

PENGARUH KONSENTRASI ELEKTROLIT DAN KUAT ARUS TERHADAP PEMBENTUKAN VOLUME GAS LETUP PADA ELEKTROLISIS AIR

THE EFFECT OF ELECTROLYTE CONCENTRATION AND CURRENT ON THE FORMATION OF EXPLOSIVE GAS VOLUME IN WATER ELECTROLYSIS

¹Erwinda Fenty Anggraeni, ²Dede Sulaeman, ³Dimas Mukhtarudin ⁴Gilang Fahruzial, ⁵Hatami Nuzul

^{1,2,3,4,5} Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Pamulang Serang Kota Serang
Jl. Raya Jakarta Km 5 No.6, Kalodran, Kec. Walantaka, Kota Serang, Banten 42183

email : dosen03067@unpam.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi elektrolit H_2SO_4 dan kuat arus terhadap volume gas letup yang terbentuk pada proses elektrolisis air. Variasi konsentrasi elektrolit sebesar 1M, 1,5 M, 2M, 2,5 M, dan 3M, kuat arus listrik sebesar 100 mA, 200 mA, 300 mA, 400 mA, dan 500 mA selama 30 detik, serta menggunakan elektroda platina. Berdasarkan data hasil penelitian dan analisis secara grafik dapat dinyatakan bahwa tidak ada pengaruh konsentrasi H_2SO_4 terhadap volume gas letup. Untuk masing-masing konsentrasi 1 M, 1,5 M, 2 M, 2,5 M, dan 3 M ditunjukkan dengan persamaan garisnya secara berurutan adalah $Y = 0,694 - 2,22045E-17 X$, $Y = 1,106 - 4.44089E-17 X$, $Y = 1,588 + 0 X$, $Y = 1,976 + 0,006 X$, dan $Y = 2,566 + 0 X$. Sedangkan grafik antara kuat arus listrik dengan volume gas letup memiliki persamaan garis $Y = 4,626 X + 0,2006$ dengan $R = 0,99812$ hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan positif antara kuat arus dengan volume gas letup artinya kuat arus berpengaruh terhadap pembentukan volume gas letup yang dihasilkan.

Kata kunci : elektrolisis air, konsentrasi, kuat arus dan volume gas letup

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of H_2SO_4 concentration and current on the volume of explosive gas produced during the electrolysis of water. The electrolyte concentration variations used were 1M, 1.5M, 2M, 2.5M, and 3M, with electric current of 100 mA, 200 mA, 300 mA, 400 mA, and 500 mA for 30 seconds, and using platinum electrodes. Based on the research data and graphical analysis, it can be stated that there is no effect of H_2SO_4 concentration on the volume of explosive gas. The equations of the lines for each concentration of 1M, 1.5M, 2M, 2.5M, and 3M are sequentially represented as $Y = 0.694 - 2.22045E-17 X$, $Y = 1.106 - 4.44089E-17 X$, $Y = 1.588 + 0 X$, $Y = 1.976 + 0.006 X$, and $Y = 2.566 + 0 X$. Meanwhile, the graph between electric current strength and explosive gas volume has the line equation $Y = 4.626 X + 0.2006$ with $R = 0.99812$, indicating a positive correlation between current and explosive gas volume, meaning that current affects the formation of the explosive gas volume produced.

Keywords: water electrolysis, concentration, current, and explosive gas volume

I. PENDAHULUAN

Pengembangan sumber energi alternatif telah menjadi fokus utama dalam upaya global untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan mengatasi tantangan perubahan iklim. Salah satu alternatif yang menjanjikan adalah pemanfaatan hidrogen sebagai sumber energi yang bersih. Salah satu cara untuk memproduksi hidrogen adalah dengan menggunakan proses elektrolisis air. Elektrolisis air merupakan proses pemecahan molekul air (H_2O) menjadi gas hidrogen (H_2) dan oksigen (O_2) dengan memanfaatkan aliran arus listrik yang melewati air tersebut (Hiskia, 1992)t. Gas hidrogen

memiliki potensi besar sebagai sumber energi karena bersifat ramah lingkungan (Yoyon, 2017). Hidrogen yang dihasilkan dari elektrolisis air dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk kendaraan, penyimpanan energi, dan berbagai aplikasi industri lainnya. Selama proses elektrolisis, dua gas dihasilkan, yaitu hidrogen di katoda dan oksigen di anoda. Jika gas hidrogen dan oksigen tidak dipisahkan dengan baik dan bercampur dalam proporsi tertentu, terbentuklah gas letup. Gas letup adalah campuran yang terdiri dari hidrogen dan oksigen dalam rasio sekitar 2:1, yang merupakan rasio ideal untuk terjadinya ledakan jika gas ini terkena percikan api atau panas. Gas letup sangat berbahaya karena hidrogen adalah gas yang sangat mudah terbakar, dan dalam kondisi ini, gas letup dapat menyebabkan ledakan cepat ketika terjadi reaksi pembakaran dengan oksigen. Oleh karena itu, memahami faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan volume gas letup selama elektrolisis air sangat penting untuk meningkatkan keamanan dan efisiensi proses elektrolisis.

Elektrolit dalam larutan elektrolisis berfungsi untuk meningkatkan konduktivitas listrik, yang memungkinkan aliran arus listrik lebih efisien melalui larutan. Elektrolit yang umum digunakan dalam elektrolisis air termasuk senyawa seperti natrium hidroksida (NaOH), kalium hidroksida (KOH), atau asam sulfat (H_2SO_4). Metode ini juga merupakan salah satu cara yang dianggap efisien untuk menjadikan air sebagai bahan bakar. dalam proses elektrolisis menggunakan elektroda karbon, namun karena karbon tidak tahan karat dan rapuh maka dalam proses elektrolisis elektroda karbon ini mengalami kerusakan yang cepat. Oleh karena itu perlu dilakukan penggantian elektroda, salah satu pilihannya adalah stainless steel. Stainless steel dikenal dengan baja paduan tinggi yang tahan terhadap karat dan tidak rapuh. Semakin tinggi konsentrasi elektrolit, semakin besar konduktivitas larutan, yang menyebabkan hambatan listrik berkurang dan arus listrik lebih mudah mengalir. Hal ini berkontribusi pada peningkatan laju reaksi elektrokimia, sehingga meningkatkan volume gas hidrogen dan oksigen yang terbentuk. Namun, konsentrasi elektrolit yang terlalu tinggi dapat menimbulkan masalah. Peningkatan drastis dalam konsentrasi elektrolit dapat menyebabkan perubahan sifat larutan, seperti peningkatan viskositas, dan menambah resistensi dalam sel elektrolisis. Selain itu, hal ini dapat menyebabkan peningkatan suhu larutan yang berlebihan, yang berpotensi menurunkan efisiensi produksi gas dan menyebabkan masalah keamanan, termasuk peningkatan risiko terbentuknya gas letup dalam volume besar. Menurut Hukum Faraday tentang elektrolisis, jumlah zat yang dihasilkan selama proses elektrolisis

sebanding dengan jumlah muatan listrik yang mengalir melalui larutan. Dengan demikian, semakin besar kuat arus yang diterapkan, semakin cepat laju pembentukan gas hidrogen dan oksigen di elektroda, yang mengarah pada peningkatan volume gas letup yang terbentuk. Namun, meskipun peningkatan kuat arus dapat mempercepat pembentukan gas, hal ini juga dapat meningkatkan konsumsi energi. Jika arus yang digunakan terlalu besar, konsumsi energi dapat meningkat secara signifikan tanpa peningkatan yang sebanding dalam produksi gas, sehingga menurunkan efisiensi keseluruhan proses. Selain itu, penggunaan arus yang terlalu besar dapat mempercepat degradasi elektroda, menyebabkan panas berlebih, atau bahkan menginduksi reaksi samping yang tidak diinginkan, yang dapat meningkatkan risiko terbentuknya gas letup dalam jumlah yang tidak terkendali. Dalam konteks keselamatan, campuran gas letup yang dihasilkan selama elektrolisis air perlu dikelola dengan hati-hati. Jika tidak, campuran gas hidrogen dan oksigen yang sangat reaktif ini dapat menjadi sumber bahaya ledakan yang serius. Oleh karena itu, penelitian tentang faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan gas letup, seperti konsentrasi elektrolit dan kuat arus, sangat penting tidak hanya untuk efisiensi produksi hidrogen tetapi juga untuk keamanan dalam aplikasi industri dan laboratorium.

Beberapa variabel lain juga mempengaruhi pembentukan volume gas letup dalam elektrolisis, termasuk jenis dan luas permukaan elektroda, suhu larutan, dan tekanan lingkungan. Penggunaan elektroda dengan luas permukaan yang lebih besar dapat meningkatkan laju reaksi elektrokimia, sementara suhu yang lebih tinggi dapat meningkatkan mobilitas ion dalam larutan, mempercepat pembentukan gas. Namun, suhu yang terlalu tinggi juga dapat meningkatkan risiko pembentukan gas letup dalam jumlah yang lebih besar, sehingga diperlukan keseimbangan yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara mendalam hubungan antara konsentrasi larutan elektrolit dan kuat arus listrik terhadap pembentukan volume gas letup pada elektrolisis air. Dengan pemahaman yang lebih baik mengenai interaksi antara kedua faktor ini, diharapkan proses elektrolisis dapat dioptimalkan untuk memaksimalkan produksi hidrogen dan oksigen tanpa meningkatkan risiko pembentukan gas letup yang berbahaya.

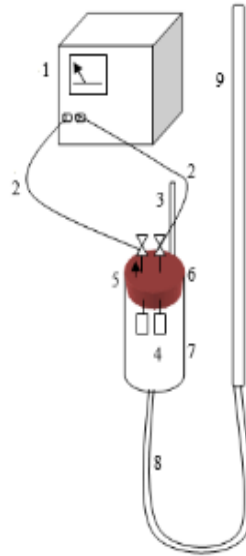
II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan jenis larutan H_2SO_4 (asam sulfat), kuat arus listrik yang digunakan sebesar 100, 200, 300, 400, dan 500 mA selama 30 detik untuk setiap kuat arus. Jarak antar elektroda 0,5 cm dengan ukuran penampang elektroda yaitu $(4 \times 1,5 \times 0,1) \text{ cm} = 0,6 \text{ cm}^3$ dalam suhu ruangan 28°C .

Alat dan bahan yang digunakan: *power supply*, dua kabel dengan penjepit, Beberapa gelas ukur 250 ml buaya, Larutan H_2SO_4 , aquades, pipet tetes, ember, dan *stopwatch*, terlihat pada gambar 1 berikut

Keterangan:

1. Power supply
2. Kabel dengan penjepit buaya
3. Termometer
4. Elektroda
5. Paku
6. Karet penutup tabung
7. Tabung besar
8. Pipa penghubung
9. Tabung kecil berskala



Gambar 1. Rangkaian percobaan

Untuk mengetahui volume gas letup yang terbentuk dengan konsentrasi larutan H_2SO_4 yang divariasi, dilakukan langkah-langkah yaitu

- A. membuat larutan elektrolit dengan konsentrasi 1M lalu mengisi tabung besar dengan larutan elektrolit sampai larutan memenuhi tabung. Pastikan pada tabung tidak terdapat ruang udaranya atau terisi penuh dengan larutan, dan menutup lubang kembali dengan paku.
- B. merangkai alat seperti pada gambar.
- C. menghubungkan kedua elektroda dengan sumber tegangan DC (*power supply*).
- D. pada waktu yang bersamaan nyalakan stopwatch selama 30 detik, lalu matikan sumber tegangan.
- E. mencatat volume gas yang terbentuk pada saat elektrolisis berlangsung.
- F. mengulangi langkah-langkah a sampai h untuk konsentrasi 1,5 M, 2M, 2,5 M, dan 3M dengan mengontrol besarnya arus listrik dan mencatat volume gas letup yang terbentuk.

Selanjutnya, analisis data yang diperoleh digunakan menghitung secara matematika menggunakan rumus dan metode grafik untuk mengetahui pengaruh konsentrasi larutan dan kuat arus terhadap volume gas letup yang dihasilkan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan elektrolisis yang dilakukan dalam waktu 30 detik dan kuat arus sebesar 100 mA, 200 mA, 300 mA, 400 mA, dan 500 mA kemudian dilakukan analisis data menggunakan perhitungan matematika:

$$V_n = 0,174 I t \quad \dots\dots(1)$$

dengan V_n = volume normal gas letup (mL); I = kuat arus (A) dan t = waktu selama arus mengalir (s). V_{hitung} untuk kuat arus (I) 0,1 A sampai 0,5 A dan waktu (t) 30 detik maka diperoleh nilai sebagai berikut :

$$V_{0,1A} = 0,174 (0,1 \text{ A}) (30 \text{ s}) = 0,522 \text{ mL}$$

$$V_{0,2A} = 0,174 (0,2 \text{ A}) (30 \text{ s}) = 1,044 \text{ mL}$$

$$V_{0,3A} = 0,174 (0,3 \text{ A}) (30 \text{ s}) = 1,566 \text{ mL}$$

$$V_{0,4A} = 0,174 (0,4 \text{ A}) (30 \text{ s}) = 2,088 \text{ mL}$$

$$V_{0,5A} = 0,174 (0,5 \text{ A}) (30 \text{ s}) = 2,610 \text{ mL}$$

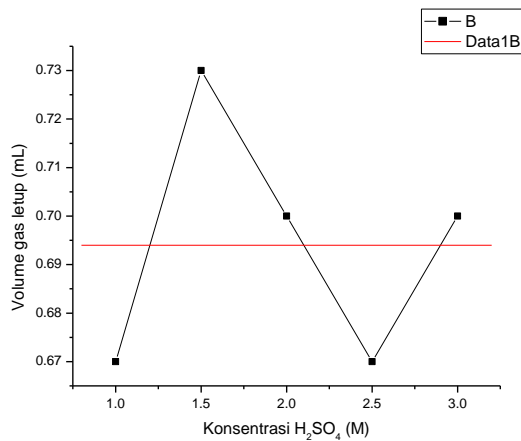
Tabel 1. Perbandingan hasil V_{hitung} dan V_{hasil}

No.	I (A)	V_{hitung} (mL)	V_{hasil} (mL)					V_{hasil} rata-rata(mL)
			1	1,5	2	2,5	3	
1	0,1	0,522	0,67	0,73	0,70	0,67	0,70	0,694
2	0,2	1,044	1,10	1,13	1,10	1,07	1,13	1,106
3	0,3	1,566	1,57	1,60	1,60	1,60	1,57	1,588
4	0,4	2,088	1,97	2,00	1,97	2,03	1,97	1,988
5	0,5	2,610	2,60	2,53	2,57	2,53	2,60	2,566

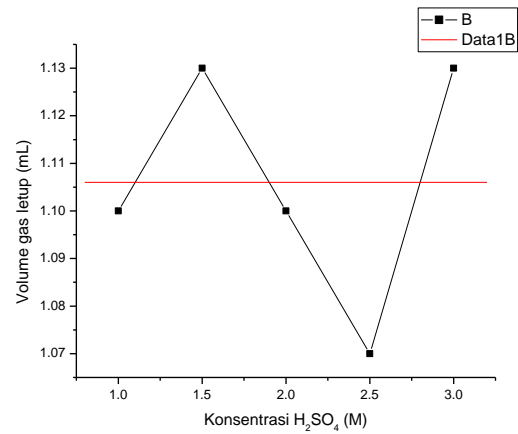
Tabel 1 menyajikan perbandingan nilai volume hasil percobaan (V_{hasil}) dengan volume gas letup V_n berdasarkan rumus perhitungan (1). Selanjutnya diperoleh grafik hubungan konsentrasi larutan dengan volume gas letup yang dihasilkan. Volume gas letup nilainya tidak berbeda jauh yaitu antara 0,67 sampai 7,30 mL untuk berbagai variasi konsentrasi larutan elektrolit (1M; 1,5M; 2M; 2,5M maupun 3M). Grafik hubungan konsentrasi elektrolit dengan volume gas letup pada Gambar 2 menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan diantara keduanya.

Persamaan grafik hubungan konsentrasi elektrolit dengan volume gas letup secara rinci adalah pada kuat arus 100 mA dengan konsentrasi 1 M: $Y = 0,694 - 2,22045E-17 X$, pada kuat arus 200 mA dengan konsentrasi 1,5 M: $Y = 1,106 - 4,44089E-17 X$, pada kuat arus 300 mA dengan konsentrasi 2 M: $Y = 1,588 + 0 X$, pada kuat arus 400 mA

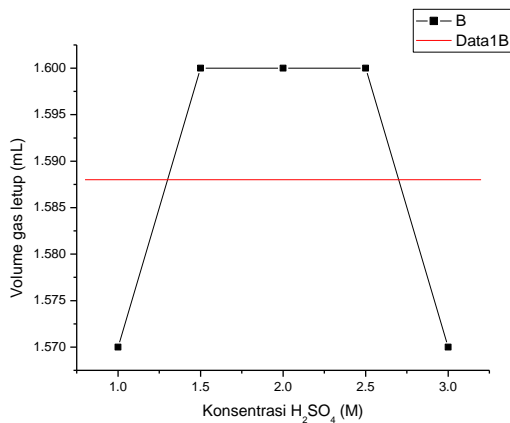
dengan konsentrasi 2,5 M: $Y = 1,976 + 0,006 X$, dan pada kuat arus 500 mA dengan konsentrasi 3 M: $Y = 2,566 + 0 X$. Hal ini sesuai dengan persamaan $V_n = 0,174 I t$, yang berarti arus 1 ampere dalam 1 detik menghasilkan 0,174 mL gas letup normal. Semakin besar konsentrasi maka semakin besar kekuatannya dalam menghantarkan listrik, dan berpengaruh terhadap banyaknya zat yang dihasilkan namun hal tersebut tidak berlaku pada volume gas letup yang dihasilkan pada proses elektrolisis air. Jadi tidak ada pengaruh konsentrasi larutan elektrolit terhadap volume gas letup yang dihasilkan.



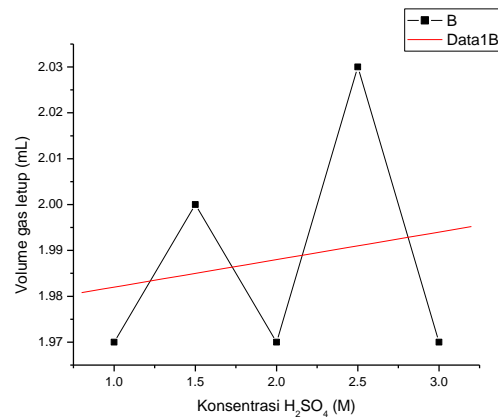
(Kuat arus = 100 mA)



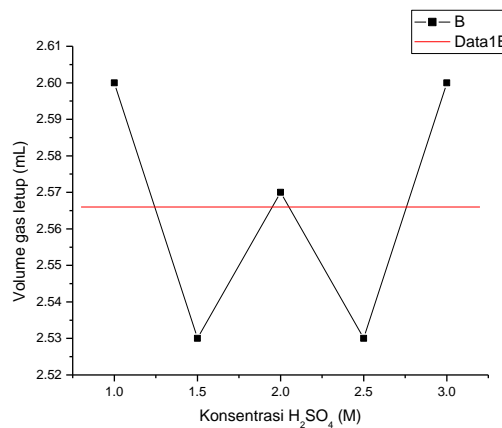
(Kuat arus = 200 mA)



(Kuat arus = 300 mA)



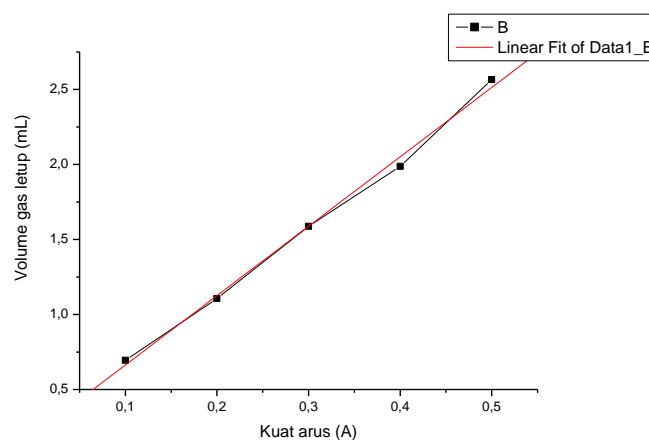
(Kuat arus = 400 mA)



(Kuat arus = 500 mA)

Gambar 2. Grafik hubungan konsentrasi larutan elektrolit dengan volume gas letup

Gambar 3 merupakan grafik hubungan kuat arus listrik dengan volume gas letup yang dihasilkan diperoleh persamaan garis $Y = 4,626 X + 0,2006$ dengan $R = 0,99812$. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin besar kuat arus yang digunakan maka volume gas letup yang dihasilkan juga semakin besar, ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang positif antara kuat arus listrik dengan volume gas letup, artinya arus listrik berpengaruh terhadap pembentukan gas letup. Semakin tinggi tegangan yang diterapkan, semakin cepat laju reaksinya. Hal ini terjadi karena peningkatan tegangan memperbesar arus yang dibawa oleh ion-ion bebas dalam larutan. Semakin besar arus listrik, semakin banyak ion-ion yang berperan dalam menghantarkan arus tersebut. Jumlah ion yang semakin banyak dalam proses penghantaran inilah yang menyebabkan laju reaksi meningkat (Yoyon et al, 2017)



Gambar 3. Grafik hubungan kuat arus listrik terhadap volume gas letup yang dihasilkan

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa:

1. Konsentrasi larutan elektrolit H_2SO_4 tidak mempengaruhi volume gas letup yang terbentuk.
2. Pengaruh arus listrik dengan volume gas letup adalah positif, yang berarti semakin besar kuat arus listrik yang digunakan maka semakin besar pula volume gas letup yang dihasilkan.

B. SARAN

Adapun saran peneliti agar diperoleh hasil yang lebih baik:

1. Pada penelitian elektrolisis air ini, pada tabung untuk mengukur volume gas letup terlalu kecil ukurannya yaitu terbatas pada 25 mL, sehingga bisa dibuat alat dengan tabung yang lebih besar volumenya agar bisa digunakan kuat arus yang lebih besar sehingga volume gas letup yang dihasilkan terlihat jelas.
2. Tegangan pada *power supply* tidak stabil disebabkan oleh adanya riak atau gangguan dari sumber tegangan (AC) sehingga tegangan yang masuk *power supply* tidak benar-benar DC 100%. Jika ingin DC 100%, maka dapat menggunakan batu baterai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih saya Ucapkan Kepada Program Studi Teknik Mesin Universitas Pamulang Kampus Serang, rekan-rekan dosen dan mahasiswa yang telah membantu dan serta Tim peneliti dari Teknik Mesin dan Semua Pihak yang sudah berperan aktif dan sudah berkontribusi dan mendukung baik secara moral ataupun material

DAFTAR PUSTAKA

- Achsin Muhammad A, Ihsanul Rijal, dan Tamzil Aziz, Pengaruh Waktu dan Tegangan Listrik terhadap Limbah Cair Rumah Tangga dengan Metode Elektrolisis, Jurnal Teknik Kimia, 23 (2): 114-119.
- Bockris, J. O., & Reddy, A. K. N. (2000). *Modern Electrochemistry 2B: Electrodics in Chemistry, Engineering, Biology, and Environmental Science*. 2nd ed. Kluwer Academic Publishers.
- Carmo, M., Fritz, D. L., Mergel, J., & Stolten, D. (2013). "A comprehensive review on PEM water electrolysis." *International Journal of Hydrogen Energy*, 38(12), 4901-4934.

- Diaz Fahreza, Dini Kurniawati, dan Nur Subeki, 2018, Analisis Produksi Gas Hidrogen dan Gas Oksigen dalam Proses Elektrolisis, Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA).
- Holladay, J. D., Hu, J., King, D. L., & Wang, Y. (2009). "An overview of hydrogen production technologies." *Catalysis Today*, 139(4), 244-260.
- Kurnia Dwi A, et al, 2024, Pengaruh Penggunaan Katalis pada Elektrolisis Air Gambut dalam Menghasilkan Gas Hidrogen, Jinggo: Jurnal Inovasi Teknologi Manufaktur, Energi, dan Otomotif, 2 (2), 130-137.
- Mulyono HAM, 2006, Membuat Reagen Kimia di Laboratorium, Jakarta: Bumi Aksara.
- Momirlan, M., & Veziroglu, T. N. (2005). "The properties of hydrogen as fuel tomorrow in sustainable energy system for a cleaner planet." *International Journal of Hydrogen Energy*, 30(7), 795-802.
- Munawar Alfansury S, Khairul Umurani, Wawan Septiawan D, 2020, Pengaruh Jenis Katoda terhadap Gas Hidrogen yang Dihasilkan dari Proses Elektrolisis Air Garam, Media Mesin: Majalah Teknik Mesin , 21 (2): 57-65.
- Ridho Fajrin et al, 2022, Analisa Produksi Gas Hidrogen dan Oksigen pada H₂O Murni dengan Variasi Tegangan dan Arus DC, Journal of Comprehensive Science, 1(4): 925-930.
- Rakib, M. A., Das, P. P., & Rahman, M. M. (2017). "Electrolysis of Water for Hydrogen Production." *Chemical Engineering & Science*, 5(1), 15-22.
- Yoyon Wahyono, Heri Sutanto, dan Eko Hidayanto, 2017, Produksi Gas Hydrogen Menggunakan Metode Elektrolisis dari Elektrolit Air dan Air Laut Dengan Penambahan Katalis Naoh, Youngster Physics Journal, 6(4): 353-359.