

PEMBUATAN GAS HIDROGEN DARI LIMBAH ALUMINIUM KALENG SOFT DRINK MENGGUNAKAN KATALIS KALIUM HIDROKSIDA

Selviana*¹, Indah Purnamasari¹, Robert Junaidi¹

¹ Program Studi Teknologi Kimia Industri/ Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya

*Email: selviana87@gmail.com

ABSTRAK

Limbah kaleng *soft drink* menjadi salah satu permasalahan limbah yang ada di Indonesia. Hal ini disebabkan karena limbah kaleng adalah limbah yang tidak bisa diuraikan secara alami dan termasuk ke dalam limbah anorganik. Aluminium memerlukan waktu sekitar 400 tahun untuk terurai dalam tanah. Kandungan aluminium yang besar tentu bisa dimanfaatkan kembali menjadi barang atau bahan baku untuk diproses lebih lanjut menjadi bahan dalam pembuatan gas hidrogen. Hidrogen dianggap sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan karena emisinya sangat rendah dan nilai energinya cukup tinggi. Saat hidrogen dibakar, ia tidak menimbulkan polusi atau gas rumah kaca yang dapat membuat pemanasan global semakin rusak. Proses produksi gas hidrogen melibatkan reaksi antara logam aluminium dengan katalis yang bersifat asam atau basa. Dalam hal ini, penggunaan katalis basa yang kuat seperti KOH terbukti menghasilkan jumlah hidrogen yang lebih banyak. Percobaan ini bertujuan untuk memanfaatkan sisa limbah kaleng bekas yang bisa digunakan menjadi bahan untuk memproduksi gas hidrogen. Proses percobaan ini dilakukan dengan melakukan reaksi antara serbuk logam aluminium yang bersumber dari kaleng minum bekas dengan massa aluminium yang bervariasi 3, 4, 5 dan 6 g dengan air dan katalis KOH 2, 3 dan 4 M di dalam reaktor *fixed bed*, dengan proses selama 20 menit pada temperatur 50° C. Hasil percobaan akan di analisa menggunakan *Gas Detector Analyzer* mendapatkan hasil bahwa Massa Aluminium 6 g dengan konsentrasi katalis 4 M mendapat gas Hidrogen 66% sedangkan massa aluminium 3 g dengan Katalis 2 M mendapat gas Hidrogen 20%. Hal ini membuktikan bahwa meningkatnya jumlah massa dan konsentrasi dalam proses akan membuat gas hidrogen akan menghasilkan volume yang semakin besar.

Kata kunci : Aluminium, Hidrogen, KOH

ABSTRACT

Cans of soft drinks are a source of waste in Indonesia, as this inorganic waste cannot be decomposed rapidly and naturally. Aluminum takes about 400 years to decompose in the soil. A large amount of aluminum contained in the cans can be reused as goods or raw materials to produce hydrogen gas. Hydrogen is considered an environmentally friendly fuel regarding its very low emissions and high energy value. The hydrogen gas production process involves a reaction between aluminum metal and a catalyst. In this case, the use of a strong base catalyst such as KOH has been shown to produce more hydrogen. This experiment aims to utilize the cans as a material to produce hydrogen gas. This experimental process was carried out by reacting aluminum metal powder sourced from used drinking cans with varying aluminum masses of 3, 4, 5 and 6 g with water and KOH catalysts of 2, 3 and 4 M in a fixed bed reactor, with a process for 20 minutes at a temperature of 50 °C. The results of the reactions were analyzed using a Gas Detector Analyzer. This study shows that 6 g of aluminum catalyzed with 4 M KOH results in 66% Hydrogen gas, and 3 g of aluminum catalyzed with 2 M KOH results in 20% Hydrogen gas. This proves that increasing the amount of mass and concentration in the process increases the resulting volume of hydrogen gas.

Keywords : Aluminium, Hydrogen, KOH

1. Pendahuluan

Dalam menghadapi tantangan lingkungan global, terdapat dorongan kuat dari para ahli energi untuk mengembangkan solusi energi yang lebih bebas emisi. Salah satu cara yang sedang dipertimbangkan adalah memanfaatkan limbah kaleng minuman bekas untuk produksi hidrogen. Limbah kaleng minuman menjadi masalah di Indonesia karena termasuk limbah anorganik yang sulit terurai secara alami. Aluminium membutuhkan sekitar 400 tahun untuk terurai dalam tanah, sehingga jika tidak dikelola dengan baik, limbah ini akan berdampak jangka panjang terhadap lingkungan (Syarif dkk, 2014).

Sebanyak 67,8 juta ton sampah telah dihasilkan Indonesia pada tahun 2020 menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). Jumlah tersebut setara dengan 3,34% atau setara dengan 2,26 juta

ton sampah logam termasuk didalamnya aluminium dihasilkan dan terus mengalami kenaikan setiap tahunnya (Monavia, 2020). Kenaikan ini terjadi karena pesatnya keinginan pasar karena wadahnya yang praktis mudah dibawah sehingga membuat kebiasaan masyarakat yang menyukai segala sesuatu yang instan.

Pada industri minuman aluminium sering dipilih dalam industri minuman ringan karena sifat mekanisnya yang kuat (Syarif dkk, 2014). PT. *Coca-Cola Company*, misalnya, mampu menjual 1,9 miliar porsi minuman dari 40 produk di 200 negara setiap harinya (Tysara, 2023). Dalam berbagai jenis kaleng memiliki kandungan aluminium yang bervariasi, seperti pada kaleng *Greensands* (90,87%), *Pocari Sweat* (96,38%), *Coca-Cola* (93,28%), dan *Larutan Cap Kaki Tiga* (89,74%) (Saputra, 2012). Kandungan aluminium yang tinggi pada kaleng ini memiliki potensi untuk di daur ulang. Oleh

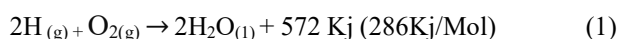
karena itu, pengelolaan limbah kaleng aluminium memerlukan strategi yang terkoordinasi dengan baik, termasuk daur ulang lebih luas, sistem pengelolaan yang berkelanjutan, serta inovasi dalam desain produk. Salah satu inovasi pengolahan limbah kaleng aluminium adalah sebagai bahan utama dalam memproduksi gas hidrogen.

Hidrogen adalah unsur yang paling banyak ditemukan di bumi. Hidrogen dapat diproduksi dari berbagai sumber seperti biomassa, air, dan bahan bakar fosil (Bakenne dkk, 2016). Namun kenyataannya, hampir semua hidrogen yang diproduksi di dunia (97%) masih berasal dari bahan bakar fosil seperti gas alam. melalui proses reformasi uap, gasifikasi batu bara, dan hidrokarbon ringan. Di Indonesia, konsumsi hidrogen pada tahun 2023 sebanyak 1,75 juta ton/tahun (Perdana, 2024).

Hidrogen menjadi bahan bakar alternatif yang tidak menghasilkan emisi, yang mendukung agenda global dalam mencegah pemanasan global, dan dianggap bersih karena memiliki emisi rendah serta tingkat energi tinggi (Kirtay, 2011). Selain itu, pembakaran hidrogen hanya menghasilkan uap air dan panas, sehingga tidak merusak lapisan ozon maupun menyebabkan hujan asam. Kebutuhan global yang mendesak untuk menjaga lingkungan tetap bersih telah mendorong para ahli energi untuk mencari dan mengembangkan berbagai solusi menghasilkan energi bersih. Mereka berkomitmen, untuk mengembangkan energi yang tidak hanya pada lingkungan, tetapi juga mampu mendukung keberlanjutan pasokan energi di masa depan (Hakim dkk, 2017).

Kaleng minuman berbahan aluminium umumnya memiliki lapisan cat tipis di bagian luarnya. Jika ingin melakukan reaksi kimia yang melibatkan aluminium, seperti reaksi dengan asam atau basa, lapisan cat ini harus dihilangkan terlebih dahulu. Lapisan cat tersebut bisa menghalangi kontak langsung antara aluminium serta menghambat atau mencegah terjadinya reaksi lainnya.

Hasil utama dalam pembuatan hidrogen adalah air, sehingga tidak menimbulkan masalah lingkungan. tantangan dalam pengembangan hidrogen terletak pada kemampuan untuk memisahkan molekul H₂O dalam jumlah besar dengan cara yang ekonomis (House dan House, 2016). Dalam sebuah molekul air, terdapat dua atom hidrogen yang masing-masing memiliki muatan positif, yang terikat pada satu atom oksigen yang memiliki muatan negatif melalui dua ikatan kovalen. Ketika molekul-molekul air saling berdekatan, daya tarik antara muatan negatif dari atom O dan muatan positif dari atom H di molekul H₂O lainnya menyebabkan terbentuknya ikatan hidrogen, yang menghubungkan molekul-molekul air satu sama lain. yang ditunjukkan dalam persamaan reaksi berikut :



Logam-logam yang merupakan bagian bawah golongan IIA dan golongan IA memiliki tingkat reaktivitas yang tinggi, sehingga mereka bereaksi dengan H₂O dan memperoleh gas hidrogen. Namun, pada aluminium, reaksi semacam ini hanya dapat berlangsung jika terdapat zat alkali kuat yang terlibat seperti KOH atau NaOH. Hal tersebut disebabkan oleh adanya lapisan tipis Al₂O₃ yang melapisi permukaan aluminium, yang

berfungsi sebagai penghalang dan mencegah reaksi langsung antara aluminium dengan molekul air (Porciuncula, 2012).

Salah satu cara yang diterapkan untuk menghasilkan hidrogen dari aluminium melibatkan penggunaan katalis basa seperti NaOH atau KOH. Dalam proses ini, KOH berfungsi sebagai katalis yang memainkan peran penting dalam reaksi tersebut karena mampu menurunkan energi aktivasi sehingga dapat meningkatkan reaksi. Hal ini dilakukan tanpa menyebabkan perubahan permanen pada KOH itu sendiri selama reaksi berlangsung, sehingga katalis ini tetap efektif dan dapat digunakan berulang kali dalam proses produksi hidrogen.

Aluminium adalah logam dengan warna putih keperakan yang memiliki titik lebur pada suhu 659° C. Ketika aluminium terkena udara, ia biasanya akan mengalami proses oksidasi pada permukaannya, yang menghasilkan lapisan oksida. Lapisan oksida ini berfungsi untuk melindungi logam aluminium dari kerusakan lebih lanjut akibat korosi, sehingga mencegah kerusakan yang lebih serius pada logam tersebut. Oksidasi ini adalah reaksi yang terjadi secara alami dan berperan dalam mengubah sifat permukaan aluminium seiring waktu. Pembentukan hidrogen ini terjadi sesuai dengan persamaan yang dijelaskan (Sitohang dkk, 2017). dibawah:



Penelitian tentang pembentukan gas hidrogen telah dilakukan sebelumnya. Azzahra (2022) menggunakan serbuk aluminium dan katalis KOH dengan variasi konsentrasi KOH (1; 1,5; 2; serta 2,5 M) serta massa aluminium (2; 2,5 serta 3 g). Memperoleh volume hidrogen tertinggi didapat pada aluminium 3 g dan NaOH 2,5 M. Sitohang dkk. (2017) Meneliti proses pembuatan gas hidrogen dengan menggunakan KOH, untuk melihat bagaimana variasi massa (0,5; 1; 1,5; serta 2 g) dan konsentrasi KOH (2, 3, 4, 5, serta 6 N). Mereka menemukan konversi aluminium tertinggi pada 0,5 g aluminium dan KOH 6 N, mencapai 86,97%. Hakim dkk. (2017) juga meneliti proses pembuatan hidrogen dengan menggunakan aluminium foil dengan varian massa hanya 1 g dan air menggunakan katalis NaOH (2, 3, 4, 5, serta 6 N). Mereka mendapatkan bahwa volume hidrogen tertinggi didapat pada NaOH 6 N. Hasilnya mengindikasikan bahwa ketika kadar katalis semakin tinggi, jumlah hidrogen yang dihasilkan juga meningkat secara signifikan.

Penelitian ini secara khusus berfokus pada penggunaan KOH sebagai katalis dalam proses pembuatan gas hidrogen, dimana kaleng bekas aluminium direaksikan dengan air menggunakan alat fixed bed reactor. Tujuan dari penelitian ini untuk mengeksplorasi bagaimana proses dapat dioptimalkan, dengan harapan bahwa pengembangan lebih lanjut dari teknologi ini dapat memberikan solusi untuk tantangan energi global yang semakin mendesak. Selain itu, diharapkan bahwa teknologi ini dapat berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan dengan memanfaatkan limbah industri sebagai sumber energi yang tidak hanya efektif dan bermanfaat tetapi juga ramah terhadap lingkungan.

2. Metode Penelitian

2.1. Alat dan Bahan

Alat-alat yang dibutuhkan yaitu: kikir besi, kaca arloji, gelas kimia, neraca analitik, spatula, pengaduk kaca, labu ukur, pipet ukur, bola karet, erlenmeyer, dan gas detector analyzer. Selain itu, bahan-bahan yang dibutuhkan meliputi: kaleng bekas minuman, aquadest, dan KOH. Rancangan alat dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alat Fixed bed Reactor

2.2. Perlakuan dan Rancangan penelitian

Perlakuan dan perancangan dalam penelitian ini digunakan dalam proses produksi gas hidrogen adalah sebagai berikut :

1. Variabel Tetap

Variabel tetap yang dilakukan pada penelitian ini yaitu: temperatur 50°C dan waktu 20 menit

2. Variabel Bebas

Variabel tetap yang dilakukan pada penelitian ini yaitu: massa logam Al (3, 4, 5, serta 6 g) dan konsentrasi KOH (2, 3, serta 4 M).

2.3. Prosedur Percobaan

Persiapan Bahan Baku

Persiapan bahan baku meliputi pembersihan kaleng bekas minuman. Lapisan cat pada kaleng belah diampas. Setelah proses penghapusan cat selesai, kaleng yang telah dibersihkan dihaluskan menggunakan pengikir besi. Selanjutnya, serbuk hasil pengikiran harus diayak dengan menggunakan sieve shaker untuk memastikan bahwa ukuran partikel serbuknya seragam dan konsisten.

Pembuatan Gas Hidrogen

Pembuatan gas hidrogen diawali dengan membuat larutan KOH 2 M. Untuk itu, ditimbang serbuk aluminium dari kaleng bekas sebanyak 3 g. Serbuk tersebut ditambahkan H₂O sebanyak 100 ml. Alat fixed bed reactor dihubungkan ke listrik dan temperatur diatur pada 50°C. Kantong penyimpanan gas dipasang pada reaktor pada valve atas pengeluaran untuk menangkap gas hidrogen yang dihasilkan. Setelah suhu mencapai 50°C larutan diinjeksikan KOH sebanyak 5 ml ke dalam reaktor. Kemudian valve gas Hidrogen dibuka. Rangkaian di atas diulangi pada semua produksi dengan berat aluminium 4 g, 5 g, dan 6 g dan konsentrasi KOH 3 M dan 4 M.

Uji Kandungan Gas Hidrogen

Uji kandungan balon yang berisikan Gas Hidrogen dilakukan dengan menggunakan alat Gas Detector Analyzer. Penelitian dilakukan dengan dua variabel yaitu berat aluminium dan konsentrasi KOH. Parameter yang

diamati terhadap hasil proses pembuatan gas hidrogen adalah volume Hidrogen (%) yang didapatkan dari analisa Menggunakan Portable Multi Gas Detector (Gambar 2). Percobaan dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia Polteknik Negeri Sriwijaya.



Gambar 2. Alat Gas Analyzer

Kemudian % Konversi Aluminium dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ Konversi Aluminium} = \frac{\text{Mol Aluminium Bereaksi}}{\text{Mol Aluminium Awal}} \times 100$$

Uji Nyala Gas Hidrogen (H₂)

Uji nyala yang dilakukan menggunakan pemantik api di ujung urine bag.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisa Gas Hidrogen

Pengaruh Variasi Massa Aluminium dan Konsentrasi Katalis KOH Terhadap Pembuatan Gas Hidrogen

Hasil analisa gas hidrogen menggunakan alat Multigas Detector Analyzer dapat dilihat pada Tabel 1. Data ini menunjukkan bahwa semakin kuat konsentrasi KOH semakin besar volume gas hidrogen yang dihasilkan. Begitu pula, semakin besar jumlah Al pada konsentrasi KOH yang sama menghasilkan volume gas hidrogen yang semakin besar.

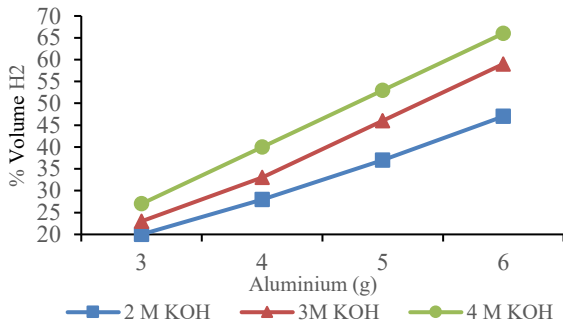
Tabel 1. Data dalam Pembuatan Gas H₂

No	Perlakuan			Hasil Data	
	Temperatur (°C)	Waktu (menit)	Konsentrasi KOH (M)	Massa Al (g)	H ₂ (% volume)*
1	50	20	2	3	20
2				4	28
3				5	37
4				6	47
5	50	20	3	3	23
6				4	33
7				5	46
8				6	59
9	50	20	4	3	27
10				4	40
11				5	53
12				6	66

*Menggunakan Multigas Detector Analyzer, hasil dalam % volume

Pengaruh dari variasi massa aluminium dan konsentrasi katalis terhadap jumlah gas hidrogen yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini. Dari Gambar 3, terlihat bahwa ketika jumlah massa aluminium dan konsentrasi KOH yang digunakan semakin tinggi, maka jumlah hidrogen yang diperoleh akan semakin tinggi pula, hal ini menunjukkan adanya hubungan langsung antara kedua faktor tersebut dengan hasil

produksi hidrogen. Pada penelitian ini jumlah variasi massa aluminium yang digunakan sebesar 3 g, 4 g, 5 g, dan 6 g dan konsentrasi katalis sebesar 2 M, 3M, 4 M. Hasil produksi menunjukkan bahwa produksi gas hidrogen yang dihasilkan berbanding lurus. Massa aluminium 6g dan konsentrasi katalis KOH 4 M menghasilkan gas hidrogen terbesar yaitu 66% sedangkan gas hidrogen yang dihasilkan paling rendah ada pada massa aluminium 3 g dan Konsentrasi Katalis KOH sebesar 20%.



Gambar 3. Grafik variasi massa aluminium dan konsentrasi katalis KOH terhadap analisa volume pembuatan gas hidrogen

Hal ini juga selaras dengan penelitian Sitohang, dkk (2018) yang menunjukkan bahwa jumlah bahan dasar akan mempengaruhi hasil jumlah volume hidrogen. Kemungkinan penyebabnya adalah adanya perubahan dalam bilangan oksidasi pada aluminium dan hidrogen. Ketika aluminium bereaksi dan menghasilkan ion $Al(OH)_4^-$, terjadi perubahan angka pada bilangan oksidasi yaitu 0 ke $+3$. Sedangkan, angka bilangan oksidasi H mengalami perubahan dari $+1$ ke 0.

Dengan demikian, saat keadaan basa maupun asam, terjadi reaksi karena sifat keamfoteran aluminium yang menunjukkan pola perubahan pada bilangan oksidasi. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan bilangan oksidasi ini tetap konsisten dan dapat diamati dalam berbagai kondisi reaksi, baik saat lingkungan bersifat asam maupun basa.

Lebih lanjut, reaksi antara aluminium dan kalium hidroksida, serta bagaimana reaksi tersebut mempengaruhi volume hidrogen yang dihasilkan, aluminium berikatan dengan ion OH^- dari H_2O untuk menghasilkan $Al(OH)_3$, dan pada waktu yang sama akan melepaskan hidrogen. Hal tersebut membuktikan beriringan dengan meningkatnya jumlah aluminium dan katalis dalam proses, maka jumlah hidrogen yang diperoleh semakin meningkat pula. Hal ini karena lebih banyak aluminium akan mengikat ion OH^- dari air, yang menyebabkan lebih banyak hidrogen terlepas dari molekul air tersebut (Wahyuni dkk, 2017).

Berdasarkan pada penelitian Siregar (2010), pemilihan katalis KOH sebagai basa kuat menghasilkan gas lebih besar dari pada penggunaan basa kuat NaOH. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Khairi (2021) membuktikan juga bahwa konsentrasi KOH 1,0 M menghasilkan gas Hidrogen $2,140 \times 10^4$ mol. Sedangkan NaOH dengan konsentrasi yang sama menghasilkan gas Hidrogen $1,683 \times 10^4$ maka dapat disimpulkan bahwa produksi gas Hidrogen lebih besar dihasilkan pada katalis KOH.

Menurut Azzahra (2022), KOH berperan penting dalam reaksi antara aluminium dan air (H_2O). Dalam larutan KOH, terdapat banyak ion OH^- (hidroksida). Ketika aluminium bereaksi dengan larutan ini, ion OH^- akan berinteraksi dengan aluminium, membentuk senyawa kompleks $KAl(OH)_4$. Proses ini menghasilkan gas hidrogen.

Ketika kadar KOH yang dipakai semakin besar, maka jumlah gas hidrogen yang dapat diperoleh juga akan meningkat, dan proses ini dapat berlangsung dalam waktu yang lebih singkat. Hal ini karena katalis mempercepat laju reaksi tanpa habis selama proses tersebut. Dengan peningkatan jumlah katalis, lebih banyak situs aktif tersedia bagi reaktan, memungkinkan lebih banyak reaksi terjadi secara bersamaan, sehingga jumlah produk yang dihasilkan meningkat.

Hal tersebut membuktikan bahwa penelitian ini sesuai dengan temuan sebelumnya oleh Wahyuni, dkk (2017), Hakim, dkk (2017), Sitohang, dkk (2018) dan Azzahra (2022), bahwa semakin besar massa aluminium dan konsentrasi katalis KOH yang kita gunakan dapat memperbesar hasil produksi gas hidrogen.

3.2 Hasil Analisa Uji Nyala Gas Hidrogen (H_2)

Analisa uji nyala menunjukkan bahwa nyala api berwarna kuning kemerahan, cepat menghilang, dan diiringi ledakan kecil (Gambar 4). Karakteristik ini sesuai dengan sifat api gas Hidrogen, yang bersifat mudah terbakar cenderung cepat menghilang di udara dan menghasilkan ledakan saat bereaksi dengan oksigen (Ali, 2020). Struktur warna kuning-oranye yang muncul dari nyala api premix terbentuk ketika bahan bakar (gas hidrogen) dan oksidator (udara) telah tercampur sebelum memasuki daerah reaksi. Pada bagian nyala api premix, terlihat area yang terang berwarna kuning, yang menandakan bahwa nyala api tersebut mengandung banyak bahan bakar. Sementara itu, di sekeliling nyala api premix, terdapat lapisan luar yang berwarna oranye. Lapisan oranye ini terbentuk sebagai hasil dari pembakaran CO dan H_2 , yang diperoleh dari bagian pada nyala api yang menunjukkan akan kaya bahan bakar (Rondonuwu, 2012).



Gambar 4. Hasil uji nyala Gas Hidrogen

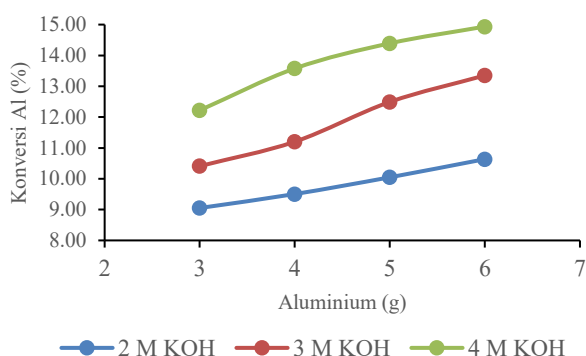
3.3 Konversi Aluminium

Konversi aluminium terhadap pengaruh variasi dari massa sampel dan konsentrasi katalis ditunjukkan pada Tabel 2. Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi KOH, semakin tinggi konversi Aluminium.

Tabel 2. Data Perhitungan Konversi Aluminium

No	Perlakuan			Hasil Data	
	Temperatur (°C)	Waktu (menit)	Konsentrasi KOH (M)	Massa Al (g)	% konversi Aluminium
1	50	20	2	3	9.052
2				4	9.504
3				5	10.042
4				6	10.636
5	50	20	3	3	10.409
6				4	11.201
7				5	12.491
8				6	13.351
9	50	20	4	3	12.220
10				4	13.577
11				5	14.392
12				6	14.935

Hubungan antara massa aluminium dan konsentrasi katalis terhadap % konversi aluminium terdapat pada Gambar 5. Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa ketika jumlah massa aluminium dan konsentrasi KOH yang digunakan semakin tinggi, maka hasil dari % konversi akan semakin meningkat. Hasil terbesar yang didapatkan yaitu pada massa aluminium 6 g dan Konsentrasi Katalis 4 M dengan konversi sebesar 14,9 % sedangkan konversi terkecil yaitu pada sampel 3 g dan Konsentrasi Katalis 2 M yaitu dengan konversi 9.1 %.



Gambar 5. Grafik Variasi massa aluminium dan konsentrasi katalis KOH terhadap % konversi aluminium

Menurut Sitohang dkk. (2018), jika konsentrasi KOH mengalami peningkatan, maka konversi aluminium yang diperoleh akan meningkat secara signifikan, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5. Ini disebabkan oleh peran KOH sebagai katalis yang sangat aktif, yang mampu membuat lapisan oksida pelindung yang menutupi bagian permukaan aluminium menjadi rusak. Dengan merusak lapisan tersebut, KOH memudahkan aluminium dalam mengikat ion OH^- dari senyawa H_2O , dan akan membentuk senyawa KAl(OH)_4 serta melepaskan gas H_2 . Ketika jumlah katalis ditambah, lebih banyak ion yang terlibat dalam proses reaksi, yang pada akhirnya mendorong reaksi menjadi lebih intensif dan meningkatkan konversi aluminium secara keseluruhan.

Faktor utama yang memengaruhi konversi aluminium adalah jumlah aluminium yang digunakan dalam reaksi serta konsentrasi katalis yang terlibat. Konsentrasi katalis ini sangat penting karena berfungsi untuk menurunkan energi aktivasi, sehingga mempermudah proses reaksi dan meningkatkan efisiensi konversi aluminium.

Energi aktivasi merupakan Energi aktivasi adalah energi minimum yang diperlukan untuk memicu reaksi kimia agar dapat berlangsung dengan cepat dan efisien, seperti yang dijelaskan oleh Wahyuni (2017). Dalam proses reaksi antara aluminium dan H_2O yang memanfaatkan katalis berupa KOH, aluminium akan bereaksi dengan H_2O untuk menghasilkan 2Al(OH)_3 serta menghasilkan gas H_2 . Selama reaksi ini, aluminium mengalami proses oksidasi sehingga menjadi ion Al^{3+} , sementara ion H^+ yang ada dalam air mengalami proses reduksi dan berubah menjadi gas hidrogen.

4. Kesimpulan

Setelah percobaan dilakukan pada pembuatan gas hidrogen dengan menggunakan aluminium dan katalis kalium hidroksida (KOH) di *Fix Bed Reactor* dengan analisa pada alat *Multigas Analyzer Detector*, maka dapat disimpulkan:

1. Pembuatan gas H_2 dari bahan limbah aluminium kaleng soft drink sebaiknya menggunakan Katalis kalium hidroksida (KOH) karena KOH adalah katalis basah kuat yang lebih banyak menghasilkan gas hidrogen
2. Kandungan gas H_2 terbesar yang didapat yaitu dengan massa aluminium 6 g yang menggunakan konsentrasi katalis 4 M yaitu 66%. Hal tersebut menunjukkan peningkatan dari penelitian sebelumnya.
3. % Konversi aluminium yang terbesar terjadi pada massa aluminium 6 g yang menggunakan konsentrasi katalis 4 M 16,70%. Sedangkan % Konversi Aluminium yang terendah yaitu pada massa aluminium 3 g dengan konsentrasi katalis 2 M yaitu 10,68%.

5. Ucapan Terima Kasih

Kami ingin menyampaikan apresiasi yang tulus dan mendalam kepada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya atas kontribusi luar biasa yang telah mereka berikan dalam penelitian ini. Mereka telah berperan penting dengan menyediakan berbagai sarana dan prasarana yang sangat dibutuhkan, yang sangat mendukung kelancaran proses penelitian ini. Dukungan berupa fasilitas dan perlengkapan yang mereka berikan memungkinkan kami untuk menyelesaikan penelitian ini dengan memperoleh hasil yang memuaskan.

Daftar Pustaka

- Azzahra, D., Junaidi, R., dan H. C. Fadarina. (2022). "Produksi Gas Hidrogen dari Serbuk Aluminium Limbah Kaleng Minuman Menggunakan Katalis KOH." Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia. Vol 2, No 8, 355-361.
- Bakenne, A., William N dan Nikolaos K. (2016). *Sankey Diagram Based Insights into the hydrogen economy of today*. International Journal of Hydrogen Energy Vol 41, No 19.
- Hakim, L., dan Marsalin, I. (2017). *Pemanfaatan Limbah Aluminium Foil Untuk Produksi Gas Hidrogen Menggunakan Katalis Natrium Hidroksida (NaOH)*. Jurnal Teknologi Kimia Unimal, Vol 6, No 1, 68-81.

- House, K. Z., dan House, C. H. (2016). *Methanol production from hydrogen and carbon dioxide: Observations on the mechanism of the catalytic reaction*. Journal of the American Chemical Society, Vol 138, No 47, 15273-15276.
- Kirtay, E. (2011) "Recent advances in production of hydrogen from biomass". Journal of Energi Conversion and Management. Vol 5, 1778–1789.
- Monavia Ayu Rizaty. (2020). *Mayoritas Sampah Nasional dari Aktivitas Rumah*. Data Boks. Diakses pada 6 Maret 2024 dari <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/07/29/mayoritas-sampah-nasional-dari-aktivitas-rumah-tangga-pada-2020>.
- Perdana dan Aditya, P. (2024). *Hidrogen, Energi Masa Depan yang Sudah di Depan Mata*. Diakses pada 3 Maret 2024 dari Kompas.com. <https://www.kompas.id/baca/ekonomi/2024/02/23/hidrogen-energi-masa-depan>
- Porciuncula, C.B., Marcillo, N. R., Tessaro, I. C., Gerchmann, M., (2010) "Production of Hydrogen in the Reaction Between Aluminum and Water in the Presence of NaOH and KOH", Brazilian Journal of Chemical Engineering, Vol. 29 No. 2, 0104-66.
- Rondonuwu, I. R. (2012). *Kajian Experimental Fenomena Reattachment Flame Sebagai Dasar Pencegahan Flashback Flame pada Bunsen Burner Dengan Bahan Bakar LPG*. Tesis. Fakultas Teknik. Teknik Mesin. Universitas Indonesia. Depok.
- Saputra, A. D. (2012). *Sintesis Tawas Kalium Aluminium Sulfat ($K_2SO_4 \cdot 12H_2O$) Dari Kaleng Bekas Minuman Sebagai Zat Penjernih Air*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan. Universitas Pakuan Bogor.
- Siregar, Y. D. I. (2010). "Produksi Gas Hidrogen dari Limbah Aluminium". Jurnal Valensi. Vol 2, No 1, 362-36.
- Sitohang, Lentina, Lukman, H dan Fikri, H. (2018). "Pemanfaatan Limbah Kaleng Minuman Aluminium untuk Produksi Gas Hidrogen menggunakan Katalis Kalium Hidroksida (KOH)." Jurnal Teknologi Kimia Unimal Vol 6, No 1, 55-67.
- Syaiful, Muhamamd, Anugrah, I dan Danny, A. (2014). *Efektivitas Alum dari Kaleng Minuman Bekas sebagai Koagulan untuk Penjernihan Air*. Jurnal Kimia. Vol 4, No 20, 39-45.
- Tysara, Laudya. (2023). *Profil PT Coca Cola, Memiliki 40 Produk Minuman Lebih dari 10 Merek*. Di akses pada 3 maret 2024 dari <https://www.liputan6.com/hot/read/read/5176101/profil-pt-coca-cola-memiliki-40-produk-minuman-di-lebih-dari-10-merek>.
- Wahyuni, S., Hakim, L., dan Hasfita, F. (2017). *Pemanfaatan Limbah Kaleng Minuman Aluminium Sebagai Penghasil Gas Hidrogen Menggunakan Katalis Natrium Hidroksida (NaOH)*. Jurnal Teknologi Kimia Unimal, Vol 5, No 1, 92-104.