



Pengaruh Karbon Aktif Sebagai Katalis pada Generator HHO terhadap Nyala Api

Supriadi¹, Nova Risdiyanto Ismail²✉, Gatot Soebiyakto²

^{1,2,3} Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Widya Gama
Jl. Taman Borobudur Indah No.1, Malang, Indonesia
✉ *Corresponding author*: nova@widyagama.ac.id

Diterima Redaksi : 15 Maret 2024
Selesai Revisi : 20 April 2024
Diterbitkan Online : 18 Mei 2024

Abstract

This study was conducted with the aim of knowing the impact of the addition of activated carbon in the electrolysis process on the temperature and area of the fire color zone. This research uses an HHO generator with variations in the mixture of salt and activated carbon with a time of 5, 10, and 15 seconds. This research was conducted experimentally with a plate spacing of 1.5 mm and the highest temperature of 154.8°C in the salt mixture. The average area of the largest flame color zone is in the salt mixture of 33.75 mm².

Keywords: HHO generator; flame temperature; flame color zone area.

Abstrak

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui dampak dari penambahan karbon aktif dalam proses elektrolisis terhadap temperatur dan luas zona warna api. Penelitian ini menggunakan generator HHO dengan variasi campuran garam dan karbon aktif dengan waktu 5, 10, dan 15 detik. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan jarak pelat 1,5 mm dan temperatur tertinggi sebesar 154,8°C pada campuran garam. Luas rata-rata zona warna nyala api terbesar terdapat pada campuran garam sebesar 33,75 mm².

Kata kunci: generator HHO; temperatur nyala api; luas zona warna api.

1. Pendahuluan

Energi memainkan peran penting dalam kehidupan manusia dan hampir semua aktivitas manusia sangat tergantung pada energi [1]. Berbagai alat pendukung seperti alat penerangan, motor penggerak, peralatan rumah tangga, dan mesin-mesin industri dapat difungsikan jika ada energi. Terdapat dua kelompok besar energi, yaitu energi terbarukan dan energi yang tersedia terbatas di alam [2]. Energi terbarukan mencakup energi matahari, energi air, energi listrik, energi nuklir, energi minyak bumi, dan gas [3]. Sementara itu, energi yang tersedia terbatas di alam meliputi energi yang berasal dari fosil atau energi mineral batu bara. Pemanfaatan energi tersebut sudah dilakukan sejak dahulu. Namun, pemanfaatan energi yang tidak dapat diperbaharui secara berlebihan dapat menimbulkan krisis energi [4]. Energi menjadi komponen penting bagi kelangsungan hidup manusia karena hampir semua aktivitas kehidupan manusia sangat tergantung pada ketersediaan energi yang cukup [5]. Saat ini dan beberapa tahun ke depan, manusia masih akan tergantung pada sumber energi fosil karena sumber energi fosil inilah yang mampu memenuhi kebutuhan energi manusia dalam skala besar [6]. Sementara itu, sumber energi alternatif/terbarukan belum dapat memenuhi kebutuhan energi manusia dalam skala besar karena fluktuasi potensi dan tingkat ekonomi yang belum bisa bersaing dengan energi konvensional.

Produksi Brown's gas, dapat dilakukan dengan menggunakan generator HHO (Elektroliser) [7]. Generator HHO terdiri dari larutan elektrolit dan sepasang elektroda yang dialiri listrik untuk memecah H₂O menjadi Gas Brown [8]. Generator HHO memiliki 2 tipe, yaitu dry cell dan wet cell. Generator tipe kering (dry cell) memiliki elektroda yang dilalui larutan elektrolit atau tidak tercelup dengan larutan [9]. Menurut Arifin dkk [10] yang meneliti pengaruh penggunaan plat netral Stainless Steel 316 dan aluminium terhadap performa generator HHO tipe kering, generator tipe kering menjadi pilihan yang menarik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelat Stainless Steel 316 dapat dipilih karena dapat meminimalisir persentase losses energy. Temuan ini juga sejalan dengan penelitian Afif [9] yang menggunakan variasi pelat elektroda seperti tembaga, kuningan, aluminium, dan stainless steel dengan tebal celah 1.5, 1.8, 2, dan 3 mm. Penelitian tersebut menemukan bahwa produktivitas Brown's Gas tertinggi dicapai dengan material stainless steel dengan celah elektroda 1.5 mm sebesar 0.0212622l/s, serta efisiensi tertinggi juga pada pelat stainless steel dan celah 1.5 mm mencapai persentase 62.50%. Sementara itu, yang terendah terdapat pada aluminium.

Sumber energi alternatif yang jumlahnya banyak dan output dari proses penggunaan energi tidak merusak atau menimbulkan dampak negatif sangat diperlukan. Salah satu sumber energi alternatif yang menjanjikan adalah air atau hydrogen [11]. Hydrogen merupakan energi baru yang dianggap mampu menjadi alternatif bahan bakar transportasi di masa depan [12]. Meskipun air belum menjadi bahan bakar, namun dengan proses elektrolisis, air dapat diubah menjadi gas yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Gas yang dihasilkan dari pemisahan molekul air ini disebut gas oksihydrogen atau dikenal dengan nama Gas Brown atau HHO [13]. Jika diaplikasikan pada kendaraan bermotor, gas HHO dapat digunakan sebagai suplemen bahan bakar untuk kendaraan tersebut. Penambahan gas HHO pada kendaraan bermotor dapat mengurangi penggunaan bahan bakar mencapai 14,7% pada Toyota Avanza 1.300 cc [14].

Penelitian oleh Silaban [15] mengenai produksi Brown Gas. Dalam penelitian tersebut, pelat yang digunakan terbuat dari SS304 dan berjumlah 10 buah dengan rincian 4 buah untuk elektroda dan 6 buah untuk pelat netral. Variasi celah elektroda yang digunakan adalah 1mm, 1.25mm, 1.5mm, dan 2mm. Sementara itu, variasi fraksi massa NaHCO₃ yang digunakan adalah 0.39%, 0.59%, 0.79%, 0.99%, 1.18%, 1.38%, dan 1.58%. Perlakuan arus listrik yang digunakan adalah 3A, 5A, 6A, 8A, dan 10A. Data penelitian menunjukkan bahwa produktivitas Brown's gas tertinggi terjadi pada celah elektroda 1.5mm dengan fraksi massa 1.59% dan perlakuan arus listrik 10A, yaitu sebesar 0.00736 L/s. Sementara itu, produktivitas Brown's gas terendah terjadi pada celah elektroda 1mm dengan fraksi massa 0.39% dan perlakuan arus listrik 3A, yaitu sebesar 0.00198 L/s. Efisiensi tertinggi terjadi pada fraksi massa 1.58% dengan celah elektroda 1.25mm dan arus listrik 3A, yaitu sebesar 51%. Sedangkan efisiensi terendah terjadi pada fraksi massa 1.38% dengan celah elektroda 2mm dan arus listrik 10A, yaitu sebesar 24.2%.

2. Metode Penelitian

Prosedur penelitian ini dilakukan dengan pendekatan eksperimental, yaitu dengan melakukan pengamatan langsung terhadap perubahan temperatur dan zona warna nyala api yang dihasilkan oleh generator HHO. Penelitian dimulai dengan menyiapkan larutan elektrolit yang terdiri dari campuran air, garam, dan variasi jumlah karbon aktif sebagai katalis. Generator HHO kemudian diaktifkan untuk menghasilkan gas HHO, yang selanjutnya dialirkan ke burner guna diamati nyala apinya. Parameter utama yang diamati meliputi suhu nyala api menggunakan termometer digital serta perubahan warna nyala yang menunjukkan kualitas

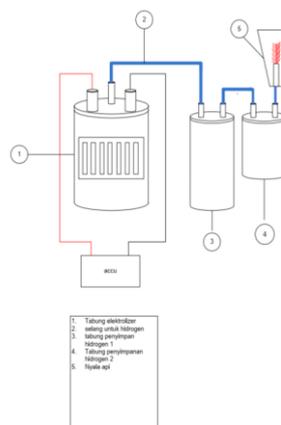
pembakaran. Setiap variasi jumlah karbon aktif diuji dalam kondisi yang sama guna memastikan hasil yang terukur dan dapat dibandingkan. Seluruh data hasil pengamatan dicatat dan dianalisis untuk mengetahui pengaruh penambahan karbon aktif terhadap efisiensi pembakaran yang ditandai oleh temperatur tinggi dan warna nyala api yang lebih cerah atau kebiruan. Dengan pendekatan ini, penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi efektivitas karbon aktif sebagai katalis dalam meningkatkan performa nyala api dari generator HHO.

Variabel Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah jenis larutan elektrolit, yaitu air biasa dan air dengan katalis campuran garam dan karbon aktif, yang akan divariasikan selama eksperimen. Adapun variabel terikatnya adalah zona warna nyala api dan temperatur api pada generator HHO. Sementara itu, variabel terkontrol meliputi tegangan listrik sebesar 12 volt DC dan volume larutan elektrolit sebanyak 900 mL air tanah untuk memastikan konsistensi pengujian.

Bahan dan Alat

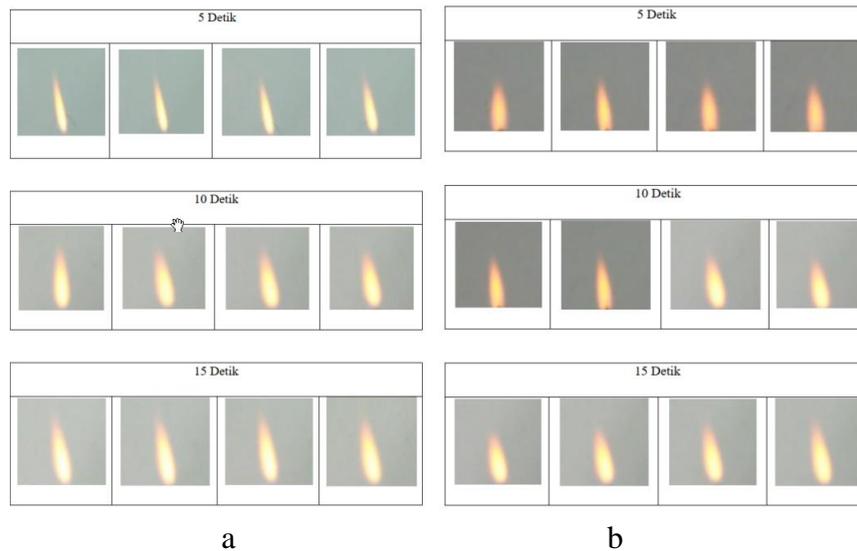
Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi tabung elektrolizer, elektroda stainless steel, power supply DC 12V/10A, serta bahan-bahan seperti katalis (garam NaCl dan karbon aktif) dan pelarut (air tanah). Penggunaan bahan dan alat tersebut dirancang untuk memastikan proses elektrolisis berjalan optimal sehingga data yang diperoleh dapat dianalisis secara akurat.



Gambar 1 Rancangan alat penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengamatan visual, penggunaan karbon aktif sebagai katalis pada generator HHO menunjukkan pengaruh signifikan terhadap intensitas, kestabilan, dan warna nyala api. Pada kondisi dengan karbon aktif, nyala api mulai terbentuk dengan baik sejak detik ke-5 dan semakin stabil serta terang pada detik ke-10 hingga ke-15, ditandai dengan warna oranye cerah dan bentuk nyala yang tegak serta terfokus, mencerminkan pembakaran yang lebih sempurna. Sebaliknya, pada kondisi tanpa karbon aktif, nyala api tampak lebih redup, tidak stabil, dan bentuknya kurang terarah, dengan warna dominan oranye gelap yang menandakan reaksi pembakaran kurang optimal. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa karbon aktif efektif mempercepat proses elektrolisis dan meningkatkan kualitas pembakaran gas HHO yang dihasilkan.



Gambar 1. gambar api dari proses elektrolisis (a) 900 ml air + garam 25 g dan (b) 900 ml air + karbon aktif 25 g

Luas Nyala api

Luas nyala api dari proses elektrolisis 900 ml air dan garam 25 g.

Tabel 1. Luas nyala api dari proses elektrolisis 900 ml air dan garam 25 g

Voltage	Campuran Katalis	Waktu (S)	Warna nyala api	Luas (mm ²)	T	
12 Volt	900 ml air + garam 25 gram	5 Detik	-	-	130,5°C	
			Kuning	7,268		
			Orange	7,822		
		10 detik	Putih	6,893		
			Kuning	12,138	145°C	
			Orange	11,838		
		Putih	6,084			
		15 Detik	15 Detik	Kuning	15,539	154,8°C
				Orange	13,456	

Tabel 1 menunjukkan hasil pengamatan terhadap luas dan warna nyala api yang dihasilkan dari proses elektrolisis menggunakan campuran 900 ml air dan 25 gram garam pada tegangan konstan 12 Volt. Pengamatan dilakukan pada tiga titik waktu yang berbeda, yaitu 5 detik, 10 detik, dan 15 detik, dengan fokus pada variasi warna nyala dan besarnya luas nyala api yang terbentuk, serta perubahan temperatur sebagai indikator efisiensi pembakaran.

Pada waktu 5 detik, nyala api mulai muncul dengan tiga variasi warna, yaitu kuning, oranye, dan putih. Luas nyala api masing-masing adalah 7,268 mm² untuk warna kuning, 7,822 mm² untuk warna oranye, dan 6,893 mm² untuk warna putih. Temperatur yang dihasilkan pada titik ini sebesar 130,5°C, yang mencerminkan awal proses pembakaran yang masih belum maksimal.

Memasuki waktu 10 detik, terjadi peningkatan yang signifikan pada luas nyala api, khususnya untuk warna kuning dan oranye, yang masing-masing mencapai 12,138 mm² dan 11,838 mm². Sebaliknya, nyala putih mengalami penurunan menjadi 6,084 mm². Temperatur juga mengalami kenaikan menjadi 145°C, menandakan bahwa proses pembakaran semakin intens dan lebih stabil dibandingkan waktu sebelumnya.

Pada pengamatan 15 detik, nyala api mencapai kondisi paling maksimal, ditandai dengan luas nyala tertinggi untuk warna kuning sebesar 15,539 mm² dan oranye sebesar 13,456 mm². Suhu tertinggi tercatat sebesar 154,8°C, yang mengindikasikan proses pembakaran paling efisien pada durasi waktu tersebut. Warna kuning secara konsisten menunjukkan luas nyala paling besar di setiap interval waktu, yang mengindikasikan kestabilan dan dominansi spektrum energi pada warna tersebut selama proses pembakaran berlangsung.

Tabel 2. Luas nyala api dari proses elektrolisis 900 ml air dan karbon aktif 25 g.

Voltage	Campuran Katalis	Waktu (S)	Warna nyala api	Luas (mm ²)	T		
12 Volt	900 ml air + karbon aktif 25 gram	5 Detik	-	-	130,5°C		
			Kuning	6.983			
		10 detik	Orange	12.332			
			-	8.047			
			Kuning	15.614			
			Orange	4.72			
			Putih	10.789			
			15 Detik	Kuning	21.308		
		Orange		6.983			
						145°C	154,8°C

Tabel ini memperlihatkan hasil pengamatan luas nyala api dan temperatur dari proses elektrolisis menggunakan campuran 900 ml air dan 25 gram karbon aktif pada tegangan 12 Volt dengan waktu pengamatan masing-masing pada 5, 10, dan 15 detik. Fokus pengamatan meliputi warna nyala api (kuning, oranye, dan putih), besarnya luas nyala (dalam mm²), serta temperatur yang dihasilkan pada masing-masing waktu.

Pada waktu 5 detik, nyala api mulai terbentuk dengan warna kuning seluas 6,983 mm² dan oranye seluas 12,332 mm², menghasilkan temperatur awal sebesar 130,5°C. Ini menunjukkan bahwa reaksi awal pembakaran sudah berlangsung aktif, terutama ditandai oleh luas nyala warna oranye yang cukup besar.

Memasuki 10 detik, nyala api menunjukkan perkembangan signifikan. Warna kuning mengalami peningkatan luas menjadi 8,047 mm², sedangkan oranye mencapai puncaknya sebesar 15,614 mm². Muncul juga nyala putih dengan luas 4,72 mm², yang menunjukkan adanya variasi suhu dalam nyala api. Suhu juga meningkat menjadi 145°C, menandakan proses pembakaran yang lebih sempurna dibandingkan waktu sebelumnya.

Pada 15 detik, luas nyala tertinggi dicapai oleh warna oranye dengan nilai 21,308 mm², diikuti oleh kuning sebesar 10,789 mm², dan putih sebesar 6,983 mm². Temperatur juga mencapai titik tertinggi sebesar 154,8°C, mengindikasikan bahwa proses elektrolisis pada campuran ini menjadi semakin efisien seiring waktu.

Secara keseluruhan, data pada tabel menunjukkan bahwa durasi waktu berbanding lurus dengan luas nyala api dan peningkatan temperatur. Karbon aktif berperan penting dalam memperluas area nyala api, dengan warna oranye secara konsisten mencatatkan luas terbesar pada setiap waktu. Hal ini mengindikasikan bahwa karbon aktif mampu meningkatkan distribusi panas selama pembakaran. Variasi warna nyala yang muncul juga mencerminkan perbedaan tingkat suhu dan komposisi gas hasil elektrolisis yang terbakar.

Tabel 3. Perbandingan Luas dan Temperatur Nyala Api dari Proses Elektrolisis Menggunakan Campuran Air dengan Garam dan Karbon Aktif pada Tegangan 12 Volt

Campuran	Katalis	Waktu (S)	Orange	Kuning	Putih	Rata-Rata	Temperature
900 ml air + garam 25 gram							
		5 detik	7.822	7.268	-	7.54	130.5°C
		10 detik	11.838	12.138	6.893	10.28	145°C
		15 detik	13.453	15.539	6.084	11.69	154.8°C
Subtotal						29.51	
900 ml air + karbon aktif 25 gram							
		5 detik	12.332	6.983	-	9.65	99.5°C
		10 detik	15.614	8.047	-	11.83	124°C
		15 detik	21.308	10.789	4.72	12.27	127.8°C
Subtotal						33.75	
Grand Total						63.26	

Tabel 3 menyajikan perbandingan hasil proses elektrolisis menggunakan dua jenis campuran katalis, yaitu campuran 900 ml air dengan 25 gram garam dan campuran 900 ml air dengan 25 gram karbon aktif. Pengamatan dilakukan pada tiga interval waktu, yaitu 5, 10, dan 15 detik, untuk mengetahui luas nyala api dari warna oranye, kuning, dan putih, serta suhu yang dihasilkan pada masing-masing kondisi.

Pada campuran air dan garam, luas nyala api cenderung meningkat seiring bertambahnya waktu. Warna kuning dan oranye mendominasi nyala api, dengan luas terbesar terjadi pada detik ke-15, yaitu sebesar 15,539 mm² (kuning) dan 13,453 mm² (oranye). Temperatur juga meningkat signifikan, dimulai dari 130,5°C pada 5 detik hingga mencapai 154,8°C pada 15 detik. Rata-rata luas nyala dari seluruh pengamatan untuk campuran ini tercatat sebesar 29,51 mm².

Sementara itu, pada campuran air dan karbon aktif, luas nyala api menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan campuran garam. Luas nyala oranye mencapai nilai tertinggi sebesar 21,308 mm² pada 15 detik, disusul oleh warna kuning sebesar 10,789 mm². Namun demikian, temperatur yang dihasilkan relatif lebih rendah, yaitu mulai dari 99,5°C hingga 127,8°C. Rata-rata luas nyala keseluruhan dari campuran ini mencapai 33,75 mm², menunjukkan keunggulan karbon aktif dalam memperluas permukaan pembakaran.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi karakteristik nyala api yang dihasilkan dari proses elektrolisis dengan membandingkan dua jenis campuran katalis, yaitu campuran 900 ml air dengan 25 gram garam, serta 900 ml air dengan 25 gram karbon aktif. Kedua campuran tersebut diuji pada tegangan konstan sebesar 12 Volt, dengan pengamatan dilakukan pada interval waktu 5, 10, dan 15 detik. Fokus utama penelitian terletak pada perbedaan luas dan warna nyala api yang dihasilkan, sebagai indikator dari intensitas dan efisiensi proses pembakaran yang berlangsung.

Pada campuran air dan garam, hasil pengamatan menunjukkan bahwa luas nyala api mengalami peningkatan secara konsisten seiring bertambahnya waktu pemaparan arus listrik. Pada detik ke-15, nyala api mencapai luas maksimum sebesar 15.539 mm² dengan dominasi warna kuning cerah dan suhu tertinggi tercatat sebesar 154,8°C. Warna nyala api bervariasi dari kuning ke oranye hingga putih, yang merupakan indikasi visual dari perbedaan temperatur dan kandungan energi dalam proses pembakaran. Secara keseluruhan, rata-rata luas nyala yang dicapai dari seluruh durasi pengamatan adalah sebesar 29,51 mm².

Peningkatan suhu yang teramati, dari 130,5°C pada detik ke-5 hingga 154,8°C pada detik ke-15, menunjukkan bahwa proses pembakaran berlangsung semakin sempurna seiring waktu. Hal ini mengindikasikan bahwa energi yang dihasilkan dari proses elektrolisis menjadi lebih stabil dan efisien dalam membentuk nyala api dengan daya bakar yang lebih tinggi. Temuan ini menegaskan bahwa durasi waktu dan komposisi campuran memainkan peran penting dalam menentukan performa pembakaran, yang pada gilirannya dapat menjadi parameter penting dalam optimalisasi penggunaan elektrolit untuk aplikasi energi alternatif seperti HHO (oxyhydrogen). Penelitian ini membuka peluang untuk eksplorasi lebih lanjut terhadap jenis katalis lain, serta pengaruh variasi tegangan terhadap kualitas dan efisiensi nyala api yang dihasilkan.

Sementara itu, campuran air dengan karbon aktif menghasilkan nyala api yang lebih luas dibandingkan campuran garam. Luas nyala tertinggi tercatat sebesar 21.308 mm² (warna oranye) pada 15 detik dengan suhu 127,8°C. Meskipun suhu yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan campuran garam, rata-rata luas nyala mencapai 33,75 mm², menunjukkan efisiensi pembakaran yang lebih tinggi dan distribusi api yang lebih merata. Dominasi warna kuning dan oranye mengindikasikan pembakaran berlangsung dengan baik meskipun tidak menghasilkan suhu yang ekstrem. Dengan demikian, penggunaan karbon aktif terbukti lebih efektif dalam memperluas area nyala api secara signifikan, menjadikannya katalis yang potensial dalam meningkatkan efisiensi generator HHO.

4. Kesimpulan

Berdasarkan data yang telah diperoleh, dapat disimpulkan bahwa rata-rata luas nyala api pada proses elektrolisis menggunakan campuran air dan garam sebesar 29,51 mm², sedangkan pada campuran air dan karbon aktif mencapai 33,75 mm². Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan karbon aktif sebagai campuran elektrolit lebih efektif dalam memperluas area nyala api, yang dapat diartikan sebagai peningkatan distribusi energi pembakaran di permukaan nyala. Namun, dari segi temperatur, campuran air dan garam menghasilkan suhu tertinggi sebesar 154,8°C, mengindikasikan bahwa meskipun luas nyala lebih kecil, efisiensi pembakaran dari sisi termal justru lebih optimal.

Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing jenis campuran memiliki keunggulan tersendiri: karbon aktif lebih unggul dalam memperluas penyebaran nyala, sementara garam lebih efektif dalam menghasilkan temperatur tinggi. Kedua temuan ini memberikan gambaran bahwa pemilihan jenis katalis harus disesuaikan dengan tujuan aplikasi—apakah lebih menekankan pada distribusi energi atau intensitas panas. Oleh karena itu, hasil penelitian ini memberikan kontribusi penting bagi pengembangan sistem pembakaran berbasis elektrolisis, terutama dalam aplikasi energi alternatif seperti generator HHO, dengan mempertimbangkan kombinasi optimal antara jenis katalis dan parameter operasional untuk mencapai performa pembakaran yang maksimal.

Daftar Pustaka

- [1] A. F. Nurhasanah, S. Sudarti, and Y. Yushardi, “Kajian Perubahan Iklim Terhadap Efisiensi Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif Di Indonesia,” *Opt. J. Pendidik. Fis.*, vol. 7, no. 2, pp. 366–375, 2023.
- [2] A. Ghofur and A. Mursadin, “Karateristik Tanah Gambut Sebagai Energi Alternatif,” *Jukung (Jurnal Tek. Lingkungan)*, vol. 4, no. 2, 2018.
- [3] I. Kholiq, “Analisis pemanfaatan sumber daya energi alternatif sebagai energi terbarukan untuk mendukung substitusi BBM,” *J. Iptek*, vol. 19, no. 2, pp. 75–91, 2015.
- [4] R. Prihandana, *Energi hijau: Pilihan bijak menuju negeri mandiri energi*. Niaga

Swadaya, 2008.

- [5] Rosta Natalia Sinaga and Rosdanelli Hasibuan, “Pembuatan Briket Dari Kulit Kakao Menggunakan Perikat Kulit Ubi Kayu,” *J. Tek. Kim. USU*, vol. 6, no. 3, pp. 21–27, 2017, doi: 10.32734/jtk.v6i3.1585.
- [6] O. Sebastian and T. B. Sitorus, “Analisa Efisiensi Elektrolisis Air dari Hydrofill pada Sel Bahan Bakar,” *J. Din.*, vol. 2, no. 12, pp. 16–25, 2013.
- [7] M. T. Taufik, M. Margianto, and E. Marlina, “Pengaruh Variasi Prosentase Katalis NaHCO_3 Terhadap Produksi Brown’s Gas pada Proses Elektrolisis Air Dengan Menggunakan Alat Tipe Dry Cell,” *J. Tek. Mesin*, vol. 8, no. 01, 2017.
- [8] G. P. Tumilaar, F. Lisi, and M. Pakiding, “Optimalisasi penggunaan bahan bakar pada generator set dengan menggunakan proses elektrolisis,” *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 4, no. 2, pp. 77–88, 2015.
- [9] M. T. Afif and K. Anam, “Produksi Brown’s Gas pada Eletrolizer Tipe Drycell dengan Material Elektroda Berbeda,” *SAINTEK II Tahun 2017*, pp. 165–175, 2017.
- [10] T. Arifin, B. Rudiyanto, and Y. Susmiati, “Studi penggunaan plat elektroda netral Stainless Steel 316 dan Aluminium terhadap performa generator HHO dry cell,” *Rona Tek. Pertan.*, vol. 8, no. 2, pp. 116–129, 2015.
- [11] A. Sudrajat, E. M. Handayani, N. Tamaldin, and A. K. M. Yamin, “Principle of generator HHO hybrid multistack type production technologies to increase HHO gas volume,” *SHS Web Conf.*, vol. 49, p. 2016, 2018, doi: 10.1051/shsconf/20184902016.
- [12] I. Sopandi, Y. Hananto, and B. Rudiyanto, “Studi Ketebalan Elektroda Pada Produksi Gas HHO (Hidrogen Hidrogen Oksigen) Oleh Generator Hho Tipe Basah Dengan Katalis NaHCO_3 (Natrium Bikarbonat),” *J. Ris. Teknol. dan Produksi*, vol. 8, no. 2, pp. 38–49, Oct. 2015, doi: 10.17969/rtp.v8i2.3007.
- [13] A. A. B. Persada and I. K. Nugraheni, “Analisa Performa Generator HHO Type Basah Dengan Variasi Larutan Elektrolit dan Tegangan Listrik Dalam Memproduksi Gas HHO Sebagai Bahan Bakar Alternatif,” in *Seminar Nasional Riset Terapan*, Banjarmasin, 2016.
- [14] I. Wahyudin and H. L. Guntur, “Studi Karakteristik Generator Gas HHO Dry Cell dan Aplikasinya pada Kendaraan Bermesin Injeksi 1300 cc,” *J. Tek. POMITS*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2012.
- [15] R. Y. Silaban, “Produksi Brown’s Gas Pada Electrolyzer Dry Cell Dengan Variasi Celah Elektroda dan Fraksi Massa NaHCO_3 ,” *Malang*.