

## Pengaruh Variasi Jumlah Elektroda Dan Jenis Katalis Terhadap Produksi Gas Hidrogen Pada Elektrolisis Air Laut

Ayu Lestari<sup>1</sup>,

Program studi Pendidikan Kimia, Universitas Pendidikan Mandalika, Mataram, Indonesia

Yeti Kurniasih<sup>2\*</sup>,

Program studi Pendidikan Kimia, Universitas Pendidikan Mandalika, Mataram, Indonesia;  
[yetikurniasih@undikma.ac.id](mailto:yetikurniasih@undikma.ac.id)

Dahlia Rosma Indah<sup>3</sup>

Program studi Pendidikan Kimia, Universitas Pendidikan Mandalika, Mataram, Indonesia

Ahmadi<sup>4</sup>

Program studi Pendidikan Kimia, Universitas Pendidikan Mandalika, Mataram, Indonesia

\*Corresponding Author

Info Artikel: Dikirim: 2 Oktober 2022 ; Direvisi: 10 Oktober 2022; Diterima: 30 Oktober 2022

Cara sitasi: Lestari, A., Kurniasih, Y., Indah, D.H., & Ahmadi. (2022). Pengaruh Variasi Jumlah Elektroda dan Jenis Katalis Terhadap Produksi gas Hidrogen Pada Elektrolisis Air Laut. *JPIIn: Jurnal Pendidik Indonesia*, vol 5(2), 562-572.

**Abstrak.** Potensi energi terbarukan adalah mengubah air laut menjadi gas hidrogen yang diproduksi melalui proses elektrolisis. Elektrolisis adalah proses pemisahan molekul air ( $H_2O$ ) menjadi gas hidrogen ( $H_2$ ) dan oksigen ( $O_2$ ) dengan mengalirkan arus listrik. Energi gas hidrogen dari air laut tidak menyebabkan polusi, ringan dan *sustainable* sehingga dapat menjadi salah satu solusi terhadap pengurangan pemanasan global. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi proses elektrolisis yaitu penggunaan katalisator dan luas permukaan elektroda. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya pengaruh jumlah elektroda dan jenis katalis terhadap jumlah gas hidrogen yang diperoleh melalui proses elektrolisis air laut. Proses elektrolisis dilakukan dengan memvariasikan jumlah elektroda mulai dari 2,4,6,8 dan 10, serta memvariasikan jenis katalis yang digunakan yaitu HCl,  $HNO_3$ , dan  $H_2SO_4$ . Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah elektroda berbanding lurus dengan produksi gas hidrogen massa tertinggi dihasilkan pada jumlah 10 plat elektroda dengan massa sebesar 6,9966 gr. Penambahan katalis pada elektrolisis, massa gas hidrogen tertinggi yang dihasilkan adalah 6,9966 gr pada konsentrasi 0,1 M untuk  $H_2SO_4$ , katalis HCl massa gas hidrogen yang dihasilkan 6,6633 gr pada konsentrasi 0,1 M, dan katalis  $HNO_3$  massa gas hidrogen yang dihasilkan 5,6300 gr. Jenis katalis yang optimal digunakan pada proses elektrolisis air laut yaitu  $H_2SO_4$ .

**Kata Kunci:** Gas hidrogen, air laut, katalis, elektroda, energi alternatif

**Abstract.** The potential for renewable energy is converting seawater into hydrogen gas which is produced through the electrolysis process. Electrolysis is the process of separating water molecules ( $H_2O$ ) into hydrogen gas ( $H_2$ ) and oxygen gas ( $O_2$ ) by

following an electric current. Hydrogen gas energy from seawater does not cause pollution, is light and sustainable, so it can be a solution to reducing global warming. There are several factors that influence the electrolysis process, namely the use of a catalyst and the surface area of the electrode. This study aims to determine the effect of the number of electrodes and the type of catalyst on the amount of hydrogen gas obtained through the electrolysis of seawater. The electrolysis process is carried out by varying the number of electrodes from 2, 4, 6, 8 and 10, as well as varying the type of catalyst used, namely HCl, HNO<sub>3</sub>, and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Based on the results of the study showed that the number of electrodes was directly proportional to the production of hydrogen gas, the highest mass was produced in the number of 10 electrode plates with a mass of 6.9966 gr. The addition of a catalyst in electrolysis, the highest mass of hydrogen gas produced was 6.9966 g at a concentration of 0.1 M for H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl catalyst with a mass of hydrogen gas produced 6.6633 g at a concentration of 0.1 M, and HNO<sub>3</sub> catalyst with a mass of hydrogen gas produced by electrolysis. produced 5.6300 gr. The optimal type of catalyst used in the electrolysis of seawater is H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

**Keywords:** Hydrogen gas, seawater, catalyst, electrode, alternative energy

## **Pendahuluan**

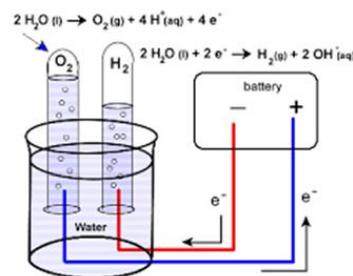
Meningkatnya populasi manusia di dunia mengakibatkan krisis energi khususnya dalam hal konsumsi bahan bakar yang bersumber dari fosil. Energi fosil merupakan energi yang tidak dapat diperbaharui, sehingga keberadaan sumber daya alam tersebut telah mengalami penipisan. Hal ini mendorong berbagai pakar untuk mengembangkan energi alternatif ramah lingkungan untuk mendukung keamanan pasokan energi yang berkesinambungan (Afief, 2017). Sampai saat ini persentase penggunaan energi alternatif masih sangat sedikit dikarenakan efektifitas dan efisiensinya yang tergolong masih rendah.

Air laut adalah sumber daya paling melimpah di planet kita dimana jumlah air laut adalah 97% dari total seluruh air di planet kita (Ilcham, 2011). Beberapa cara yang bisa dilakukan untuk mengekstraksi energi dari air laut ialah gradien termal, generator angin dan gelombang, elektrolisis, dan fotolisis. Air laut dapat digunakan sebagai sumber energi, karena terdapat senyawa H<sub>2</sub>O (air) yang dapat diurai menjadi gas hidrogen (H<sub>2</sub>) dan oksigen (O<sub>2</sub>) melalui proses elektrolisis dengan menggunakan arus listrik. Pada penelitian yang dilakukan oleh Made dan Wahyono tahun 2011, yaitu memvariasikan tegangan dan kadar salinitas terhadap produksi gas hidrogen menggunakan proses elektrolisis. Elektrolit yang digunakan adalah NaCl, dan elektroda yang digunakan adalah platina sebagai anoda dan stainless steel sebagai katoda. Hasil penelitiannya menyatakan bahwa salinitas dan tegangan mempengaruhi produksi gas hidrogen. Semakin besar

salinitas yang digunakan maka produksi gas hidrogen semakin banyak. Begitu juga dengan tegangan, semakin besar tegangan yang diberikan semakin banyak produksi gas hidrogen.

Gas hidrogen dapat digunakan secara langsung sebagai bahan bakar bersih dan dapat digunakan sebagai energi yang bisa disimpan karena dapat diangkut dalam jarak yang jauh. Melalui proses elektrolisis, air laut dapat diubah menjadi gas hidrogen yang dapat menggantikan dan setidaknya mengurangi penggunaan energi fosil yang terbatas dan menimbulkan permasalahan pemanasan global. Energi gas hidrogen yang bersumber dari air laut ini dapat menjadi solusi bagi energi bersih dan salah satu solusi terhadap pengurangan pemanasan global di bumi. Gas hidrogen dari air laut ini juga tidak menyebabkan polusi, ringan, dan *sustainable* karena dapat diproduksi dari air laut dengan mudah. Maka dari itu air laut bisa menjadi salah satu sumber energi alternatif pengganti energi fosil yang digunakan pada saat ini (Isana, dkk. 2020). Namun demikian, meskipun konsep utama produksinya telah lama ditemukan, namun tetap saja pengembangan terus dilakukan untuk mendapatkan proses terbaik.

Elektrolisis air adalah peristiwa penguraian senyawa air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) menjadi gas hidrogen ( $\text{H}_2$ ) dan oksigen ( $\text{O}_2$ ) dengan menggunakan arus listrik yang melalui air. Proses elektrolisis termasuk reaksi oksidasi dan reduksi yang tidak spontan sehingga diperlukan arus listrik pada prosesnya. Arus listrik yang dialirkan pada elektroda positif (anoda) dan elektroda negatif (katoda) akan menyebabkan timbulnya beda potensial dan mengionisasi molekul air menjadi ion positif dan ion negatif (Erlinawati, dkk. 2014). Pada katoda, dua molekul air bereaksi dengan menangkap dua elektron, tereduksi menjadi gas  $\text{H}_2$  dan dua ion hidroksida ( $\text{OH}^-$ ). Sementara itu pada anoda, dua molekul air lain terurai menjadi gas oksigen ( $\text{O}_2$ ), melepaskan 4 ion  $\text{H}^+$  serta mengalirkan elektron ke katoda. Ion  $\text{H}^+$  dan  $\text{OH}^-$  mengalami netralisasi sehingga terbentuk kembali beberapa molekul air (Wahyono, dkk. 2017).



Gambar 1. Proses Elektrolisis Air  
(Sumber: Wahyono, 2017)

Elektrolisis terjadi ketika aliran arus listrik melalui senyawa ionik dan mengalami reaksi kimia. Larutan elektrolit dapat menghantar listrik karena mengandung ion-ion yang dapat bergerak bebas. Selama ini elektrolisis dikenal sebagai proses produksi Hidrogen dari air yang paling efektif dengan tingkat kemurnian tinggi, tapi terbatas untuk skala kecil. Berbeda dengan elektrolisis air, produksi gas hidrogen dari elektrolisis air laut yang mengandung NaCl dapat berlangsung dengan cepat, karena NaCl sendiri berfungsi sebagai katalis alami. Elektrolisis air laut dengan salinitas tinggi yang telah mengandung katalis alami, dan faktor kondisi operasi arus listrik yang lebih besar selama proses elektrolisis yang akan mempengaruhi volume gas yang dihasilkan (Bow, dkk 2020).

Jumlah sel elektroda menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi elektrolisis air terhadap jumlah arus listrik yang disuplai pada reaktor. Elektroda tersebut berfungsi sebagai penghantar arus sehingga proses elektrolisis dapat berjalan baik (Erlinawati, dkk. 2014). Elektroda positif (+) disebut anoda sedangkan elektroda negatif (-) adalah katoda. Salah satu elektroda (elektroda negatif) mengalami reaksi kimia yang memberikan kelebihan elektron. Elektroda lainnya (elektroda positif) mengalami reaksi kimia yang menghilangkan elektron. Ketika dua elektroda dihubungkan oleh sebuah sirkuit listrik eksternal, kelebihan elektron akan mengalir dari elektroda negatif ke positif. Pemilihan elektroda merupakan salah satu hal yang penting. Elektroda berfungsi sebagai penghantar arus listrik dari sumber tegangan ke elektrolit yang akan dielektrolisis. Material serta luasan elektroda yang digunakan sangat berpengaruh terhadap gas hasil proses elektrolisis air. Sehingga material elektroda harus dipilih dari material yang memiliki konduktivitas listrik dan ketahanan terhadap korosi yang baik. Elektroda ada dua macam, yaitu inert (sangat sukar bereaksi) dan non inert (bereaksi). Elektroda inert meliputi Karbon (C), Emas (Au), dan Platina (Pt). Elektroda inert tidak akan ikut teroksidasi dia anode. Contoh elektroda non inert seperti: Tembaga (Cu), seng (Zn), Besi (Fe) dan lain-lain (Wiyati, 2020).

Pada penelitian kali ini pemilihan elektroda yang tepat sangat penting untuk mendapatkan kuantitas gas yang optimum dalam waktu produksi yang cukup lama sehingga pada penelitian ini digunakan elektroda *stainless steel*. Pemilihan elektroda ini dipertimbangkan dari beberapa hasil penelitian-penelitian sebelumnya. Beberapa diantaranya eksperimen kompleks tentang konfigurasi komponen sel elektrolisis untuk memaksimalkan pH larutan dan gas hasil elektrolisis yang dilakukan suyuty (2011). Pada penelitiannya, Suyuty (2011) menyatakan bahwa arus yang dihasilkan pada penggunaan *stainless steel* lebih besar dari penggunaan elektroda lainnya dengan bentuk yang serupa. Selain itu *stainless steel*

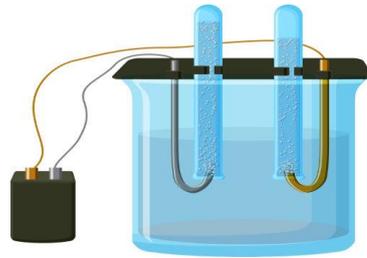
bersifat inert dan menghasilkan gas hasil elektrolisis yang konstan dan relative besar dalam jangka waktu yang lama, sehingga elektroda ini direkomendasikan sebagai elektroda pada hidrogen generator.

Pada elektrolisis air laut, katalis digunakan untuk mempermudah atau mempercepat penguraian air laut menjadi hidrogen dan oksigen karena ion-ion katalisator mampu mempengaruhi kestabilan molekul air laut menjadi ion  $H^+$  dan  $OH^-$  karena terjadinya penurunan energi pengaktifan (Wahyono, dkk. 2017). Katalis yang dapat digunakan untuk elektrolisis dapat berupa senyawa asam, basa, dan garam. Pada penelitian Yohandri, dkk didapatkan elektrolisis air laut dengan katalis asam dan basa pada konsentrasi 0,1 M dan kuat arus 35 ampere dihasilkan gas hidrogen yang lebih banyak pada katalis asam dibanding katalis basa. Semakin tinggi konsentrasi katalis asam yang sejalan jumlah produksi gas yang semakin tinggi maka efisiensi akan turun dan relatif stabil. Hanya saja penelitian Yohandri dkk belum meneliti tentang pengaruh perbedaan antara beberapa katalis asam terhadap produksi gas hidrogen (Bow, dkk. 2020).

Berdasarkan uraian tersebut, maka penelitian ini dilakukan untuk meneliti pengaruh jumlah elektroda dan jenis katalis terhadap produksi gas hidrogen yang diperoleh pada elektrolisis air laut. Hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi sebagai pengembangan produksi gas hidrogen sebagai bahan bakar alternatif untuk penelitian selanjutnya, sehingga kedepannya diharapkan dapat mengatasi permasalahan krisis energi di Indonesia.

## Metode

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah air laut yang diambil sesuai dengan standar pengambilan sampel air laut (SNI 6964.8:2015). Air laut yang digunakan berasal dari pantai senggigi. Penelitian ini akan berlangsung di Laboratorium Kimia, Fakultas Sains Teknik dan Terapan Universitas Pendidikan Mandalika. Adapun proses elektrolisis yang dilakukan dengan memvariasikan jumlah elektroda dan jenis katalis yang digunakan. Jumlah elektroda yang digunakan yaitu 2,4,6,8 dan 10 berbahan *stainless steel* yang disusun seri. Untuk jenis katalis yang digunakan adalah HCl,  $HNO_3$  dan  $H_2SO_4$  dengan volume 100 ml dan konsentrasi masing-masing 0,1 M. Adapun rancangan alat elektrolisis dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Alat Elektrolisis

Proses elektrolisis dilakukan dengan dimasukkan air laut kedalam alat elektrolisis sebanyak 10 liter, kemudian dilakukan proses elektrolisis selama 30 menit dengan kuat arus 12 A. masing-masing perlakuan menggunakan tiga kali pengulangan. Hasil elektrolisis yang didapat berupa gas kemudian ditampung kedalam botol yang selanjutnya ditimbang. Untuk melihat ada atau tidaknya pengaruh penelitian digunakan analisis data *Two Ways Anova* dengan taraf signifikan 0,01.

### Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian produksi gas hidrogen dari air laut dari dua faktor yaitu jenis katalis dan jumlah elektroda menggunakan proses elektrolisis didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Produksi Gas Hidrogen

Katalis	Ulangan	Jumlah Elektroda				
		2	4	6	8	10
HCl	1	1,60 g	2,87 g	4,30 g	5,39 g	6,67 g
	2	1,57 g	2,88 g	4,27 g	5,34 g	6,69 g
	3	1,56 g	2,86 g	4,26 g	5,34 g	6,63 g
	Rata-rata	1,5766	2,8700	4,2766	5,3566	6,6633
HNO <sub>3</sub>	1	1,29 g	2,52 g	3,81 g	4,95 g	5,64 g
	2	1,27 g	2,50 g	3,80 g	4,93 g	5,63 g
	3	1,27 g	2,51 g	3,81 g	4,92 g	5,62 g
	Rata-rata	1,2766	2,5100	3,8066	4,9333	5,6300
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1	1,94 g	3,15 g	4,25 g	5,27 g	7,01 g
	2	1,92 g	3,16 g	4,24 g	5,25 g	7,00 g
	3	1,92 g	3,16 g	4,24 g	5,26 g	6,98 g
	Rata-rata	1,9266	3,1566	4,2433	5,2600	6,9966

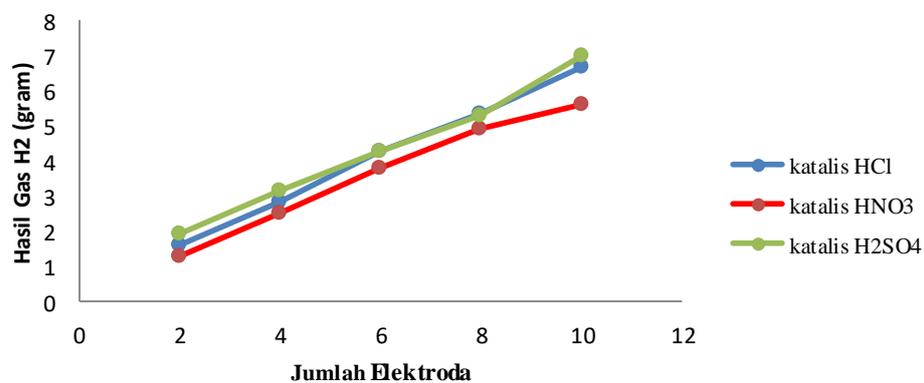
### Pengaruh Jumlah Elektroda terhadap Jumlah Gas Hidrogen pada Elektrolisis Air Laut

Pada penelitian ini elektroda yang digunakan terbuat dari bahan *stainless steel* dengan variasi jumlah elektroda yaitu 2,4,6,8 dan 10 yang disusun seri menggunakan baut. Jarak antar lempeng elektroda, sel anoda dan katoda, diusahakan serapat mungkin untuk memperbesar gaya Tarik

antar dua kutub yang akan memecahkan ikatan hydrogen pada molekul air tersebut. Untuk perbandingan jumlah terbentuknya ion hidrogen dan oksigen keluar sel elektrolisis adalah 2:1, sesuai kesetimbangan reaksi penguraiannya (Erlinawati, 2014).

Pemilihan elektroda *stainless steel* ini dipertimbangkan dari beberapa penelitian sebelumnya. Menurut suyuty (2011) menyatakan bahwa arus yang dihasilkan pada penggunaan *stainless steel* lebih besar dari penggunaan elektroda lainnya dengan bentuk serupa. Selain itu *stainless steel* juga tidak habis bereaksi dan menghasilkan gas hasil elektrolisis yang relative besar dalam jangka waktu yang lama. Sehingga elektroda *stainless steel* direkomendasikan sebagai elektroda pada alat elektrolisis.

Setelah dilakukannya proses elektrolisis air laut yang dialiri arus listrik 12 ampere dimulai dari 2 plat elektroda sampai plat 10 jumlah asumsi gas hidrogen yang dihasilkan kemudian dikonversikan ke grafik sebagai berikut:



Gambar 3. Grafik pengaruh jumlah elektroda terhadap produksi gas hidrogen pada elektrolisis air laut

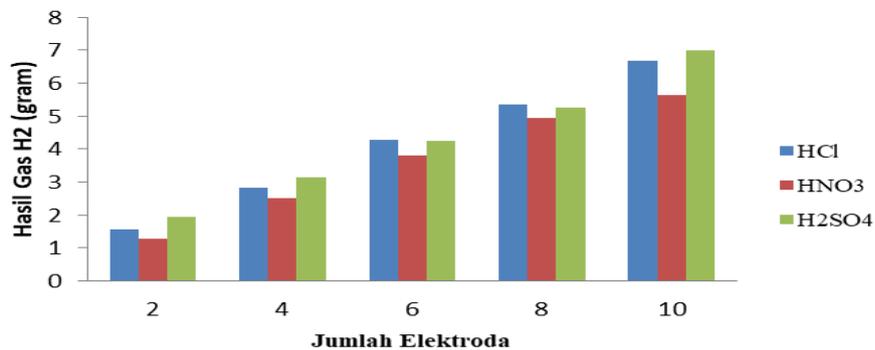
Dari tabel hasil penelitian yang kemudian dikonversikan grafik 4.2, menunjukkan bahwa ada pengaruh jumlah elektroda terhadap gas hydrogen yang dihasilkan. Jumlah sel elektroda berpengaruh pada jumlah arus listrik yang terdistribusi pada masing-masing sel elektroda. Semakin banyak jumlah plat elektroda yang digunakan maka semakin banyak jumlah gas hidrogen yang dihasilkan pada elektrolisis air laut (Erlinawati, 2014).

Menurut Utami, dkk (2014) penambahan jumlah elektroda akan menambah efisiensi kinerja dari sel elektrolisis. Penambahan jumlah elektroda juga dapat meningkatkan kinerja sistem elektrolisis dikarenakan nilai hambatan yang berkurang. Hal ini mengacu pada hukum hambatan listrik dimana semakin luas elektroda terhadap ketebalan maka hambatan akan semakin berkurang sehingga penambahan jumlah elektroda secara tidak langsung menambah luas permukaan kontak elektroda. Sehingga

semakin banyak sel yang dipakai maka arus yang disuplai akan terbagi pada setiap sel semakin besar. Sebaran elektron akan lebih terdistribusi merata yang mengakibatkan laju reaksi penguraian molekul air menjadi lebih cepat.

### Pengaruh Jenis Katalis terhadap Jumlah Gas Hidrogen pada Elektrolisis Air Laut

Katalis adalah suatu zat jika ditambahkan pada reaksi kimia dapat mempercepat laju reaksi. Ada tiga macam jenis katalis yang dapat digunakan untuk elektrolisis yaitu senyawa asam, basa, dan garam. Dalam penelitian ini menggunakan variasi katalis jenis asam yaitu HCl, HNO<sub>3</sub>, dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan konsentrasi 0,1 M. Setelah dilakukannya proses elektrolisis masing-masing selama 30 menit dengan pengulangan sebanyak tiga kali dimulai dari jumlah elektroda 2,4,6,8 dan 10, jumlah gas hidrogen yang dihasilkan selama proses elektrolisis air laut kemudian dikonversikan ke diagram sebagai berikut:



Gambar 4. Diagram Pengaruh Jenis Katalis Terhadap Jumlah Gas Hidrogen Pada Elektrolisis Air Laut

Pada gambar 4.3 dapat dilihat bahwa penggunaan katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> menghasilkan jumlah gas hidrogen yang lebih besar dibanding katalis HCl dan HNO<sub>3</sub>. Hal ini dapat terjadi karena asam sulfat pada konsentrasi 0,1 M jika diubah menjadi satuan normalitas H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> bernilai 0,2 N. sehingga jumlah ion H<sup>+</sup> dari asam sulfat lebih banyak daripada HCl dan HNO<sub>3</sub>, sehingga pemutusan ikatan menjadi monomer-monomer berlangsung lebih baik. Dimana kecepatan reaksi elektrolisis dipengaruhi oleh keberadaan ion H<sup>+</sup> dalam larutan, semakin besar jumlah ion H<sup>+</sup> maka kecepatan reaksi semakin meningkat dan memberikan produk hasil elektrolisis yang semakin besar (Wardefisni, 2020). Pada gambar 4.3 juga dapat dilihat bahwa produksi gas hidrogen pada penggunaan katalis HCl lebih besar dibanding katalis HNO<sub>3</sub>, hal ini diakibatkan ada pengaruh afinitas elektron. Dimana afinitas elektron yang dimiliki ion Cl<sup>-</sup> lebih kuat daripada ion NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, sehingga kecenderungan ion Cl<sup>-</sup> dalam menyerap elektron lebih besar.

## Simpulan

Berdasarkan data yang diperoleh dari penelitian ini, maka dapat disimpulkan: 1) ada pengaruh jumlah elektroda terhadap produksi gas hidrogen pada elektrolisis air laut. Dimana semakin banyak jumlah elektroda yang digunakan maka jumlah gas hidrogen yang dihasilkan juga semakin besar. Hal ini dikarenakan jumlah sel elektroda berpengaruh pada jumlah arus listrik yang terdistribusi pada masing-masing sel elektroda. Penambahan jumlah elektroda akan menambah efisiensi kinerja dari sel elektrolisis; dan 2) ada pengaruh jenis katalis terhadap produksi gas hidrogen pada elektrolisis air laut. Dalam hal ini jenis katalis  $H_2SO_4$  hal ini dikarenakan asam sulfat yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai normalitas 0,2 N.

## Ucapan Terima Kasih

Terima kasih saya ucapkan kepada dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penelitian ini sampai selesai. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada pihak laboratorium kimia UNDIKMA yang telah menyediakan tempat untuk melaksanakan penelitian ini.

## Daftar Pustaka

- Achmad H. (1992). *Elektrokimia dan Kinetika Kimia*. Bandung: Citra Aditya Bakti
- Afief, A. & Isana, S. (2017). Produksi Gas Hidrogen Menggunakan Elektroda Stainless Steel/Fe-Co-Ni dengan Media Tepung Biji Rambutan (*Nephelium Lappaceum L.*). *Prosiding Seminar Nasional Kimia UNY*. 1(1): 259–268.
- Bow, Y., Sari, A. P., Harliyani, A. D., Saputra, B., & Budiman, R. (2020). Produksi Gas Hidrogen Ditinjau dari Pengaruh Duplex Stainless Steel terhadap Variasi Konsentrasi Katalis dan Jenis Air yang Dilengkapi Arrestor. *KINETIKA*, 11(3), 46-52.
- Brady, J.E. (1999). *General Chemistry Principle And Structure 4<sup>th</sup> Edition*. New York: John Willey & Sons, Inc.
- Chi, J and Yu, H. (2018). *Water Electrolysis Based On Renewable Energy For Hydrogen Production*. 39(3), pp. 390-394, doi: 10.1016/S1872
- Erlinawati, Ahmad Zikri, dan Ahmad Mudzakkir. (2014). Pengaruh Suplai Listrik dan Jumlah Sel Elektroda Terhadap Produksi Gas Hidrohgen dengan Elektrolit Asam Sulfat. *Jurnal Kinetika*. Vol. 5. No. 1. Palembang.
- Euro Inox. (2007). *Stainless Teble Of Technical Properties, 2<sup>nd</sup> Edition. Materials And Application Series*. 5(5). Available at: <http://www.worldstainlesssteel.org.Files/issf/non.image>.
- Fitriyanti, N. (2019). Analisis Produktivitas Gas Hidrogen Berdasarkan Arus dan Tegangan Pada Proses Elektrolisis  $H_2O$ . *Jurnal Fisika dan Terapannya*. No. 2. Vol. 6. Makassar.
- House, J. E. and House, K. A. (2016). "*Hydrogen, Descriptive Inorganic Chemistry*", 3, pp. 111-121. doi: 10.1016/B978-0-12-804697-5.00007-5.
- Ilcham, A. (2011). "*Pengembangan Teknologi Bersih Berbasis Hidrogen Menggunakan Sumber Daya Alam Indonesia*". 1(2).
- Isana, SYL. (2010), Perilaku sel elektrolisis air dengan elektroda stainless steel. *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia*, Pada 30 Oktober 2010, Vol. 1. ISBN: 978-979-98117-7-6. Yogyakarta.

- Jumiati, Joko Sampurno., dan Irfana Diah Faryuni. (2013). Pengaruh Konsentrasi Larutan Katalis dan Bentuk Elektroda dalam Proses Elektrolisis untuk Menghasilkan Gas Brown. *Jurnal Positron*, Vol. 3 No. 1. Pontianak.
- Kawaroe, U. M , Prastawa Budi, dan Muhammad Zakir. (2016). *Pengaruh Zeolit Alam Dalam Elektrolisis Air Laut Untuk Menghasilkan Gas Hidrogen*. Skripsi. Makassar: Universitas Hassanudin.
- Kordi MGHK, Tancung, AB. (2007). *Pengolahan Kualitas Air Dalam Budi Daya Perairan*. Penerbit Rineka Citra. 210 hal.
- Kwasi, E., Obonor, A. I. and Aisien, F. A. (2015). A Review on Electrolytic Method of Hydrogen Production From Water. *American Journal of Renewable And Sustainable Energy*. 1(2): 51–57.
- Made, N. A. Y. dan Wahyono Hadi. (2011). *Produksi Gas Hidrogen Melalui Proses Elektrolisis Air Sebagai Sumber Energi Hidrogen Production by Electrolysis Process as An Energy Source*. Undergraduate Thesis of Environment Engineering. RSL 628.167 3 And p. Surabaya.
- Martawati, M. E. (2014). Sistem Elektrolisa Air Sebagai Bahan Bakar Alternatif Pada Kendaraan. *Jurnal Eltek*. 12(1): 93–104.
- Purnami, Wardana, I. N.G. dan Veronika, K. (2015). Pengaruh Penggunaan Katalis Terhadap Laju dan Efisiensi Pembentukan Hidrogen. *Jurnal Rekayasa Mesin*. 6(1): 51–59.
- Puspitasari, N. Adawiyah, S. R., Fajar, M. N., Yudono, G., Rubiyanto, A. dan Endarko. (2017). Pengaruh Jenis Katalis pada Elektroda Perbandingan terhadap Efisiensi Dye Sensitized Solar Cells dengan Klorofil sebagai Dye Sensitizer. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*. 13(1): 30–33.
- Rashid, M., Mesfer, M. K., Naseem, H. and Danis, M. (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.
- Putri, N.R.A., Kurniasih, Y., & Ahmadi, A. (2016). PENGARUH PERBANDINGAN KONSENTRASI TBP: D2EHPA DAN KONSENTRASI PENGEMBAN DALAM FASAORGANIK PADA EKSTRAKSI PERAK SARI LIMBAH FOTO ROENTEN. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 4(2), 87-93.
- Siregar, M. A., Umurani, K., & Damanik, W. S. (2020). Pengaruh Jenis Katoda Terhadap Gas Hidrogen Yang Dihasilkan Dari Proses Elektrolisis Air Garam. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 21(2), 57-65.
- SNI 6964.8:2015. 1 Desember 2021. Kualitas air laut – Bagian 8 Metode Pengambilan Contoh Air Laut. hlm. 13-15
- S. Y. L. Isana, “Perilaku Sel Elektrolisis Air Dengan Elektroda Stainless Steel,” *Prosiding seminar nasional Kimia dan Pendidikan Kimia, Yogyakarta*, (2010).
- Sugiyono. (2011). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta.
- Suyuty, A. (2011). *Studi Eksperimen Konfigurasi Komponen Sel Elektrolisis Dalam Rangka Peningkatan Performa dan Reduksi Sox-Nox Motor Diesel*. ITS Undergraduate.
- Ursua, A., Grandia, L.M. and Sancins, P. (2012). “Hydrogen Production From Water Electrolysis: current status and future trends”. *Proceedings of the IEEE*, 100(2), pp. 410-426. doi. 10.1109/JPROC.2011.2156750.
- Utami, T. S. ST, Beurabo, T. B. S., Kusuma, A. S. (2014). *Uji Pengaruh Kuat Arus, Jarak Elektroda, Dan Jumlah Elektroda Terhadap Kinerja Elektrokoagulasi Dalam Menurunkan Warna Dan Chemical Oxygen Demand Backwash Pada Limbah Ion Exchange Resin Dipabrik Gula Refinasi PT. Angels Product*. Jakarta: UI

- Wahyono dan Anies., (2016). Pembuatan Alat Produksi Gas Hidrogen Dan Oksigen Tipe Wett Cell Dengan Variasi Luas Penampang. *Jurnal Teknik Energi* Vol. 12, No. 1. Semarang
- Wahyono, Y., Heri Sutanto, H., dan Eko Hidayanto. (2017). Produksi Gas Hydrogen Menggunakan Metode Elektrolisis Dari Elektrolit Air Dan Air Laut Dengan Penambahan Katalis NaOH. *Youngster Physics Journal* Vol. 6 No. 4, Hal: 353–359. Semarang.
- Wardefisni, Z. N., Nafira, N. A., & Wahyusni, K. N. (2020, September). STUDI KESESUAIAN KATALISATOR ASAM PADA PROSES PEMBUATAN BIOETHANOL DARI BAHAN KULIT PISANG RAJA. In *Seminar Nasional Soebardjo Brotohardjono* (Vol. 16).
- Zeng, K. and Zheng, D. (2010). “ *Recent Progress In Alkaline Water Electrolysis Production Of Hydrogen Production And Application*”. *Progress In Energy And Combustion Science*. Elsevier Ltd, 36(3), pp. 307-326. doi. 10.1016/j.pecs.2009.11.002.