

## Pembentukan hidrogen dari koh menggunakan katalis aluminium foil dari limbah bungkus rokok

DESKA EKA SAFITRY, HERNOWO WIDODO<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Jakarta Selatan, DKI Jakarta, 12550, Indonesia;

\*Korespondensi: [hernowowidodo@gmail.com](mailto:hernowowidodo@gmail.com)

Diterima: 24 Juli, 2024

Disetujui: 25 Agustus, 2024

### ABSTRAK

**Latar Belakang:** Seperti yang kita ketahui, saat ini Negara Indonesia mengalami krisis energi karena semakin meningkat jumlah penduduk yang berpengaruh langsung terhadap konsumsi bahan bakar. **Temuan:** Hidrogen sangat dimungkinkan menjadi alternatif bahan bakar masa depan. Proses produksi hidrogen dapat dilakukan secara biologi maupun secara kimiawi. Produksi hidrogen secara kimiawi adalah dengan menggunakan aluminium beralkalin untuk dijadikan fuel cell aluminium alkalinudara. Fuel cell aluminium alkalin-udara adalah serangkaian anoda aluminium dalam larutan beralkalin dan gas oksigen berada di katoda yang akan menghasilkan energi listrik. **Metode:** Penelitian ini mencoba untuk memanfaatkan limbah aluminium foil (Pembungkus Rokok) sebagai sumber dari aluminium untuk produksi hidrogen. Untuk itulah dilakukan penelitian produksi gas hidrogen dari limbah aluminium foil dengan menggunakan katalis KOH. Pembuatan hidrogen dilakukan dengan proses Hidrognasi dengan suhu 25°C, 30°C, dan 40°C, dengan activator yang digunakan adalah Kalium Hidroksida dengan Konsentrasi 1M, 2M, 3M, dan 4M. **Kesimpulan:** Hasil penelitian menunjukkan pada suhu 25°C dengan Konsentrasi 1M terdapat berat volume 286,04 ml. Konsentrasi 2M terdapat berat volume 165,31. Konsentrasi 3M terdapat berat volume 118,80 ml. Konsentrasi 4M terdapat berat volume 112,90 ml. Pada suhu 30°C dengan Konsentrasi 1M terdapat berat volume 217,19 ml. Konsentrasi 2M terdapat berat volume 271,22 ml. Konsentrasi 3M terdapat berat volume 273,48 ml. Konsentrasi 4M terdapat 272,79 ml. Pada suhu 40°C dengan konsentrasi 1M terdapat berat volume 927 ml. Konsentrasi 2M terdapat berat volume 640,9 ml. Konsentrasi 3M terdapat berat volume 453,6 ml. dan Konsentrasi 4M terdapat berat volume 299,7 ml. Hasil terbaik ditunjukkan pada Aktivator KOH suhu 40°C dengan berat Volume 299,7 ml dan Konsentrasi 4M.

**KATA KUNCI:** aktivator KOH; aluminium; fuel-cell; gas hidrogen.

### ABSTRACT

**Background:** As we know, at this time the State of Indonesia is experiencing an energy crisis due to the increasing number of population which has a direct effect on fuel consumption. Hydrogen is very likely to be an alternative fuel for the future. **Findings:** The hydrogen production process can be carried out biologically or chemically. Chemical production of hydrogen is to use alkaline aluminum to be used as an alkaline aluminum fuel cell. An alkaline-air aluminum fuel cell is a series of aluminum anodes in an alkaline solution and oxygen gas in the cathode that will produce electrical energy. **Methods:** This research tries to utilize aluminum foil waste (Cigarette Wrapper) as a source of aluminum for hydrogen production. For this reason, research into the production of hydrogen gas from aluminum foil waste using a KOH catalyst. Hydrogenation is done by the process of Hydrognation with temperatures of 25 °C, 30 °C, and 40 °C, with the activator used is Potassium Hydroxide with concentrations of 1M, 2M, 3M, and 4M. **Conclusion:** The results showed that at 25 °C with a concentration of 1M there was a volume weight of 286.04 ml. The 2M concentration contained a volume weight of 165.31. 3M concentrations have a volume weight of 118.80 ml. The 4M concentration contained a volume weight of 112.90 ml. At a temperature of 30 °C with a concentration of 1M there is a volume weight of 217.19 ml. The 2M concentration contained a volume weight of

#### Cara Pengutipan:

Safitry, D. E. & Widodo, H. (2024). Pembentukan hidrogen dari koh menggunakan katalis aluminium foil dari limbah bungkus rokok. *Energy Justice*, 1(2), 65-75. <https://doi.org/10.61511/enjust.v1i2.2024.1187>

**Copyright:** © 2024 dari Penulis. Dikirim untuk kemungkinan publikasi akses terbuka berdasarkan syarat dan ketentuan dari the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



271.22 ml. 3M concentration contained a volume weight of 273.48 ml. 4M concentration was 272.79 ml. At 40 ° C with a concentration of 1M there is a volume weight of 927 ml. The 2M concentration contained a volume weight of 640.9 ml. 3M concentration contained a volume weight of 453.6 ml. and the 4M concentration contained a volume weight of 299.7 ml. The best results are shown in KOH Activator temperature 40 ° C with a volume weight of 299.7 ml and a concentration of 4M.

**KEYWORDS:** aluminum; fuel-cell; hydrogen gas; KOH Activator.

---

## 1. Pendahuluan

Negara Indonesia mengalami krisis energi karena semakin meningkat jumlah penduduk yang berpengaruh langsung terhadap konsumsi bahan bakar. Energi yang dihasilkan dari fosil merupakan energi yang tidak dapat diperbaharui sehingga fosil semakin memipis. Di sisi lain, lingkungan menuntut tingkat kualitas lingkungan yang lebih baik, mendorong berbagai pakar energi untuk mengembangkan energi yang lebih ramah lingkungan. Hidrogen sangat dimungkinkan menjadi alternatif bahan bakar masa depan. Proses produksi hidrogen dapat dilakukan secara biologi maupun secara kimiawi. Secara biologi (bioteknologi) dengan teknik pendayagunaan organisme hidup untuk membuat dan memodifikasi suatu produk dan meningkatkan atau memperbaiki sifat organisme untuk penggunaan dan tujuan khusus seperti untuk pangan, farmasi dan energi (Miyamoto et al. 1997). Hal ini dilakukan Woodward et al. 2002 dengan memproduksi hidrogen menggunakan enzim melalui jalur fosfat pentosa dan enzim hidrogenase. Produksi hidrogen melalui fermentasi biomassa kayu tropika, hidrolisis gas metana, menggunakan metanol langsung (Liu et al. 2003). Proses fermentasi juga dilakukan Susilaningih et al. 2008 dengan menggunakan limbah biomassa kayu melalui dua langkah fermentasi, yaitu dengan mengkombinasikan konversi monomer hasil hidrolisa limbah biomassa kayu menjadi asam laktat melalui bakteri laktat (*Lactobacillus* sp) dan konversi laktat menjadi hidrogen dengan menggunakan bakteri fotosintetik. Secara kimiawi dapat melalui elektrolisis seperti yang dilaporkan Salimy & Finahari 2008 dengan melakukan perbandingan produksi hidrogen dengan energi nuklir untuk dua buah teknologi proses produksi hidrogen yaitu proses elektrolisis dan steam reforming. Proses elektrolisis juga dilaporkan juga oleh Domen & Maeda 2006 dengan produksi hidrogen melalui elektrolisis air dengan reaksi fotokatalisis oksinitrida. Produksi hidrogen lain misalnya melalui dekomposisi metanol dengan katalis Pt/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Brown & Gulari 2004). Produksi hidrogen melalui dekomposisi metana menggunakan katalis berbasis Ni (Purwanto et al. 2005). Produksi hidrogen berbasis nuklir dilakukan oleh Sriyono 2008 dan Sutarno & Malik 2004 dengan menganalisis efisiensi energi nuklir dan energi listrik pada proses produksi hidrogen dengan elektrolisis air. Produksi hidrogen secara kimiawi yang lain adalah dengan menggunakan aluminium beralkalin untuk dijadikan fuel cell aluminium alkalin-udara. Fuel cell aluminium alkalin-udara adalah serangkaian anoda aluminium dalam larutan beralkalin dan gas oksigen berada di katoda yang akan menghasilkan energi listrik. Fuel cell berbasis aluminium alkalin-udara sangat ramah lingkungan karena produk sampingnya adalah air dan bahan kimia (aluminium oksida (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dan aluminium hidroksida Al(OH)<sub>3</sub> yang dibutuhkan industri pemurnian air dan industri kertas serta alat-alat elektronik (Kulakov & Ross 2007). Penelitian ini mencoba untuk memanfaatkan limbah aluminium foil (Pembungkus Rokok) sebagai sumber dari aluminium untuk produksi hidrogen. Penelusuran pustaka dan referensi belum ditemukan laporan mengenai pemanfaatan limbah aluminium foil. Untuk itulah dilakukan penelitian produksi gas hidrogen dari limbah aluminium foil dengan menggunakan katalis KOH. Produksi gas hidrogen melalui jalur ini selain memanfaatkan limbah di lingkungan sekitar juga merupakan energi yang mudah dikonversikan menjadi listrik dan bahan bakar, aman untuk lingkungan, karena tidak menyisakan limbah beracun, dan bersih, hanya air dan bahan kimia seperti aluminium hidroksida Al(OH)<sub>3</sub> yang digunakan kembali.

## 2. Metode

### 2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

#### 2.1.1 Lokasi Penelitian

Penelitian Pembentukan Hidrogen dengan Limbah Aluminium (bungkus Rokok) Menggunakan Katalis KOH dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia Universitas Bhayangkara.

#### 2.1.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama 6 Bulan mulai dari Februari 2019 sampai Agustus 2019.

### 2.2 Alat dan Bahan

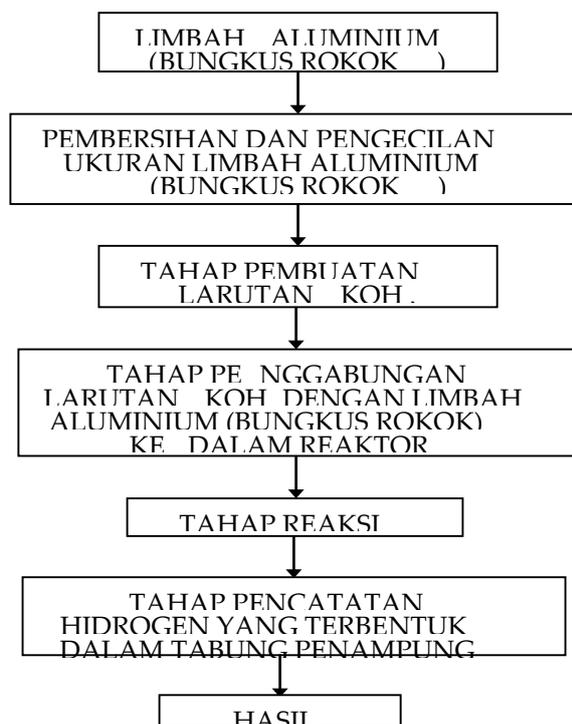
#### 2.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam Penelitian Pembentukan Hidrogen dengan Limbah Aluminium (bungkus Rokok) Menggunakan Katalis KOH antara lain: tabung reaktor, tabung penampung hidrogen, timbangan analitik, selang penghubung reaktor, statis, hotplate stirred, magnetic stirred, spatula, gelas ukur, labu ukur dan tutup, gunting, stopwatch, dan alat tulis.

#### 2.2.2 Bahan

Alat yang digunakan dalam Penelitian Pembentukan Hidrogen dengan Limbah Aluminium (bungkus Rokok) Menggunakan Katalis KOH antara lain: limbah bungkus rokok (0,2 gr), KOH (1M, 2M, 3M, 4M), aquadest, silicon oil, dan vaseline.

### 2.3 Diagram Alir



## 2.4 Prosedur Penelitian

Limbah aluminium (bungkus rokok) dibersihkan dari kertas yang menempel pada bungkus rokok dan gunting bungkus rokok sampai ukurannya kecil kemudian sampel ditimbang sebanyak 0,2gr. Tahap pembuatan larutan KOH 100 ml KOH dilarutkan dalam aquadest, dengan konsentrasi KOH dibuat 1M, 2M, 3M, dan 4M. Kemudian Limbah Aluminium (Bungkus Rokok) yang telah ditimbang sebanyak 0,2gr dicampurkan dengan 100 ml Larutan KOH Masingmasing konsentrasi ke dalam tabung reaktor. Tahap reaksi, pada tahap ini Aluminium bereaksi dengan larutan KOH sehingga menghasilkan Gas Hidrogen. Pencatatan Hasil Hidrogen yang keluar dari tabung reaktor kedalam tabung penampung yang telah berisi silicon oil.

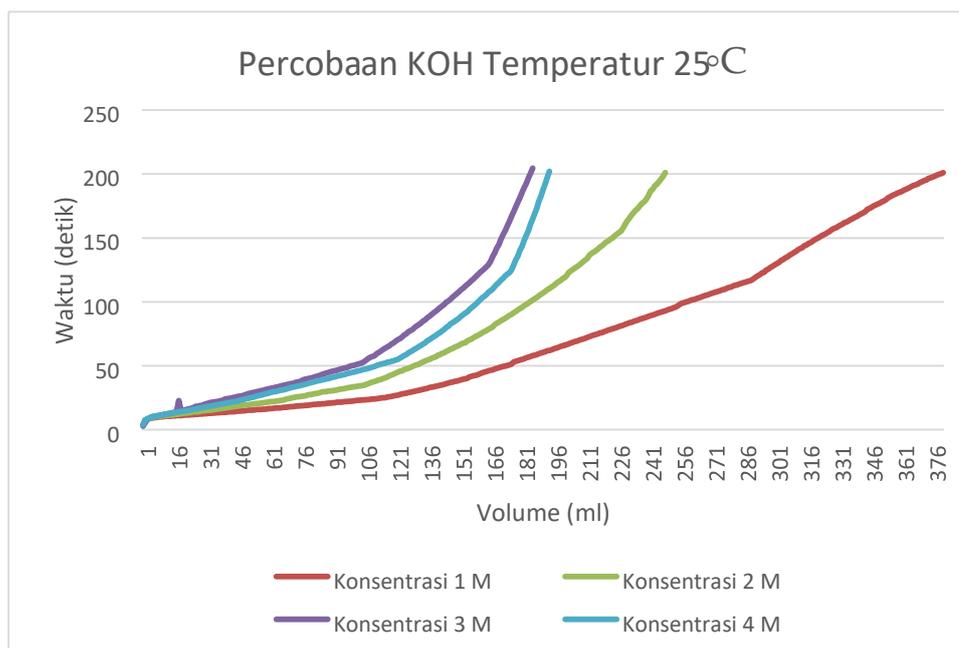
## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Analisa Grafik Pembentukan Hidrogen

Analisa grafik pembentukan hydrogen sangat diperlukan untuk mengetahui efisiensi waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan hydrogen dengan konsentrasi KOH dan pengaruh suhu yang berbeda pada penelitian pembentukan hidrogen.

#### 3.1.1 Grafik Pembentukan Hidrogen Pada Suhu 25°C

Dapat dilihat grafik pembentukan hydrogen dengan konsentrasi KOH yang berbeda yaitu, 1M, 2M, 3M, 4M pada suhu 25°C

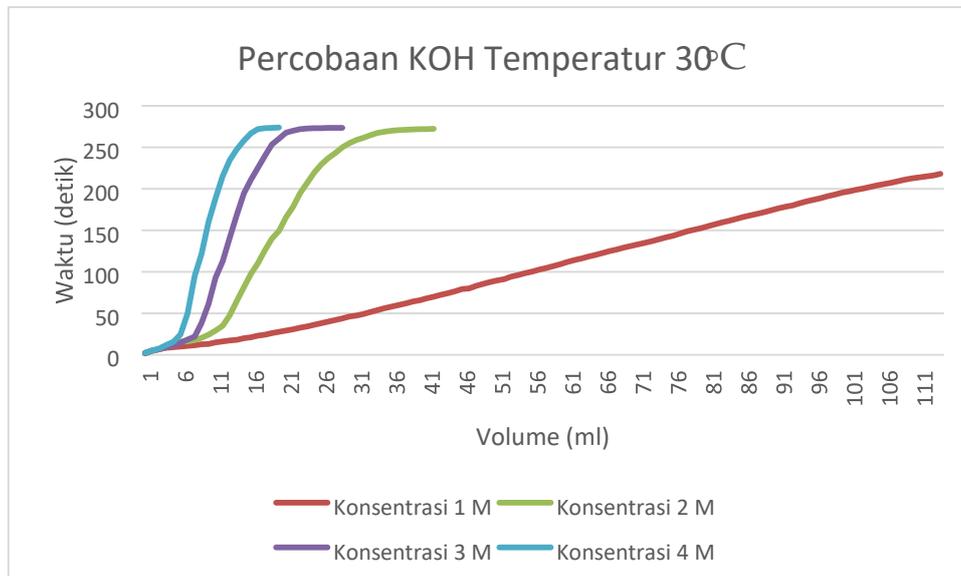


(Grafik 1. Grafik pembentukan hidrogen pada suhu 25°C)

Diketahui pada grafik pembentukan hydrogen pada konsentrasi KOH 1M dibutuhkan 69 menit sampai aluminium habis karena bereaksi dengan KOH dengan berat volume silicon oil 286,04 ml. Pada konsentrasi 2M dibutuhkan waktu 36 menit sampai aluminium habis karena bereaksi dengan KOH dengan berat silicon oil 165,31 ml. Pada konsentrasi 3M dibutuhkan waktu 27 menit sampai aluminium habis karena bereaksi dengan KOH dengan berat silicon oil 118,80 ml. Pada konsentrasi 4M dibutuhkan waktu 25 menit sampai aluminium habis karena bereaksi dengan KOH dengan berat silicon oil 112,90 ml.

Dari data diatas pembentukan hidrogen yang paling cepat pada konsentrasi KOH 4M dengan waktu 27 menit.

### 3.1.2 Grafik Pembentukan Hidrogen Pada Suhu 30°C

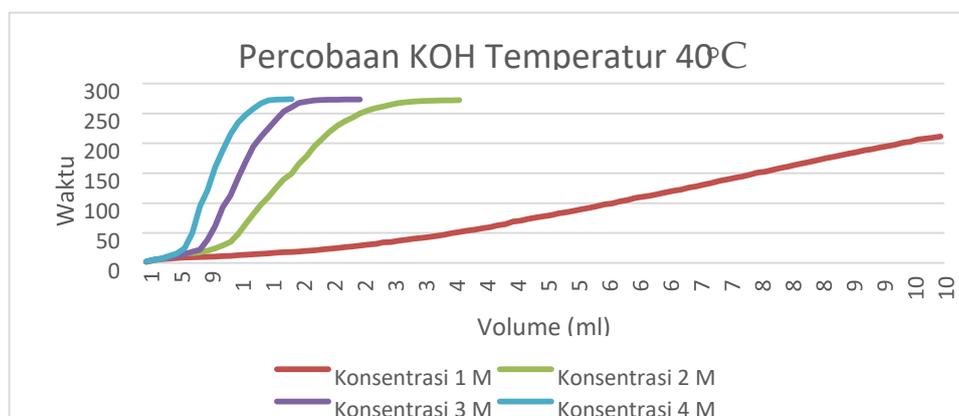


(Grafik 2. Grafik pembentukan hidrogen pada suhu 30°C)

Diketahui pada grafik pembentukan hydrogen pada konsentrasi KOH 1M dibutuhkan waktu 580 detik sampai aluminium habis karena bereaksi dengan KOH dengan berat volume silicon oil 217,9 ml. Pada konsentrasi 2M dibutuhkan waktu 210 detik sampai aluminium habis karena bereaksi dengan KOH dengan berat silicon oil 272,22 ml. Pada konsentrasi 3M dibutuhkan waktu 145 detik sampai aluminium habis karena bereaksi dengan KOH dengan berat silicon oil 273,48 ml. Pada konsentrasi 4M dibutuhkan waktu 100 detik sampai aluminium habis karena bereaksi dengan KOH dengan berat silicon oil 273,79 ml.

Dari data diatas pembentukan hidrogen yang paling cepat pada konsentrasi KOH 4M dengan waktu 100 detik. Pada penelitian ini dengan suhu 30°C mempengaruhi kecepatan reaksi dalam pembentukan Hidrogen

### 3.1.3 Grafik Pembentukan Hidrogen Pada Suhu 40°C



(Grafik 3. Grafik pembentukan hidrogen pada suhu 40°C)

Diketahui pada grafik pembentukan hydrogen pada konsentrasi KOH 1M dibutuhkan waktu 525 detik sampai aluminium habis karena bereaksi dengan KOH dengan berat volume silicon oil 927 ml. Pada konsentrasi 2M dibutuhkan waktu 210 detik sampai aluminium habis karena bereaksi dengan KOH dengan berat silicon oil 640,9 ml. Pada konsentrasi 3M dibutuhkan waktu 145 detik sampai aluminium habis karena bereaksi dengan KOH dengan berat silicon oil 453,6 ml. Pada konsentrasi 4M dibutuhkan waktu 100 detik sampai aluminium habis karena bereaksi dengan KOH dengan berat silicon oil 299,7 ml.

Dari data diatas pembentukan hidrogen yang paling cepat pada konsentrasi KOH 4M dengan waktu 100 detik. Pada penelitian ini dengan suhu 40°C terjadi penurunan kecepatan reaksi dalam pembentukan hidrogen, sehingga dapat disimpulkan untuk waktu yang paling cepat dalam pembuatan hydrogen yaitu pada suhu 30°C.

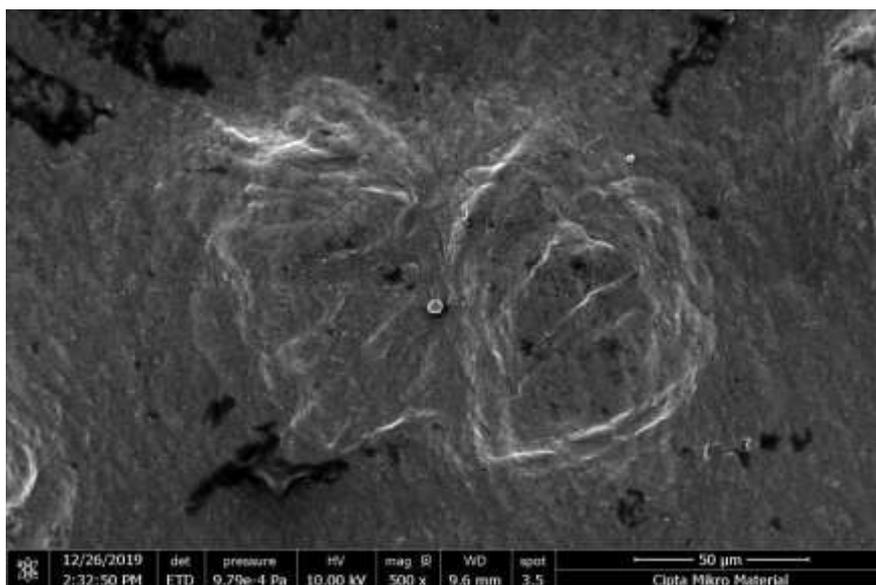
### 3.2 Uji Karakterisasi

SEM atau scanning electron microscop merupakan uji dengan alat yang berguna untuk menentukan morfologi atau topologi permukaan benda uji dengan bantuan detector tertentu. Biasanya detector yang dipergunakan adalah dengan Secondary Electron (SE), Image dan Back Scattered Electron (BSE) Image. Secondary Electron (SE) menghasilkan topografi dari benda yang dianalisa, permukaan yang tinggi berwarna lebih cerah dari permukaan rendah. Backscattered Electron (BSE) memberikan perbedaan berat molekul dari atom – atom yang menyusun permukaan, atom dengan berat molekul tinggi akan berwarna lebih cerah dari pada atom dengan berat molekul rendah.

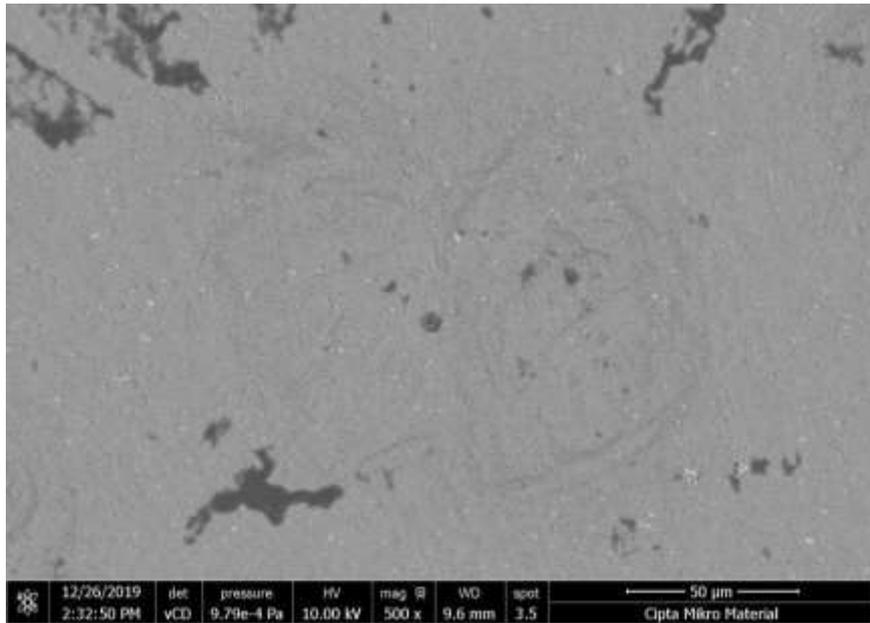
Sebagian besar alat uji SEM dilengkapi dengan EDS (Energy Dispersive Spectroscopy). EDS dihasilkan dari sinar X karakteristik. Yaitu dengan menembakkan sinar X pada posisi yang ingin kita ketahui komposisinya. Setelah ditembakkan pada posisi yang diinginkan maka akan muncul puncak – puncak tertentu yang mewakili suatu unsur yang terkandung. EDS bias digunakan untuk menganal kuantitatif dari perisa secara kuantitatif dari masing – masing elemen.

#### 3.2.1 Hasil Uji SEM Sebelum Reaksi

Dapat dilihat gambar hasil uji SEM Aluminium dari limbah bungkus rokok sebelum bereaksi dengan KOH:

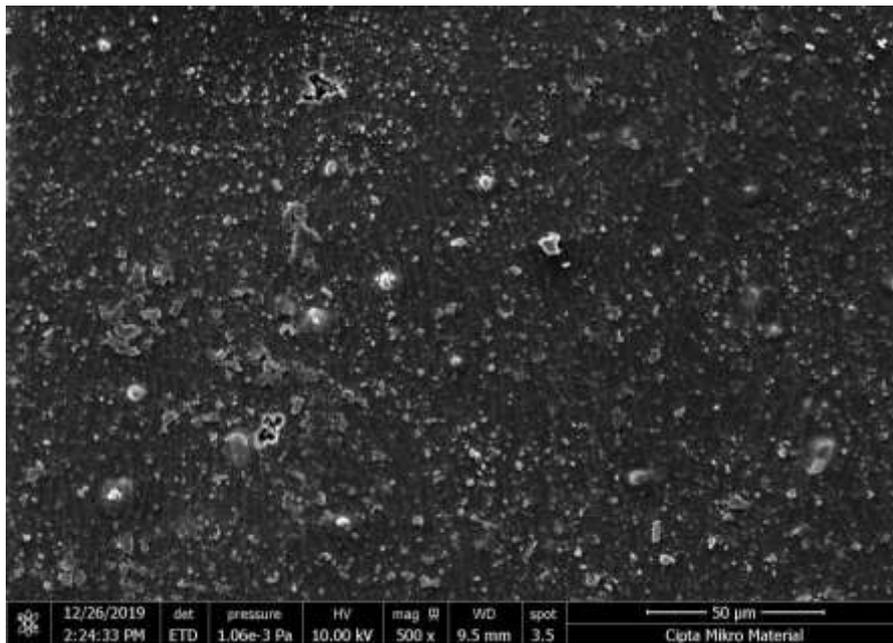


(Gambar 1. Hasil uji SEM aluminium sebelum bereaksi menggunakan SE pada perbesaran 500x)

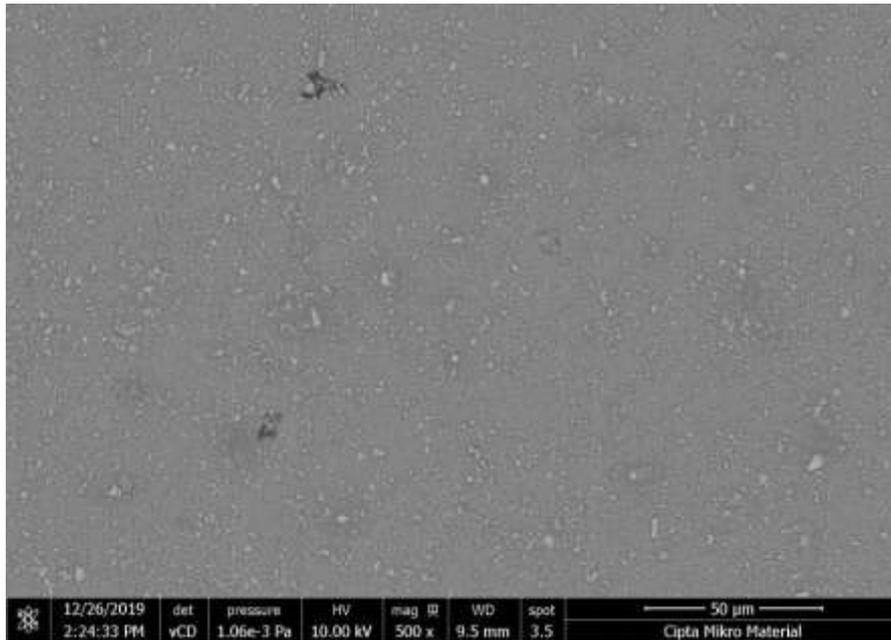


(Gambar 2. Hasil uji SEM aluminium sebelum bereaksi menggunakan BSE pada perbesaran 500x)

### 3.2.2 Hasil Uji SEM Sesudah Reaksi



(Gambar 3. Hasil uji SEM aluminium setelah bereaksi menggunakan SE pada perbesaran 500x)



(Gambar 4. Hasil uji SEM aluminium setelah bereaksi menggunakan BSE pada perbesaran 500x)

Dari Gambar 1 dan Gambar 2 dapat dilihat dari hasil morfologi dan topologi pada permukaan sampel aluminium dari limbah bungkus rokok terlihat tidak rata dan terdapat serbuk pada permukaan sampel karena telah bereaksi dengan KOH. Di lihat dari perubahan pada permukaan sampel menunjukkan bahwa limbah Aluminium dari bungkus rokok dapat di reaksikan dengan KOH menjadi Hidrogen.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan dari penelitian yang dilakukan disimpulkan bahwa: [1] Aluminium Foil dari Limbah Bungkus Rokok dapat beraksi dengan KOH dan menghasilkan Hidrogen. [2] Penelitian ini dapat menghasilkan pembentukan Gas Hidrogen dari KOH Menggunakan Katalis Aluminium Foil dari Limbah Bungkus Rokok, Temperatur antara 25°C sampai 40°C tidak berpengaruh. [3] Efisiensi waktu dan Volume pembentukan Hidrogen lebih cepat menggunakan konsentrasi KOH 4M dengan waktu 100 detik pada suhu 40°C. Hasil Uji SEM menunjukkan permukaan pada sampel tidak rata. Hal ini dapat disimpulkan bahwa Aluminium Foil bereaksi.

#### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada tim IASSSF karena telah mendukung penulisan penelitian ini.

#### Kontribusi Penulis

Semua penulis berkontribusi penuh atas penulisan artikel ini.

#### Pendanaan

Penelitian ini tidak menggunakan pendanaan eksternal.

#### Pernyataan Dewan Peninjau Etis

Tidak berlaku.

## Pernyataan Persetujuan yang Diinformasikan

Tidak berlaku.

## Pernyataan Ketersediaan Data

Tidak berlaku.

## Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

## Akses Terbuka

©2024. Artikel ini dilisensikan di bawah Lisensi International Creative Commons Attribution 4.0, yang mengizinkan penggunaan, berbagi, adaptasi, distribusi, dan reproduksi dalam media dalam format apapun. Selama Anda memberikan kredit yang sesuai kepada penulis asli dan sumbernya, berikan tautan ke Lisensi Creative Commons, dan tunjukkan jika ada perubahan. Gambar atau materi pihak ketiga lainnya dalam artikel ini termasuk dalam Lisensi Creative Commons artikel tersebut, kecuali dinyatakan dalam batas kredit materi tersebut. Jika materi tidak termasuk dalam Lisensi Creative Commons artikel dan tujuan penggunaan Anda tidak diizinkan oleh peraturan perundang-undangan atau melebihi penggunaan yang diizinkan, Anda harus mendapatkan izin untuk langsung dari pemegang hak cipta. Untuk melihat lisensi ini kunjungi: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## Referensi

- Anonim, 2012, PP 72/1998, Pengamanan Sediaan Farmasi Dan Alat Kesehatan, <http://storage.jak-stik.ac.id>.
- Badan POM, 2006, Pedoman Cara Pembuatan Obat yang Baik, Jakarta. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/59080/Chapter%20II.pdf>
- John Willet dan Sink., 1992, High Performances Liquid Chromatography, New York
- Priyambodo, B., 2007, Manajemen Farmasi Industri Edisi 1, Yogyakarta: Global Pustaka Utama. <http://library.usd.ac.id/web/index.php?pilih=search&p=1&q=0000137617&go=Detail>
- Willey VCH., 2013, Chromatography : Basic Principles, Sample Preparations and Related Methods, German. <https://www.wiley.com/en-us/Chromatography%3A+Basic+Principles%2C+Sample+Preparations+and+Related+Methods-p-9783527675227>

**Biografi Penulis**

**DESKA EKA SAFITRY**, Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

- Email:
- ORCID:
- Web of Science ResearcherID:
- Scopus Author ID:
- Homepage:

**HERNOWO WIDODO**, Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

- Email: [hernowowidodo@gmail.com](mailto:hernowowidodo@gmail.com)
- ORCID:
- Web of Science ResearcherID:
- Scopus Author ID:
- Homepage: