Penyimpanan Energi Listrik Dalam Bentuk Hidrogen Melalui Proses Hidrolisis Larutan Kalium Hidroksida

Agus Budianto[1*], Iwan Ilhamsyah[2], Iman Akbar[3]

Jurusan Teknik Kimia, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

e-mail : budichemical@itats.ac.id[*]

ABSTRACT

The search for new and renewable energy continues to be carried out to replace the fossil energy. One of the points of interest is the hydrogen energy from water or solution. The electrolysis method converts electrical energy into hydrogen energy which is easy to store and distribute. This research aims to determine the effect of the clamp voltage and electric current and the surface area of the electrode on the flow rate of hydrogen gas production. Research shows that changes in the voltage, electric current and surface area of the conversion of electrical energy to hydrogen by electrolysis can increase the flow rate of hydrogen products. Increasing the voltage from 9 volts to 15 volts at 1.2 Ampere electric current increases the flow rate of hydrogen gas products by 16.8% to 11.8 ml/min.

Keywords*: Energy, Fossil, Hydrogen, flow rate, Renewable*

ABSTRAK

Pencarian energi baru dan terbarukan terus dilakukan untuk mengganti energi fosil. Salah satu energi yang menarik adalah energi hidrogen dari air atau larutan. Metode elektrolisis untuk mengubah energi listrik diubah menjadi energi hidrogen yang mudah disimpan dan didistribusikan. Penelitian bertujuan untuk mendapatkan pengaruh tegangan jepit dan arus listrik serta luas permukaan elektrode terhadap laju alir produksi gas Hidrogen. Penelitian menunjukkan bahwa perubahan tegangan jepit, arus listrik dan luas permukaan pada konversi energi listrik menjadi hidrogen dengan metode elektrolisis dapat meningkatkan laju alir produk hidrogen. Peningkatan tegangan 9 volt menjadi 15 volt pada arus listrik 1,2 Ampere meningkatkan laju alir produk gas hidrogen sebesar 16,8% menjadi 11,8 ml/min.

Kata kunci : Energi, Fosil, Hidrogen, laju alir, Terbarukan.

PENDAHULUAN

Bahan bakar di dunia saat ini umumnya menggunakan bahan bakar dari fosil dan penggunaannya semakin meningkat setiap tahun. Sedangkan bahan bakar fosil di dunia telah menipis dan bersifat *non renewable* [1]–[6]. Banyak penelitian tentang energi baru terbarukan untuk mengatasi ketergantungan dengan energi Fosil. Seperti penelitian tentang pembuatan biofuel dari berbagai minyak nyamplung [5]–[8], CPO dan RBD palm oil [9]–[11], minyak kemiri [5], [12], minyak bintaro [12], [13], minyak kelapa [14]–[16], minyak kemiri sunan [5], PFAD [17]–[19], stearin [20], [21], minyak jarak [22], pelastik bekas [23] dan minyak goreng bekas [24], [25] . Namun demikian penggunaan bahan bakar dri minyak tumbuhan tersebut masih harus dilengkapi dengan sumber energi lain seperti Energi Hidrogen.

Hidrogen merupakan bahan bakar paling bersih. Hasil pembakaran tidak mengandung emisi karbon dan emisi SOx dan NOx . Pembakaran hidrogen menghasilkan energi dengan emisi uap air. Pembakaran gas hidrogen membentuk uap air menghasilkan energi 13.434 MJ/kg uap air. Energi yang luar biasa besar. Selain dapat diproduksi dari biomassa, gas alam, reaksi antara basa atau asam dengan logam hidrogen. Penggunaan biomassa sebagai bahan baku sangat menarik namun prosesnya sangat panjang dan *yield* yang rendah sedangkan penggunaan bahan baku gas alam bukan merupakan energi terbarukan karena berasal dari fosil. Penggunaan metode elektrolisis menarik karena dapat mengubah energi listrik dari energi matahari menjadi energi hidrogen yang mudah untuk disimpan dan dipindahkan.

Permasalahan yang paling sering muncul dalam membentuk hidrogen menggunakan metode hidrolisis adalah kecilnya efisiensi, jenis larutan yang paling efektif, jenis katode dan anode yang digunakan dan tegangan dan arus yang paling tepat. Penelitian untuk mengetahui pengaruh arus, dan tegangan terhadap laju alir hidrogen sangat menarik untuk dilakukan.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian tentang produksi hidrogen dengan bahan baku air air laut dengan kondisi operasi normal, elektrolisis sel berperilaku menghasilkan H_2/Cl_2 dari pada H_2/O_2. Laju produksi hidrogen dan evaluasi klorin. Salah satu hasil penelitian tersebut dengan larutan klorida dengan konsentrasi dalam kisaran 4,48-62,70 gm/lt [26]. *Review* Elektrolisis Air basa, PEM Water Elektrolisis dan Air Suhu Tinggi untuk produksi hidrogen. Efisiensi yang lebih rendah adalah salah satu yang terbaik telah dilakukan. Upaya pengembangan dan penelitian diperlukan untuk mengatasinya kerugian seperti konsumsi energi, biaya dan perawatan, daya tahan, keandalan dan keamanan. Analisis termodinamika menunjukkan kebutuhan energi secara teori dan aktual, resistensi yang ditawarkan oleh sistem dan juga membahas efisiensi yang berbeda, parameter ini akan membantu untuk mengidentifikasi masalah utama untuk perbaikan. Ketahanan elektrolisis untuk mengurangi elektrode tegangan permukaan, modifikasi profil permukaan elektrode dan pelapis permukaan, dan yang lebih penting, mengelola gas resistensi gelembung [27].

Perilaku sel elektrolisis air dengan elektrode *stainless steel* juga telah diteliti dengan bahan baku akuades, air sumur dan larutan soda. Penelitian dengan waktu 900 detik dengan tegangan 12 V, temperatur dan pH diamati selama proses elektrolisis. Hasil penelitian menunjukkan periaku yang berbeda beda karena perbedaan jenis dan kuantitas material yang terlibat dalam elektrolisis. [28]. Penelitian tentang analisis laju alir gas hidrogen dan gas oksigen pada elektrolisis larutan kalium hidroksida juga telah dilakukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kenaikan konsentrasi larutan kalium hidroksida dapat menurunkan hambatan larutan. Peningkatan konsentrasi larutan kalium hidroksida juga dapat meningkatkan produksi gas hidrogen dan oksigen [29]. Penelitian lain meneliti tentang penggunaan elektrolisis plasma air laut dengan aditif kalium hidroksida dan etanol. Penelitian mempelajari pengaruh konsentrasi aditif dan tegangan terhadap laju alir hidrogen. Hasil penelitian menunjukkan tegangan terbaik 225 volt dengan penggunaan 15% etanol dan 75 g kalium hidroksida dengan laju alir hidrogen 149,43 ml/s [30].

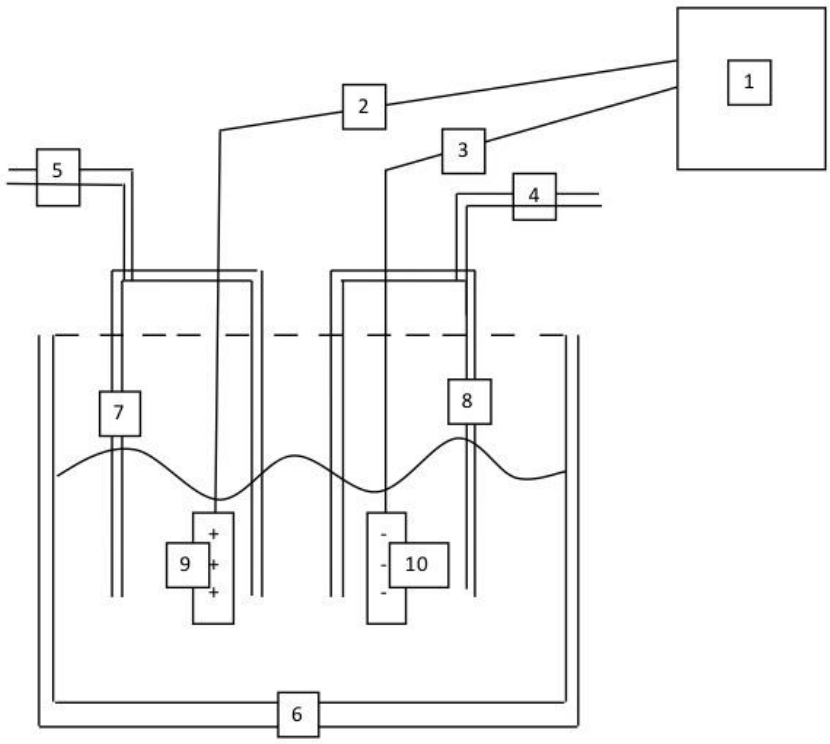
METODE PENELITIAN

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah larutan kalium hidroksida, akuades dan larutan detergent.

Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah *power supply*, alat elektrolisis, *avometer*, kabel, selang, tabung, grafit.



Gambar 1 Rangkaian Peralatan hidrolisis air membentuk hidrogen

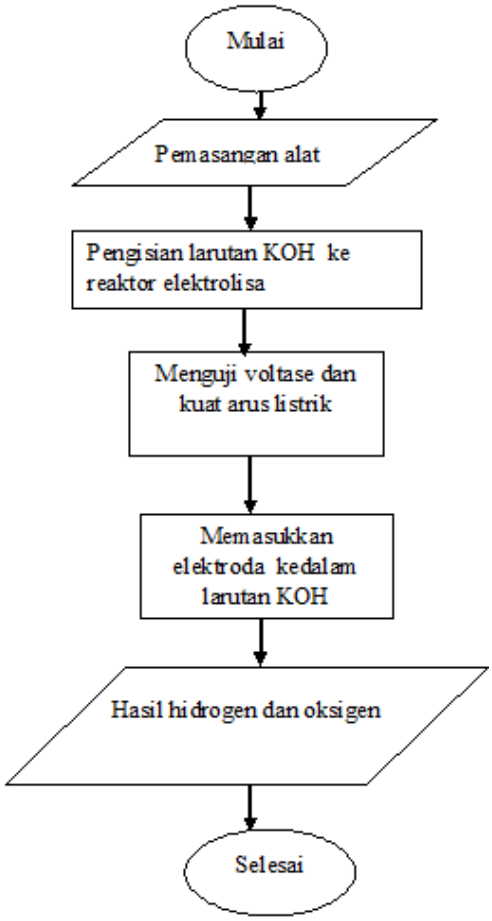
Keterangan gambar :

1. *Power Supply*
2. Kabel anode
3. Kabel katode
4. Selang keluar hidrogen
5. Selang keluar oksigen
6. Alat elektrolisis
7. Tabung isi oksigen
8. Tabung isi hidrogen
9. Anode
10. Katode

Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan dengan mengalirkan arus listrik searah pada kedua elektrode yang telah dicelupkan ke dalam larutan kalium hidroksida. Voltase diset sesuai variabel yang diinginkan, arus listrik juga diatur sesuai variabel. Amperemeter dan voltmeter dipasang sedemikian rupa sehingga kondisi operasi dapat dicatat. Ketika arus listrik mengalir maka stop *watch* mulai dijalankan. Reaksi akan terjadi dua reaksi di katode dan anode. Produk hidrogen dialirkan melalui pipa yang tersedia, produk dilanjutkan menuju tangki penyimpan. Data hasil percobaan berupa voltase, kuat arus dan volume hidrogen serta waktu. Percobaan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa cepat hidrogen yang terbentuk dengan perubahan arus, tegangan

Alur Penelitian



Gambar 2. Alur Pembuatan Hidrogen dari *Power Supply* dengan metode elektrolisis

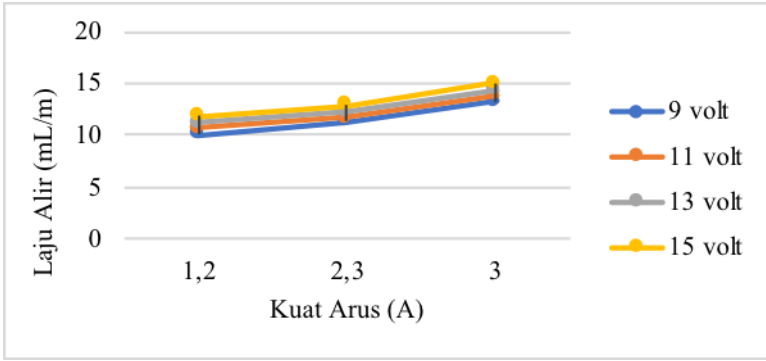
HASIL DAN ANALISA

Pada penelitian ini telah di lakukan pembuatan hidrogen dengan metode elektrolisis dari larutan kalium hidroksida yang konsentrasi sebesar 5% sebanyak 5 liter yang menggunakan alat elektrolisis selama 30 menit. Elektrode yang digunakan adalah batu grafit yang cukup baik sebagai penghantar listrik dengan harga yang terjangkau dibandingkan dengan penghantar listrik seperti platina, perak, raksa yang digunakan oleh Arbie Marwan dkk (2010).

Pengaruh Kuat Arus Listrik Terhadap Laju Alir Hidrogen

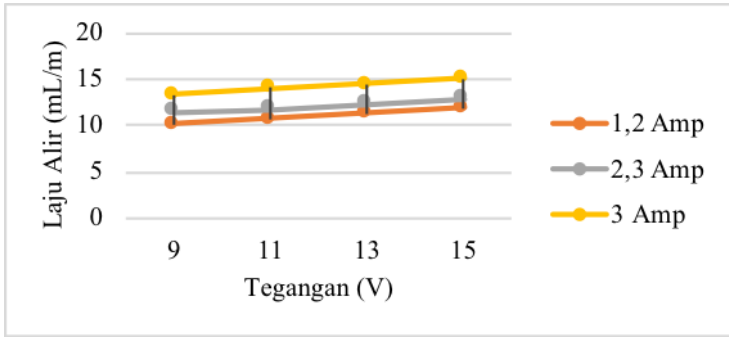
Gambar 3 menunjukkan laju alir hidrogen pada berbagai kuat arus dan tegangan pada proses hidrolisis larutan kalium hidroksida. Peningkatan kuat arus meningkatkan laju alir hidrogen demikian juga peningkatan tegangan. Pada kuat arus menjadi 3 ampere maka laju alir akan naik dan hasil yang didapat adalah 13,97mL/m. Hal ini terjadi karena jumlah arus listrik berbanding lurus dengan reaksi elektrolisis. Hanya dengan tegangan 9 volt atau 1/25 dari 225 menghasilkan laju alir yang lebih kecil dibandingkan penelitian elektrolisis plasma [30].

ISSN (print) : 2686-0023
ISSN (online) : 2685-6875



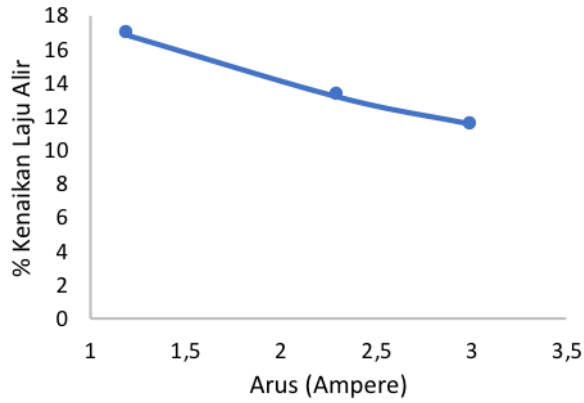
Gambar 3. Pengaruh Kuat Arus terhadap Laju Alir Hidrogen pada proses elektrolisis larutan kalium hidroksida

Pengaruh Tegangan Listrik Terhadap Laju Alir Hidrogen



Gambar 4. Pengaruh Tegangan jepit terhadap Laju Alir Hidrogen pada proses elektrolisis larutan kalium hidroksida

Gambar 4. Menujukkan pengaruh tegangan jepit terhadap laju alir hidrogen pada proses elektrolisis larutan kalium hidroksida. Laju alir hidrogen berkisar pada 11,1 – 15,0 mL/mnt. Kenaikan tegangan sebesar 66,67 % terhadap arus listrik yang tetap 1,2 A, 2,3 A dan 3 A meningkatkan produksi gas hydrogen secara berurutan 16,8, 13,8 dan 11,5% seperti terlihat pada Gambar 5. :



Gambar 5. Pegaruh kenaikan tegangan 66% dari 9 Volt terhadap % kenaikan laju alir gas Hidrogen.

Hal ini menunjukkan kenakan tegangan dapat meningkatkan produk hydrogen tetapi kenaikan yang tinggi menurunkan % peningkatan produknya. Sehingga penggunaan tegangan yang rendah memiliki kelebihan dibandingkan tegangan tinggi. Hal ini dapat dijelaskan adanya tegangan lebih yang akan meningkatkan kehilangan energi dalam proses hidrolisis ini.

KESIMPULAN

Kadar hidrogen dari proses elektrolisis dari larutan KOH menggunakan metode elektrolisis menunjukkan pada tegangan 9 volt dan perubahan kuat arus sebesar 1,2A; 2,3A; 3A didapatkan nilai laju alir berturut-urut adalah 10,10mL/m, 11.40mL/m, 13.27mL/m. pada tegangan 15 volt dan perubahan arus 1,2A; 2,3A; 3A didapat nilai laju alir 11.80mL/m, 12.90mL/m, 15.00mL/m. Bertambahnya luas penampang elektroda menghasilkan kuat arus yang naik juga pada gambar 4.1 dan 4.3 dapat dilihat bahwa perbandingan kenaikan grafik sama.

DAFTAR PUSTAKA

[1] I. G. A. A. Parahita, Y. W. Mirzayanti, I. Gunardi, A. Roesyadi, and D. H. Prajitno, "Production of Biofuel via Catalytic Hydrocracking of Kapuk (Ceiba pentandra) Seed Oil with NiMo/HZSM-5 Catalyst," *MATEC Web Conf.*, vol. 156, p. 06001, 2018.

[2] A. Budianto, D. H. Prajitno, A. Roesyadi, and K. Budhikarjono, "Hzsm-5 catalyst for cracking palm oil to biodiesel: A comparative study with and without pt and pd impregnation," *Sci. Study Res. Chem. Chem. Eng. Biotechnol. Food Ind.*, vol. 15, no. 1, pp. 81–90, 2014.

[3] Y. W. Mirzayanti, F. Kurniawansyah, D. H. Prajitno, and A. Roesyadi, "Zn-Mo/HZSM-5 catalyst for gasoil range hydrocarbon production by catalytic hydrocracking of ceiba pentandra oil," *Bull. Chem. React. Eng. Catal.*, vol. 13, no. 1, pp. 136–143, 2018.

[4] Y. Putrasari, A. Praptijanto, W. B. Santoso, and O. Lim, "Resources, policy, and research activities of biofuel in Indonesia: A review," *Energy Reports*, vol. 2, pp. 237–245, 2016.

[5] A. Budianto, D. H. Prajitno, and K. Budhikarjono, "Biofuel production from candlenut oil using catalytic cracking process with Zn/HZSM-5 catalyst," *ARPN J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 9, no. 11, pp. 2121–2124, 2014.

[6] A. Budianto, W. S. Pambudi, S. Sumari, and A. Yulianto, "PID control design for biofuel furnace using arduino," *Telkomnika (Telecommunication Comput. Electron. Control.*, vol. 16, no. 6, 2018.

[7] B. Agus, S. Sumari, P. Wahyu Setyo, and Wahyudi, "Production of Various Chemicals from Nyamplung Oil with Catalytic Cracking Process," *Indian J. Sci. Technol.*, vol. 11, no. 37, pp. 1–7, 2018.

[8] A. Budianto, S. Sumari, and K. Udyani, "Biofuel production from nyamplung oil using catalytic cracking process with Zn-HZSM-5/γ alumina catalyst," *ARPN J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 10, no. 22, pp. 10317–10323, 2015.

[9] N. P. Asri *et al.*, "Transesterification of Vegetables Oil Using Suband Supercritical Methanol," *Reaktor*, vol. 14, no. 2, p. 123, 2012.

[10] A. Roesyadi, D. Hariprajitno, N. Nurjannah, and S. D. Savitri, "HZSM-5 catalyst for cracking palm oil to gasoline: A comparative study with and without impregnation," *Bull. Chem. React. Eng. Catal.*, vol. 7, no. 3, pp. 185–190, 2013.

[11] M. A. Tadda *et al.*, "A review on activated carbon: process, application and prospects," *J. Adv. Civ. Eng. Pract. Res.*, vol. 2, no. 1, pp. 7–13, 2016.

[12] L. Marlinda, "Rekayasa Katalis Double Promotor Berbasis Hierarchical H-ZSM-5 untuk Memproduksi Biofuel dari Minyak Nabati," p. 152, 2017.

[13] Khairil *et al.*, " The potential biodiesel production from Cerbera odollam oil (Bintaro) in Aceh ," *MATEC Web Conf.*, vol. 159, p. 01034, 2018.

[14] M. Chinnamma *et al.*, "Production of coconut methyl ester (CME) and glycerol from coconut (Cocos nucifera) oil and the functional feasibility of CME as biofuel in diesel engine," *Fuel*, vol. 140, pp. 4–9, 2015.
[15] A. Bouaid, H. Acherki, A. García, M. Martinez, and J. Aracil, "Enzymatic butanolysis of coconut oil. Biorefinery approach," *Fuel*, vol. 209, pp. 141–149, 2017.
[16] V. Vara Prasad, "Performance of 4 Stroke Diesel Engine Using Coconut Oil As Biofuel Material," *Mater. Today Proc.*, vol. 4, no. 4, pp. 5312–5319, 2017.
[17] M. Y. Annur, Y. Yelmida, and Z. Zultiniar, "Perengkahan Katalitik Palm Fatty Acid Distillate Menjadi Biofuel Menggunakan katalis Natrium Karbonat dengan variasi Temperatur dan Konsentrasi katalis Natrium Karbonat," *J. Online Mhs. Fak. Tek. Univ. Riau*, vol. 2, no. 1, pp. 1–6, 2015.
[18] D. S. Hajj, D. A. Rp, and A. Budianto, "Pembuatan Biofuel dengan Proses Perengkahan dari Palm Fatty Acid Distillate (PFAD) Menggunakan Katalis CaO," pp. 607–614.
[19] B. Blesvid, Yelmida, and Zultinar, "Perengkahan Katalitik Palm Fatty Acid Distillate (PFAD) Menjadi Biofuel Dengan Katalis Abu TKS Variasi Temperatur dan Berat Katalis," *J. Rekayasa Kim. dan Lingkung.*, vol. vol 10 No, pp. 1–6, 2013.
[20] A. Budianto, S. Sumari, W. S. Pambudi, and N. Andriani, "Uji Coba Produksi Biofuel dari RBD Stearin dalam Reaktor Fixed Bed dengan Metode Cracking," in *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*, 2019, pp. 735–740.
[21] R. Tambun, R. P. Saptawaldi, M. A. Nasution, and O. N. Gusti, "Pembuatan Biofuel dari Palm Stearin dengan Proses Perengkahan Katalitik Menggunakan Katalis ZSM-5," *J. Rekayasa Kim. Lingkung.*, vol. 11, no. 1, p. 46, 2016.
[22] A. Santoso, Sumari, D. Sukarianingsih, and R. M. Sari, "Optimization of Synthesis of Biodiesel from Jatropha curcas L. with Heterogeneous Catalyst of CaO and MgO by Transesterification Reaction Using Microwave," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1093, no. 1, 2018.
[23] A. Budianto, "Pirolisiss Botol Plastik Bekas Minuman Air Mnieral Jenis Pet Menjadi Fuel," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap. V*, pp. 201–206, 2017.
[24] M. A. Hazzamy and I. Zahrina, "Pembuatan Biofuel dari Minyak Goreng Bekas Melalui Proses Catalytic Cracking dengan Katalis Fly Ash," 2013.
[25] A. Prihanto and T. A. B. Irawan, "Pengaruh Temperatur, Konsentrasi Katalis Dan Rasio Molar Metanol-Minyak Terhadap Yield Biodisel Dari Minyak Goreng Bekas Melalui Proses Netralisasi-Transesterifikasi," *Metana*, vol. 13, no. 1, p. 30, 2018.
[26] K. M. Zohdy and M. A. Kareem, "Hydrogen Production Using Sea Water Electrolysis," *Hydrog. Prod. Using Sea Water Electrolysis*, vol. 3, no. 1, pp. 1–7, 2010.
[27] M. M. Rashid, M. K. Al Mesfer, H. Naseem, and M. Danish, "Hydrogen Production by Water Electrolysis: A Review of Alkaline Water Electrolysis, PEM Water Electrolysis and High Temperature Water Electrolysis," *Int. J. Eng. Adv. Technol.*, no. 3, pp. 2249–8958, 2015.
[28] I. Supiah, "Perilaku sel elektrolisis air dengan elektroda stainless steel," *Pros. Semin. Nas. Kim. Dan Pendidik. Kim.*, vol. 03, no. 02, pp. 1–9, 2010.
[29] A. M. Putra, "Analisis Produktifitas Gas Hidrogen Dan Gas Oksigen Pada Elektrolisis Larutan Koh," *J. Neutrino*, vol. 2, no. 2, pp. 141–154, 2012.
[30] Muthaharussayidun, S. Anis, and A. Widya, "UJI PRODUKSI GAS HIDROGEN MELALUI ELEKTROLISIS PLASMA AIR LAUT," pp. 10–16, 2014.

ISSN (print) : 2686-0023
ISSN (online) : 2685-6875