/Cu lebih efektif menghasilkan gas hidrogen selama elektrolisis berlangsung dibandingkan variasi plat 5//5 elektroda al/cu. Pada variasi plat 4//4 menghasilkan gas hidrogen dengan elektrolit H₂O dan CH₃COONa berturut turut sebanyak 8 ml dan 102 ml. Penggunaan elektrolit berupa garam dan variasi plat elektroda selama proses elektrolisis mempengaruhi hasil gas hidrogen yang dihasilkan menggunakan generator penghasil hidrogen.

PENDAHULUAN

Energi menjadi komponen penting bagi kelangsungan hidup manusia karena hampir semua aktivitas manusia tergantung pada kesediaan energi. Sumber energi ini berasal dari sumber energi fosil karena dapat memenuhi kebutuhan energi dalam skala besar (de Fátima Palhares, et al 2018). Kebutuhan energi ini meningkat seiring dengan meningkatnya populasi manusia dan berasal dari energi tidak terbarukan seperti minyak bumi, gas alam dan batubara. Peningkatan akan kebutuhan energi dari sumber tak terbarukan ini dapat dilihat dari data kementerian ESDM (2017 dan 2018) yang mengalami kenaikan pada tahun 2016 dari 1.001,33 juta BOE (Barrel Oil Equivalent) menjadi 1.082,81 juta BOE (Barrel Oil Equivalent) pada tahun 2017 yang berbanding terbalik dengan produksi minyak bumi di Indonesia. Pada tahun 2016, jumlah produksi minyak bumi di Indonesia sebanyak 304.167 ribu barel sedangkan pada tahun 2017 mengalami penurunan dengan jumlah produksi 300.830 ribu barel (Wei, Q., et al, 2018).

Hidrogen merupakan sumber energi terbersih dan ramah lingkungan (Ayodele, et al 2018) yang dapat menggantikan penggunaan bahan bakar fosil (Murat and Kardaş, 2018.). Penggunaan bahan bakar berbasis hidrogen sebagai energi terbarukan ini dapat mengurangi emisi rumah kaca dan polusi akibat penggunaan bahan bakar fosil (Gonzales et al, 2018). Hasil pembakaran bahan bakar fosil menyumbang 36 ton gas CO₂ pada tahun 2013 (Ismail, 2018) sedangkan bahan bakar berbasis hidrogen sisa pembakarannya hanya berupa uap air (Kova, 2018).

Bahan bakar berbasis hidrogen dapat diperoleh melalui proses elektrolisis air yang menggunakan energi terbarukan seperti tenaga surya, tenaga angin, dan photovoltaic yang sangat menarik untuk diteliti (Tentu, 2017). Elektrolisis air merupakan reduksi air menjadi hidrogen pada katoda dan oksidasi menjadi oksigen pada anoda yang bertujuan untuk memecah molekul air menggunakan bantuan arus listrik (Vincent et al, 2018). berdasarkan elektrolit yang digunakan elektrolisis terbagi atas PEM dan AE (Yuan, 2014). Pada penelitian ini proses elektrolisis yang berlangsung yaitu AE karena elektrolit yang digunakan adalah Garam Basa (CH_3COONa).

Alkaline elektrolisis merupakan teknologi yang banyak digunakan dalam produksi gas hidrogen industri. Keuntungan alkaline elektrolisis adalah biaya produksi yang rendah, katalis yang digunakan logam non mulia (Yuan, 2014), efisiensi energi yang tinggi, elektrolit dan elektroda yang mudah didapatkan. Desain elektroda pada alkaline elektrolisis (AE) umumnya menggunakan elektroda yang tidak korosif, penghantar listrik yang baik dan dapat digunakan pada suhu rendah (Gahleitner, 2013). Penggunaan dua elektroda Al-Cu dalam penelitian ini karena selama proses elektrolisis logam Cu akan dilapisi oleh logam Al sehingga mengurangi sifat korosifitasnya.

Pada suhu kamar, pemecahan air sangat kecil yaitu sekitar 10 mol/liter karena air murni merupakan konduktor listrik yang sangat buruk sehingga elektrolisis air akan berjalan sangat lambat. Berbagai faktor yang mempengaruhi transpor elektron pada proses elektrolisis adalah permukaan elektroda, kondisi lingkungan elektrolit, arus dan tegangan. Mersch et al (2015) melaporkan modifikasi yang berkaitan evolusi gas Hidrogen dan gas Oksigen pada elektroda dengan bantuan enzim dan microba. Sementara, mekanisme reaksi pada permukaan elektroda juga telah dibahas oleh Pfeifer et al (2016), tentang bagaimana evolusi gas Oksigen dari Anoda. Modifikasi terhadap elektrolisis air perlu dilakukan agar meningkatkan efisiensi produksi gas hidrogen dan konduktivitas listrik dari air yang meliputi penambahan zat terlarut sebagai katalis dan dapat digunakan sebagai elektrolit baik asam, basa maupun garam (Gahleitner, 2013).

METODE PENELITIAN

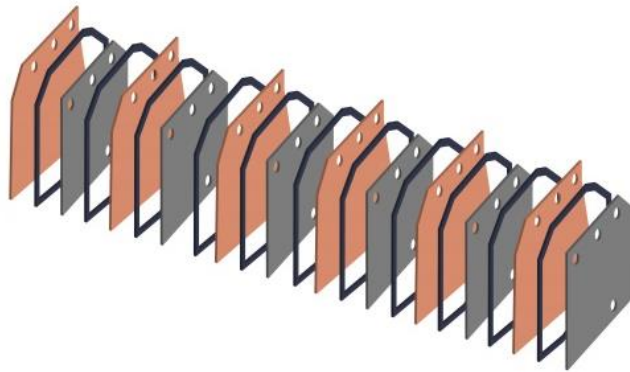
A. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain, power suplai, aluminium (0.7 mm), tembaga (0.5 mm), akrilik, soket, baut 13, gergaji, mesin bor, tabung atau pipa paralon, CH_3COONa , Aquades.

B. Prosedur Penelitian

1. Preparasi elektroda

Plat tembaga (0.5 mm) dan plat aluminium (0.7 mm) dipotong menjadi bentuk persegi (10 cm x 10 cm) sebanyak 9 lembar. Plat dilubangi sebagai tempat baut dan lubang saluran gas hidrogen yang terbentuk selama proses.

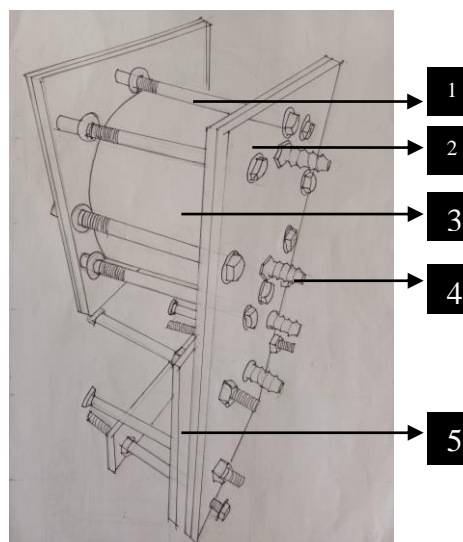


Gambar 1. Susunan Plat Elektroda

2. Perakitan Generator

Menyiapkan alat dan bahan untuk merakit reaktor dengan variasi plat 4//4 dan 5//5 elektroda Al/Cu yang telah disusun sebelumnya. Lalu, siapkan power suplai dengan sepasang kabel dengan klem atau penjepit. Setelah itu, siapkan larutan elektrolit CH_3COONa 0.01 M yang akan dimasukkan kedalam tabung penampung elektrolit yang telah dirakit pada reaktor seperti Gambar 2. Kemudian siapkan gelas ukur dengan gelas kimia sebagai alat pengukuran volume gas hidrogen yang akan dihasilkan. Hubungkan reaktor dengan alat pengukuran gas dengan menggunakan selang yang telah berisi air.

Selanjutnya, tabung yang berisi larutan elektrolit diberikan aliran listrik DC agar dapat bereaksi sehingga dapat memecah molekul air menjadi gas hidrogen dan gas oksigen. Ketika arus listrik diberikan, gas hidrogen dan gas oksigen akan mengalir kedalam selang aliran gas kedalam gelas ukur. Sebelum gas terisi pada gelas ukur, catat volume awal dan amati perubahan volume yang dihasilkan selama 1 jam, catat volume akhir.



Gambar 2. Desain Reaktor (1. Baut; 2. Penampung Akrilik; 3. Tabung Elektrolit; 4. Soket; 5. Penampung Plat Elektroda)

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Preparasi Elektroda

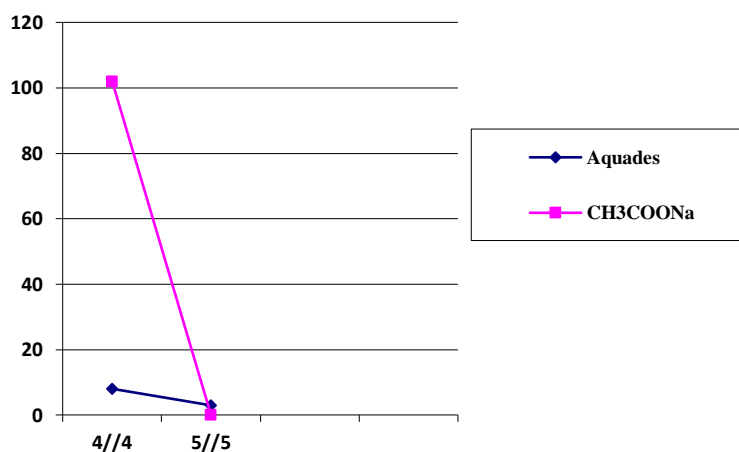
Plat elektroda yang digunakan dipotong ukuran 10 cm x 10 cm yang mana luasan permukaan elektroda yang bersentuhan dengan elektrolit juga mempengaruhi produksi gas hidrogen. Sebelum digunakan plat dibersihkan dengan aseton agar selama proses elektrolisis berlangsung tidak ada zat pengotor yang menurunkan efisiensi produksi gas hidrogen.

Pada penelitian ini menggunakan plat elektroda Al (0.7 mm) dan Cu (0.5 mm). Selama proses elektrolisis air berlangsung plat Al akan mengalami oksidasi dan plat Cu akan mengalami reduksi. Ketika teroksidasi, plat Al akan mengalami pengikisan pada permukaannya oleh plat Cu.

B. Perakitan Generator

Penampang reaktor penghasil gas hidrogen menggunakan akrilik yang dirakit seperti Gambar 2. Akrilik digunakan karna sifatnya yang ringan, tidak mudah pecah, tranparan dan merupakan isolator yang bisa digunakan pada suhu rendah. Plat yang digunakan yaitu Aluminium (0.7 mm) dan tembaga (0.5 mm) disusun secara sandwich dan diberi karet paking agar permukaan tidak saling bersentuhan seperti Gambar 1. Generator hidrogen yang dirakit menggunakan sistem coating atau pelapisan. Proses coating adalah proses pelapisan plat yang pada penelitian ini pada plat tembaga yang akan terlapisi oleh plat aluminium. Selama proses elektrolisis berlangsung menggunakan aliran listrik DC sehingga dapat memecah molekul air menjadi gas hidrogen dan oksigen.

C. Hasil Pengukuran Gas Hidrogen



Gambar 3. Pengaruh Variasi Plat dan Variasi Elektrolit terhadap Gas Hidrogen yang dihasilkan

Gambar 3 diatas merupakan hasil pengukuran volume gas hidrogen terhadap variasi plat dan variasi elektrolit dengan kuat arus 0.6 A dan tegangan listrik 2 V. Elektrolit yang digunakan adalah aquades, CH₃COONa. Data yang diperoleh pada gambar 3 menunjukkan hasil pengukuran volume gas hidrogen pada variasi plat 4//4 berturut-turut 8 mL, 102 mL dan variasi plat 10 berturut-turut 3 mL, 0 mL. Dari hasil pengujian reaktor selama 1 jam pada

variasi plat 4//4 memproduksi gas hidrogen yang cukup besar seperti pada gambar 3 dan semakin meningkat pada saat penggunaan elektrolit garam natrium asetat. Hal ini disebabkan adanya pergerakan ionik sehingga proses oksidasi meningkat dan dapat memproduksi lebih banyak gas hidrogen. Sumber energi diperoleh dari aliran listrik power suplai yang telah disediakan sehingga proses elektrolisis dapat berjalan. Pada kondisi penggunaan elektrolit berupa aquades dapat dilihat pada gambar 3, gas hidrogen yang dihasilkan tidak sebanyak pada penggunaan elektrolit asam.

Pada penelitian ini kuat arus dan tegangan yang digunakan adalah 0.6 A dan 2 V. Peningkatan jumlah gas yang dihasilkan tidak signifikan penggunaan elektrolit berupa aquades karena kondiri air tanpa keseimbangan ion sehingga tidak terjadi penguraian ion dalam sistem sehingga ketika elektron memasuki sistem generator, proses pembentukan gas tidak berjalan dengan baik. Namun terjadi peningkatan produksi gas hidrogen saat menggunakan elektrolit CH_3COONa . Peningkatan ini disebabkan oleh penambahan elektrolit berupa garam sehingga laju elektrolisis sangat besar. Pada kondisi tersebut, tidak terjadi kesetimbangan ion yang mana pada saat proses elektrolisis berlangsung pembentukan gas tidak berjalan maksimal. Pada variasi plat 5//5 dapat dilihat data pada gambar 3 bahwa produksi gas hidrogen tidak mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan oleh arus listrik dan tegangan yang diberikan terlalu kecil sedangkan hambatan semakin besar.

Setelah pembentukan gas hidrogen secara elektrokimia, pergerakan gas di atas permukaan elektroda adalah proses perpindahan. Gas akan bergerak dan akhirnya meninggalkan permukaan elektroda. Selanjutnya, pergerakan gas melalui elektrolit untuk berdifusi dari permukaan pipa keluaran menuju ujung gas penyimpanan.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, variasi penggunaan plat elektroda yang paling efektif dalam menghasilkan gas hidrogen adalah variasi plat elektroda 4//4 dibandingkan variasi plat elektroda 5//5 dengan tegangan dan arus yang digunakan tetap dan sangat kecil. Penambahan lapisan plat elektroda ini cenderung mengalami penurunan gas hidrogen yang dihasilkan karena memperbesar hambatan. Penggunaan elektrolis berupa garam seperti CH_3COONa meningkatkan produksi gas dengan selisih yang sangat besar dibandingkan H_2O yaitu 94 mL. Proses elektrolisis variasi plat ini dipengaruhi oleh kuat arus, tegangan yang diberikan, elektrolit yang digunakan, luas penampang, dan waktu yang berbanding lurus.

DAFTAR RUJUKAN

- Ayodele, Bamidele Victor, Alia Aqilah Ghazali, Mohamed Yazrul Mohd Yassin, and Sureena Abdullah. (2018). "Optimization of Hydrogen Production by Photocatalytic Steam Methane Reforming over Lanthanum Modified Titanium (IV) Oxide Using Response Surface Methodology." *International Journal of Hydrogen Energy* (Iv):1–11.
- Farsak, Murat and Gülfeza Kardaş. (2018). "Effect of Current Change on Iron-Copper-Nickel Coating on Nickel Foam for Hydrogen Production." *International Journal of Hydrogen Energy* 6–11.
- Gonzales, Ralph Rolly, Jun Seok Kim, and Sang Hyoun Kim. (2018). "Optimization of Dilute Acid and Enzymatic Hydrolysis for Dark Fermentative Hydrogen Production from the Empty Fruit Bunch of Oil Palm." *International Journal of Hydrogen Energy* 1–12.

- Ismail, Tamer M., Khaled Ramzy, M. N. Abelwhab, Basem E. Elnaghi, and M. Abd El-salam. (2018). "Performance of Hybrid Compression Ignition Engine Using Hydroxy (HHO) from Dry Cell." *Energy Conversion and Management* 155(September 2017):287–300.
- Kova, Ankica, Doria Marciu, and Luka Budin. (2018). "ScienceDirect Solar Hydrogen Production via Alkaline Water Electrolysis." (xxxx).
- Li, Xin, Jiaguo Yu, Jingxiang Low, Yueping Fang, Jing Xiao, and Xiaobo Chen. (2015). "Engineering Heterogeneous Semiconductors for Solar Water Splitting." *Journal of Materials Chemistry A* 3(6):2485–2534.
- Tentu, Rama Devi and Suddhasatwa Basu. (2017). "Photocatalytic Water Splitting for Hydrogen Production." *Current Opinion in Electrochemistry* 5(1):56–62.
- Vincent, Immanuel, Bokkyu Choi, and Masateru Nakoji. (2018). "ScienceDirect Pulsed Current Water Splitting Electrochemical Cycle for Hydrogen Production." *International Journal of Hydrogen Energy* 1–9.
- Yuan, Yu-Peng., Lin-Wei Ruan., James Barber., Say Chye Joachim Loo., dan Can Xue. (2014). "Hetero-Nanostructured Suspended Photocatalysts for Solar-to-Fuel Conversion". *Energy Environ. Sci*
- Gahleitner, Gerda. (2013). "Hydrogen from Renewable Electricity: An International Review of Power-to-Gas Pilot Plants for Stationary Applications." *International Journal of Hydrogen Energy* 38(5):2039-61
- C, Greiner MT, et al. (2016). The electronic structure of iridium oxide electrodes active in water splitting. *Physical chemistry chemical physics:PCC 18:2292-6*
- Mersch D, Lee CY, Zhang JZ, Brinkert K, Fontecilla-Camps JC, et al. (2015). Wiring of Photosystem II to Hydrogenase for Photoelectrochemical Water Splitting. *Journal of the American Chemical Society* 137:8541-9
- Wei, Q., Yang, Y., Liu, H., Hou, J., Liu, M., Cao, F., & Zhao, L. (2018). Experimental study on the direct solar photocatalytic water splitting for hydrogen production using concentrators uniform surface. *International Journal of Hydrogen Energy*,43(30),1374513753
- de Fátima Palhares, DDA, Vieira, LGM, and Damasceno, JJR (2018). Hydrogen production by a low-cost electrolyzer developed through the combination of alkaline water electrolysis and solar energy use. *International Journal of Hydrogen Energy*,43(9),47464753
- Zainul, R., & Isara, L. P. (2019). Preparation of Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) using anthocyanin color dyes from jengkol shell (*Pithecellobium lobatum* Benth.) by the gallate acid copigmentation. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1185, No.1, p. 012021). IOP Publishing.
- Yuan, Yu-Peng., Lin-Wei Ruan., James Barber., Say Chye Joachim Loo., dan Can Xue. (2014). "Hetero-Nanostructured Suspended Photocatalysts for Solar-to-Fuel Conversion". *Energy Environ. Sci*
- Vogel. (1990). *Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*. Jakarta : PT. Kalman Media Pustaka.
- Tentu, Rama Devi and Suddhasatwa Basu. (2017). "Photocatalytic Water Splitting for Hydrogen Production." *Current Opinion in Electrochemistry* 5(1):56–62.

- Vincent, Immanuel, Bokkyu Choi, and Masateru Nakoji. (2018). "ScienceDirect Pulsed Current Water Splitting Electrochemical Cycle for Hydrogen Production." *International Journal of Hydrogen Energy* 1–9.
- R. Zainul, A. Alif, H. Aziz, and S. Arief. (2015). Research Article Photoelectrosplitting water for hydrogen production using illumination of indoor lights. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, vol. 7, no. 11, pp. 57-67, 2015
- Rashid, Mamoon, Mohammed K. Al Mesfer, Hamid Naseem, and Mohd Danish. (2015). "Hydrogen Production by Water Electrolysis: A Review of Alkaline Water Electrolysis , PEM Water Electrolysis and High Temperature Water Electrolysis." *International Journal of Engineering and Advanced Technology* 4(3):80–93.
- Rivai Harrizul. (1995). *Asas Pemeriksaan Kimia*. Jakarta: Penerbit UI Press.
- Roihatin, Anis. (2015). "ANALISIS PRODUKTIVITAS GAS HHO MENGGUNAKAN ELEKTROLISER TIPE WET CELL DENGAN VARIASI LUAS PENAMPANG DAN KONSENTRASI KOH." (1974):133–38.
- Svehla, G. (1985). *VOGEL I : Buku Teks Analisis Kualitatif Makro dan Semimikro*. Jakarta: P.T. Kalman Media Pustaka.
- Dody Wiryawan; Denny Widhiyanuriyawan; Nurkholis Hamidi. (2013). *Pengaruh Variasi Arus Listrik Terhadap Produksi Brown's Gas Pada Elektroliser*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Farsak, Murat and Gülfeza Kardaş. (2018). "Effect of Current Change on Iron-Copper-Nickel Coating on Nickel Foam for Hydrogen Production." *International Journal of Hydrogen Energy* 6–11.
- Gahleitner, Gerda. (2013). "Hydrogen from Renewable Electricity: An International Review of Power-to-Gas Pilot Plants for Stationary Applications." *International Journal of Hydrogen Energy* 38(5):2039-61
- Gonzales, Ralph Rolly, Jun Seok Kim, and Sang Hyoun Kim. (2018). "Optimization of Dilute Acid and Enzymatic Hydrolysis for Dark Fermentative Hydrogen Production from the Empty Fruit Bunch of Oil Palm." *International Journal of Hydrogen Energy* 1–12.
- Ismail, Tamer M., Khaled Ramzy, M. N. Abelwhab, Basem E. Elnaghi, and M. Abd El-salam. (2018). "Performance of Hybrid Compression Ignition Engine Using Hydroxy (HHO) from Dry Cell." *Energy Conversion and Management* 155(September 2017):287–300.
- Keenan, Charles W. (1984). *Kimia untuk Universitas*. Jakarta: Erlangga.
- Kova, Ankica, Doria Marciu, and Luka Budin. (2018). "ScienceDirect Solar Hydrogen Production via Alkaline Water Electrolysis." (xxxx).
- R. Zainul, S. Resmi, and U. Negeri. (2018). "Studi Dinamika Molekular dan Kinetika Reaksi pada Pembelahan Molekul Air untuk Produksi Gas Hidrogen," no. August.
- R. Zainul, A. Alif, H. Aziz, and S. Arief. (2015). Research Article Photoelectrosplitting water for hydrogen production using illumination of indoor lights. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, vol. 7, no. 11, pp. 57–67, 2015.
- Yulis, R., R. Zainul, and M. Mawardi. (2019). Effect of natrium sulphate concentration on indoor lights photovoltaic performance. *Journal of Physics: Conference Series*. IOP

Publishing.

- Zainul, R. and L. Isara. (2019). Preparation of Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) using anthocyanin color dyes from jengkol shell (*Pithecellobium lobatum* Benth.) by the gallate acid copigmentation. *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing.
- Li, Xin, Jiaguo Yu, Jingxiang Low, Yueping Fang, Jing Xiao, and Xiaobo Chen. (2015). "Engineering Heterogeneous Semiconductors for Solar Water Splitting." *Journal of Materials Chemistry A* 3(6):2485–2534.
- Liao, Chi-Hung, Chao-Wei Huang, and Jeffrey C. S. Wu. (2012). "Hydrogen Production from Semiconductor-Based Photocatalysis via Water Splitting." *Catalysts* 2(4):490–516.
- Marini, Stefania, Paolo Salvi, Paolo Nelli, Rachele Pesenti, Marco Villa, Mario Berrettoni, Giovanni Zangari, and Yohannes Kiros. (2012). "Electrochimica Acta Advanced Alkaline Water Electrolysis." *Electrochimica Acta* 82:384–91.
- Mun, Leonardo De Silva, Alain Bergel, and Damien Fe. (2010). "Hydrogen Production by Electrolysis of a Phosphate Solution on a Stainless Steel Cathode." 5:2–9.
- Nguyen, Van-Huy and Jeffrey C. S. Wu. (2018). "Recent Developments in the Design of Photoreactors for Solar Energy Conversion from Water Splitting and CO₂ Reduction." *Applied Catalysis A: General* 550(August 2017):122–41.