

**UJI KINERJA AKTIVATOR KALIUM PADA PRODUKSI HIDROGEN  
DARI LIMBAH ALUMINIUM DENGAN KATALIS NaOH  
MENGUNAKAN METODE *ALUMINIUM-WATER***

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Bidang Studi Kimia**



**Oleh:**

**ORY ADELIA**

**08031181722039**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

**UJI KINERJA AKTIVATOR KALIUM PADA PRODUKSI HIDROGEN  
DARI LIMBAH ALUMINIUM DENGAN KATALIS NaOH  
MENGUNAKAN METODE ALUMINIUM-WATER**

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia

Oleh :

**ORY ADELIA**  
08031281722039

Indralaya, 24 Mei 2021

**Pembimbing I**



**Dr. Dedi Rohendi, M.T**  
NIP. 196704191993031001

**Pembimbing II**



**Dr. Nirwan Syarif, M.Si**  
NIP. 197010011999031003

**Mengetahui,**

**Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D**

**NIP. 197111191997021001**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Uji Kinerja Aktivator Kalium pada Produksi Hidrogen dari Limbah Aluminium dengan Katalis NaOH Menggunakan Metode *Aluminium-Water*” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada Tanggal 19 Mei 2021 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, 24 Mei 2021

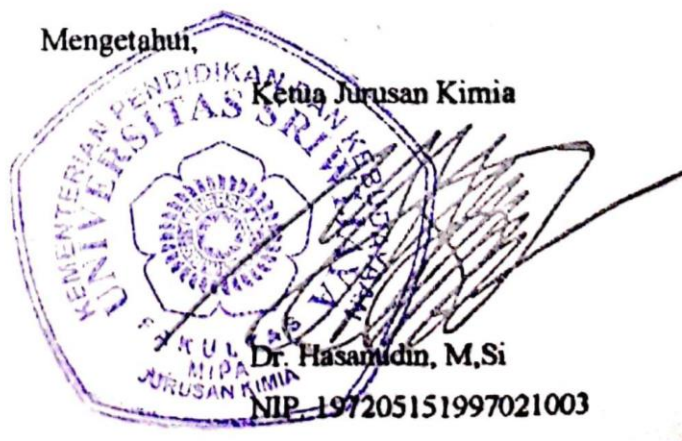
**Ketua :**

1. **Dr. Dedi Rohendi, M.T**  
NIP. 196704191993031001



**Anggota :**

2. **Dr. Nirwan Syarif, M.Si**  
NIP. 197010011999031003
3. **Dr. Ferlinahyati, M.Si**  
NIP. 197402052000032001
4. **Dr. Ady Mara, M.Si**  
NIP. 196404301990031003
5. **Prof. Dr. Poedji Loekitowati H, M.Si**  
NIP. 196808271994022001




## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Ory Adelia  
NIM : 08031281722039  
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain. Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 24 Mei 2021  
Penulis  
  
Ory Adelia  
NIM. 08031281722039

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Ory Adelia  
NIM : 08031281722039  
Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “Uji Kinerja Aktivator Kalium pada Produksi Hidrogen dari Limbah Aluminium dengan Katalis NaOH Menggunakan Metode *Aluminium-Water*”. Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 24 Mei 2021

Yang menyatakan,



Ory Adelia

NIM. 08031281722039

## SUMMARY

### PERFORMANCE OF POTASSIUM ACTIVATOR FOR HYDROGEN PRODUCTION FROM ALUMINIUM WASTE WITH NaOH CATALYST USING ALUMINIUM-WATER METHOD

Ory Adelia : Supervised by Dr. Dedi Rohendi, M.T. and Dr. Nirwan Syarif, M.Si.  
Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Science, Sriwijaya University  
xii + 42 pages, 19 tables, 13 picture, 5 arrachments

The performance of potassium activator on hydrogen production from aluminium waste with NaOH catalyst using aluminium-water method has been succesfully done. The aims on this research to determine the performance of potassium activator in hydrogen production on several variables and effect of NaOH catalyst and determine the kinetics aspects of the production rate. Hydrogen production was utilized aluminium waste with particle size 60 mesh. Potassium activator was employed for hydrogen production, in respect to several variables i.e: water volume, activator mass, and temperature. Optimum condition on one gram aluminium with potassium activator achieved at 1.5 mL water, 7% w/w activator mass, and 75°C temperature. Production of hydrogen on optimum conditions using potassium activator produced 553 mL of hydrogen gas with production rate is 69 mL/menit. Production of hydrogen using NaOH 7 M catalyst produced 891 mL of hydrogen gas with production rate is 161.6 mL/menit.

**Keywords** : Hydrogen, Potassium activator, NaOH catalyst, Aluminium waste,  
Aluminium-water

Citation : 38 (2008-2020)

## RINGKASAN

### UJI KINERJA AKTIVATOR KALIUM PADA PRODUKSI HIDROGEN DARI LIMBAH ALUMINIUM DENGAN KATALIS NaOH MENGUNAKAN METODE *ALUMINIUM-WATER*

Ory Adelia : Dibimbing oleh Dr. Dedi Rohendi, M.T. dan Dr. Nirwan Syarif, M.Si.  
Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya  
xii + 41 halaman, 19 tabel, 13 gambar, 5 lampiran

Penelitian mengenai uji kinerja aktivator kalium pada produksi hidrogen dengan dari limbah aluminium dengan katalis NaOH menggunakan metode *aluminium-water* telah berhasil dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja aktivator kalium pada produksi hidrogen terhadap beberapa variabel dan pengaruh katalis NaOH serta mengetahui aspek kinetika pada laju produksi hidrogen. Produksi gas hidrogen yang dilakukan menggunakan limbah aluminium berukuran 60 mesh. Penggunaan zat aktivator kalium pada produksi gas hidrogen dilakukan pengujian pada beberapa variabel yaitu volume air, massa aktivator, dan temperatur. Kondisi optimum saat 1 gram aluminium direaksikan dengan aktivator kalium yaitu pada penambahan volume air sebesar 1.5 mL, 7% b/b massa aktivator, dan pada temperatur 75°C. Produksi gas hidrogen yang dihasilkan pada kondisi optimum dengan menggunakan aktivator kalium menghasilkan gas hidrogen sebesar 553 mL dengan laju 69 mL/menit. Produksi gas hidrogen menggunakan katalis NaOH 7 M menghasilkan gas hidrogen sebesar 891 mL dengan laju 161.6 mL/menit.

**Kata kunci** : Hidrogen, Aktivator Kalium, Katalis NaOH, Aluminium,  
*Aluminium-water*

**Kepustakaan** : 38 (2008-2020)

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*“Ya Allah, saat aku kehilangan harapan dan rencana, tolong ingatkan aku bahwa cinta-Mu jauh lebih besar daripada rasa kecewaku, dan rencana-Mu jauh lebih indah daripada apa yang aku rencanakan”*

*(Ali bin Abi Thalib)*

*“Dan carilah pada apa yang telah dianugerahkan Allah kepadamu (kebahagiaan) negeri akhirat, dan janganlah kamu melupakan bahagiamu dari (kenikmatan) duniawi dan berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah telah berbuat baik kepadamu, dan janganlah kamu berbuat kerusakan di (muka) bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan”*

*(Q.S. Al-Qashash: 77)*

Skripsi ini sebagai tanda syukurku kepada:

- ✓ Allah SWT
- ✓ Nabi Muhammad SAW

Dan kupersembahkan kepada:

1. Ayahku Effredy Sanjaya dan Ibuku Arnawati tercinta yang senantiasa mendoakan dan memberikan semangat serta dukungan
2. Kakakku Regha J. Fredy dan Adikku Villy Andro Fredy yang aku sayangi dan menjadi penyemangatku dikala sedih
3. Pembimbing dan sahabat-sahabatku
4. Almamaterku (Universitas Sriwijaya)



## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur hanyalah milik Allah SWT, kita memujinya, memohon ampunan dan meminta pertolongan kepada-Nya dan pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul: “Uji Kinerja Aktivator Kalium pada Produksi Hidrogen dari Limbah Aluminium dengan Katalis NaOH Menggunakan Metode *Aluminium-Water*”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya.

Proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai rintangan, mulai dari pengumpulan literatur, penelitian, pengumpulan data dan sampai pada pengolahan data maupun dalam tahap penulisan. Namun dengan kesabaran dan ketekunan yang dilandasi dengan rasa tanggung jawab selaku mahasiswa dan juga bantuan dari berbagai pihak, baik material maupun moril, akhirnya selesai sudah penulisan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak **Dr. Dedi Rohendi, M.T** dan Bapak **Dr. Nirwan Syarif, M.Si** yang telah banyak memberikan bimbingan, bantuan, motivasi, saran dan petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW atas segala rahmat dan ridho-Nya hingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
2. Bapak Hermansyah, Ph.D selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Hasanudin, M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si. selaku sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Prof. Aldes Lesbani, Ph.D. selaku dosen Pembimbing Akademik.
6. Bapak Dr. Ady Mara, M.Si., Ibu Dr. Ferlinahayati, M.Si., dan Ibu Prof. Dr. Poedji Loekitowati H, M.Si. selaku pembahas dan penguji sidang sarjana.
7. Seluruh Dosen FMIPA Kimia Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu, mendidik dan membimbing selama masa kuliah.

8. Ayah, Ibu, Kakak, dan Adikku tercinta yang selalu mendoakan dan senantiasa memberikan dukungan serta semangat.
9. Orang baik yang telah hadir di dalam hidupku yang senantiasa memberikan aku motivasi, dukungan, penyejuk dan penyemangatkuku dikala kesedihanku, menemani dalam kebahagiaan dan kesedihanku, support systemku, Terimakasih atas kesabaranmu selama ini, semoga Allah memudahkan langkah kita kedepan yang akan kita rangkai bersama, Aamiin Allahuma Aamiin.
10. Sahabat dan pendengar terbaikku Adinda Sulthanah Zhafirah dan Widya Arum, terimakasih telah membersamai dan menemaniku selama ini, menjadi tempat berbagi, bercerita, berkeluh-kesah, dan rumah yang begitu hangat untukku.
11. Sahabat Capengsu (Putam, Ega, Utari, Indah, Yana, dan Ipeh), terimakasih karena senantiasa mengingatkanku, mengajariku, dan mengajakku dalam hal kebaikan. Tanpa kalian mungkin tidak akan bisa bertahan untuk tetap istiqomah di jalan-Nya.
12. Sahabatku Sheshe, terimakasih atas segala kebaikan dan ketulusan hatimu selama ini. Tetaplah jadi orang baik yaa sayang, tetap semangat, dan semoga segala urusan Sheshe kedepannya Allah berikan kemudahan, kelancaran, serta kekuatan.
13. Dilla yang telah menemani dari awal perjuangan tugas akhir hingga pada akhirnya kita bisa sampai pada titik ini. Sudah banyak suka dan duka yang telah kita lalui bersama dils. Alhamdulillah yaa dils dari setiap ujian yang menghampiri selalu ada hikmah dan pelajaran yang bisa kita ambil (*Its not going to be easy, its going to be worth it*). Terimakasih dils sudah menemani perjuangan dalam tugas akhir ini, menjadi tempat untuk berkeluh kesah serta *overthinking* bersama dikala masa tersulit.
14. Team PUR'17 (Dilla, Roma, dan Ayu) meskipun ada rintangan yang kita hadapi, Alhamdulillah kita bisa mencapai titik ini. Telah banyak suka dan duka yang kita rasakan. Terimakasih, Sukses kedepannya team.
15. Kak Miftahur Rahmah yang telah banyak membantu pada awal masa sulitku hingga bisa menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

16. Kak Icha Amelia, terimakasih kak atas kesabaran kakak dalam membimbing, memberikan bantuan, serta dukungan yang sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
17. Kak Dwi, Kak Reka, Kak Dea, Kak Wulan, Kak Wini, Kak Yuni, Kak Novia, Kak Rahmah, Kak Mey, Kak Aydes, dan Bang Hilal serta Team Labor PUR'17 (Kak Vad, Saum, Resti, Enggi, Nimyo, dan Indra) terimakasih atas segala dukungan, hiburan, dan bantuannya selama penelitian.
18. Sahabat Elite (Adin, Wiwid, Anggi, Eka, Lamed, Lili, Uun, dan Dwi Rah) terimakasih telah menjadi penghibur dikala kesedihanku, penghilang rasa penatku, dan terimakasih atas segala kebaikan kalian semua.
19. Sahabatku Dendi Made Riansyah dan Adik Anggi Diah Ayu Riani, terimakasih telah kebersamai perjuangan dari awal sebelum kuliah hingga sekarang, terimakasih atas segala kebaikan, ketulusan, support, dan semangat dari kalian.
20. Kak Rani Okta Vera tersayang, terimakasih kak telah menjadi kakak sebaik-baiknya kakak. Terimakasih sudah sering menjadi tempat berbagi, bercerita, berkeluh-kesah, dan menjadi tempat untuk selalu mengingatkanku kepada-Nya.
21. Kak Rahmah Vipiarta, Kak Anik, dan Mbak Pemi, terimakasih telah memberikan semangat dan support selama di dunia perkuliahan. Begitu banyak pelajaran yang didapatkan dari kakak-kakak semua terutama dalam perihal mengingat akhirat.
22. Rekan seperjuangan selama di basecamp (Ecak, Alfian, Redo, Shahibul, Kak Patimah, Kak Erni, Kak Normah, Kak Vie, dan Kak Fiko) yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, dan bantuan dalam menyelesaikan tugas akhir. Banyak sekali cerita yang sudah kita rangkai serta pelajaran dan pengalaman tentang hidup yang bisa diambil saat bersama kalian pada waktu itu.
23. Rekan-rekan seperjuangan Kimia Angkatan 2017 terkhusus team Inti (Ramdan, Redo, Sheshe, Dilla, Yana) juga Apres dan Defi terimakasih

atas kerja samanya selama ini serta semangat dan dukungan dari kalian semua, semangat dan sukses selalu.

24. Adik-adikku Kimia Angkatan 2018 (Christy, Ade Dwi Nanda, Bening, Jessica, Dayah, Sri, Galuh, Cici, Maria Ulfa, Ilyas, Tias, Nadia L, Dinda Thalia, Igam, Zakiatun Nadia, dan masih banyak lainnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu) terimakasih atas segala doa dan dukungan kalian.
25. BPH KOSMIC yang senantiasa memberikan semangat, dukungan, dan mengingatkanku pada hal kebaikan. Terimakasih atas kerjasamanya dan senang karena telah mengenal kalian. Semangat dan sukses.
26. BPH HIMAKI Kabinet Hidrogen yang senantiasa memberikan semangat, keceriaan, dukungan, dan pengingat diri untuk menebar kebermanfaatn. Terimakasih atas kerjasamanya selama ini. Semangat dan sukses.
27. Kakak-kakak tingkat Angkatan 2016, 2015, dan 2014, serta adik-adik tingkat Angkatan 2018 dan 2019 yang tidak bisa disebutkan satu persatu, yang selalu memberikan semangat dan dukungan.
28. Kepada Mbak Novi dan Kak Cosiin selaku Admin Jurusan Kimia yang banyak membantu dalam proses perkuliahan hingga tugas akhir.
29. Semua pihak tertentu yang telah membantu dan memberikan informasi baik secara langsung ataupun tidak sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi ini dengan baik.

Semoga bimbingan, ilmu, bantuan, dan masukan yang telah diberikan kepada penulis menjadi amal shaleh dan pahala yang setimpal dari Allah SWT. Semoga bantuan kalian menjadi kemudahan dalam menjalankan kehidupan yang dirahmati allah SWT. Dengan kerendahan hati, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih, semoga skirpsi ini dapat bermanfaat bagi semua serta pengembangan ilmu kimia di masa yang akan datang.

Indralaya 24 Mei 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH</b> .....	v
<b>SUMMARY</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	viii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1 Hidrogen .....	4
2.1.1 Karakteristik Hidrogen .....	4
2.2 Produksi Hidrogen .....	5
2.2.1 Elektrolisis .....	6
2.2.2 <i>Steam Reforming</i> .....	6

2.2.3 <i>Aluminium-Water</i> .....	7
2.3 Katalis.....	10
2.4 <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i> .....	10
2.5 Kinetika Laju Reaksi.....	12
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN</b> .....	14
3.1 Waktu dan Tempat .....	14
3.2 Alat dan Bahan.....	14
3.2.1 Alat .....	14
3.2.2 Bahan.....	14
3.3 Prosedur Penelitian .....	14
3.3.1 Preparasi Bahan Baku Aluminium .....	14
3.3.2 Produksi Gas Hidrogen dengan Metode <i>Aluminium-Water</i> Menggunakan Aktivator Kalium.....	14
3.3.2.1 Pengaruh Volume Air .....	14
3.3.2.2 Pengaruh Massa Aktivator Kalium.....	15
3.3.2.3 Pengaruh Temperatur .....	15
3.3.3 Produksi Gas Hidrogen Menggunakan Katalis NaOH .....	16
3.4 Analisis Data.....	16
3.4.1 Karakterisasi <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i> .....	16
3.4.2 Kinetika Laju Reaksi .....	16
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	21
4.1 Produksi Gas Hidrogen dengan Metode <i>Aluminium-Water</i> Menggunakan Aktivator Kalium .....	21
4.1.1 Pengaruh Volume Air.....	21
4.1.2 Pengaruh Massa Aktivator Kalium .....	23
4.1.3 Pengaruh Temperatur .....	25
4.2 Produksi Gas Hidrogen Menggunakan Katalis NaOH.....	26

4.3 Reaksi Antara Aluminium dengan Air Untuk Produksi Gas Hidrogen Tanpa Penambahan Aktivator Atau pun Katalis .....	27
4.4 Analisa Karakterisasi <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) .....	28
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	30
5.1 Kesimpulan.....	30
5.2 Saran.....	30
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	31
<b>LAMPIRAN</b> .....	35

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Prinsip Kerja XRD.....	11
Gambar 2 Difraktogram $\text{Al}_2\text{O}_3$ .....	11
Gambar 3 Difraktogram $\text{Al}(\text{OH})_3$ .....	12
Gambar 4 Gelembung gas hidrogen yang terbentuk.....	21
Gambar 5 Produksi gas hidrogen pada beberapa variasi volume air .....	22
Gambar 6 Laju reaksi produksi gas hidrogen pada beberapa variasi volume air.....	22
Gambar 7 Produksi gas hidrogen pada beberapa variasi massa aktivator kalium.....	23
Gambar 8 Laju reaksi produksi gas hidrogen pada beberapa variasi massa aktivator kalium .....	24
Gambar 9 Produksi gas hidrogen pada beberapa variasi temperatur .....	25
Gambar 10 Laju reaksi produksi gas hidrogen pada beberapa variasi temperatur .....	25
Gambar 11 Produksi gas hidrogen menggunakan katalis $\text{NaOH}$ 7 M.....	26
Gambar 12 Laju reaksi produksi gas hidrogen menggunakan katalis $\text{NaOH}$ 7 M .....	27
Gambar 13 Difraktogram limbah aluminium sebelum dan sesudah direaksikan .....	28



## DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 1	Sifat-sifat hidrogen .....	5
Tabel 2	Perbandingan kalor hidrogen dengan bahan bakar lainnya .....	5
Tabel 3	Sifat-sifat fisik aluminium .....	8
Tabel 4	Analisa data volume gas hidrogen yang dihasilkan menggunakan aktivator kalium dengan berbagai variasi volume air .....	16
Tabel 5	Analisa data laju reaksi dari produksi hidrogen menggunakan aktivator kalium dengan berbagai variasi volume air .....	17
Tabel 6	Analisa data volume gas hidrogen yang dihasilkan menggunakan aktivator kalium dengan berbagai variasi massa aktivator .....	17
Tabel 7	Analisa data laju reaksi dari produksi hidrogen menggunakan aktivator kalium dengan berbagai variasi massa aktivator .....	18
Tabel 8	Analisa data volume gas hidrogen yang dihasilkan menggunakan aktivator kalium dengan berbagai variasi temperatur .....	18
Tabel 9	Analisa data laju reaksi dari produksi hidrogen menggunakan aktivator kalium dengan berbagai variasi temperatur .....	19
Tabel 10	Analisa data volume gas hidrogen yang dihasilkan menggunakan katalis NaOH .....	19
Tabel 11	Analisa data laju reaksi dari produksi hidrogen menggunakan katalis NaOH .....	20
Tabel 12	Data volume gas hidrogen yang dihasilkan menggunakan aktivator kalium dengan berbagai variasi volume air .....	38
Tabel 13	Data laju reaksi dari produksi hidrogen menggunakan aktivator kalium dengan berbagai variasi volume air .....	38
Tabel 14	Data volume gas hidrogen yang dihasilkan menggunakan aktivator kalium dengan berbagai variasi massa aktivator .....	39
Tabel 15	Data laju reaksi dari produksi hidrogen menggunakan aktivator kalium dengan berbagai variasi massa aktivator .....	39
Tabel 16	Data volume gas hidrogen yang dihasilkan menggunakan aktivator kalium dengan berbagai variasi temperatur .....	40

Tabel 17	Data laju reaksi dari produksi hidrogen menggunakan aktivator kalium dengan berbagai variasi temperatur .....	40
Tabel 18	Data volume gas hidrogen yang dihasilkan menggunakan katalis NaOH.....	41
Tabel 19	Data laju reaksi dari produksi hidrogen menggunakan katalis NaOH.....	41

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Skema Kerja..... 36
Lampiran 2	Data Hasil Gas Hidrogen pada Pengaruh Volume Air terhadap Produksi Gas Hidrogen ..... 38
Lampiran 3	Data Hasil Gas Hidrogen pada Pengaruh Massa Aktivator terhadap Produksi Gas Hidrogen ..... 39
Lampiran 4	Data Hasil Gas Hidrogen pada Pengaruh Temperatur terhadap Produksi Gas Hidrogen ..... 40
Lampiran 5	Data Hasil Gas Hidrogen dengan Menggunakan Katalis NaOH ..... 41

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada era modern seperti saat ini, kegiatan dan aktivitas manusia sangat bergantung pada energi. Namun, bahan bakar yang digunakan saat ini sebagian besar masih menggunakan bahan bakar fosil yang menghasilkan karbon dioksida di alam. Jika jumlah gas karbon dioksida di atmosfer berlebih maka akan berdampak buruk serta menjadi salah satu penyumbang terhadap efek rumah kaca dan pemanasan global sehingga dapat menyebabkan perubahan cuaca yang ekstrim (Noura *et al.*, 2020). Selain menghasilkan emisi karbon dioksida ketersediaan bahan bakar fosil di alam juga mulai menipis dan akan habis jika digunakan berkepanjangan (*non renewable energy*) (Thomas *et al.*, 2020) sehingga harus ada sumber energi alternatif yang berkelanjutan yang dapat menggantikan penggunaan bahan bakar fosil (Kwan *et al.*, 2020). Untuk mengatasi hal tersebut beberapa negara maju sudah mulai beralih menggunakan energi rendah karbon atau yang dikenal sebagai dekarbonisasi (Virji *et al.*, 2020).

*Fuel cell* dengan bahan bakar berbasis hidrogen menjadi salah satu alternatif yang menarik untuk menggantikan penggunaan bahan bakar fosil serta dapat berperan sebagai energi dekarbonisasi (Thomas *et al.*, 2020). Hidrogen merupakan sumber energi baru yang memiliki cadangan melimpah, memiliki panas pembakaran yang tinggi, serta sumber energi yang ramah lingkungan karena hasil samping dari proses pembakarannya hanya berupa air (Luo *et al.*, 2020). Reaksi antara hidrogen dan oksigen akan menghasilkan energi yang dapat digunakan sebagai sumber bahan bakar (Bolt *et al.*, 2020).

Produksi hidrogen dapat dilakukan dengan beberapa metode seperti *steam reforming*, elektrolisis, dan *aluminium-water* (Bolt *et al.*, 2020). Metode *aluminium-water* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menghasilkan hidrogen dengan cara mereaksikan logam aluminium dengan air dengan hasil samping oksida aluminium (Nizovskii *et al.*, 2015). Limbah aluminium dapat ditingkatkan nilai gunanya dengan cara memanfaatkannya untuk produksi hidrogen (Ilyukhina *et al.*, 2017). Ada beberapa keuntungan menggunakan

metode *aluminium-water* diantaranya sistem operasi yang sederhana dan aman digunakan dengan biaya yang murah (Irakhah *et al.*, 2018).

Namun, limbah logam aluminium yang digunakan tidak bisa bereaksi dengan air secara langsung dikarenakan adanya lapisan oksida tipis yang menutupi permukaan partikel aluminium. Lapisan oksida ini menghalangi interaksi antara aluminium dengan air sehingga menyebabkan reaksinya tidak dapat berlangsung secara spontan (Rosenband and Gany, 2010). Untuk itu perlu ditambahkan katalis atau zat aktivator. Katalis yang biasa digunakan berupa larutan basa seperti NaOH atau KOH (Shmelev *et al.*, 2016). Larutan basa seperti NaOH atau KOH merupakan katalis yang efektif untuk meningkatkan laju reaksi antara aluminium dengan air karena dapat melarutkan lapisan oksida yang menutupi permukaan aluminium. Semakin banyak katalis basa yang ditambahkan maka semakin banyak pula lapisan oksida yang larut sehingga reaksi berlangsung secara spontan dan lebih cepat serta jumlah gas hidrogen yang dihasilkan akan semakin banyak (Irakhah *et al.*, 2018). Sedangkan aktivator yang dapat digunakan untuk reaksi aluminium-water diantaranya Mg, Pt, Li, dan logam lainnya. Logam alkali merupakan logam yang bersifat reaktif untuk reaksi aluminium dan air karena dengan kereaktifan yang dimiliki mampu menghancurkan lapisan oksida tipis yang menghalangi reaksi antara aluminium dengan air. Pada penelitian ini digunakan aktivator logam alkali yaitu kalium. Jika dibandingkan logam alkali seperti litium dan natrium, kalium merupakan logam yang memiliki kereaktifan yang lebih besar sehingga akan lebih mudah untuk membentuk ion positif dan mampu bereaksi serta dapat meningkatkan jumlah produksi hidrogen (Shmelev *et al.*, 2016).

Berdasarkan hasil penelitian oleh Huang *et al* (2013) ukuran partikel aluminium juga dapat mempengaruhi jumlah produksi gas hidrogen, semakin kecil ukuran partikel yang digunakan maka jumlah produksi gas hidrogen yang dihasilkan akan semakin banyak. Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Rahmah (2020) melakukan variasi pada berbagai macam ukuran partikel yaitu 20, 40, dan 60 mesh. Berdasarkan hasil penelitian tersebut didapatkan bahwa pada aluminium berukuran 60 mesh menghasilkan gas hidrogen yang lebih optimum jika dibandingkan dengan aluminium berukuran 20 dan 40 mesh. Pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap laju produksi gas hidrogen yang dihasilkan

menggunakan aluminium berukuran 60 mesh dengan beberapa variabel antara lain penambahan volume air, temperatur, serta kinerja aktivator kalium dan katalis NaOH terhadap jumlah gas hidrogen yang dihasilkan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Produksi hidrogen dari limbah aluminium dengan metode *aluminium-water* merupakan salah satu alternatif produksi hidrogen yang murah dan mudah. Akan tetapi, adanya lapisan oksida tipis pada permukaan partikel aluminium dapat mengakibatkan reaksi antara aluminium dengan air tidak dapat berlangsung secara spontan sehingga untuk mengatasi hal tersebut pada penelitian ini akan ditambahkan aktivator kalium dan katalis NaOH. Adanya penambahan aktivator dan katalis tersebut mampu melarutkan lapisan oksida yang menutupi permukaan aluminium sehingga reaksi  $\text{Al-H}_2\text{O}$  dapat berlangsung secara spontan, laju reaksinya pun akan semakin cepat serta dapat meningkatkan produksi gas hidrogen.

Produksi gas hidrogen yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan aluminium berukuran 60 mesh dengan pengujian terhadap beberapa variabel yaitu volume air, temperatur, massa aktivator kalium dan NaOH sebagai katalis.

## 1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan pengaruh penggunaan zat aktivator kalium, volume air, temperatur, dan katalis NaOH dengan menggunakan aluminium berukuran 60 mesh serta mengetahui aspek kinetika pada laju produksi hidrogen dengan metode *aluminium-water*.
2. Membandingkan perubahan difraktogram bahan baku aluminium sebelum dan sesudah direaksikan dengan metode *aluminium-water*.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam upaya pengembangan teknologi *fuel cell* pada bidang produksi gas hidrogen serta menambah nilai guna dari limbah aluminium.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfarisa, S., Rifai, D. A., dan Toruan, P. L. (2018). Studi Difraksi Sinar-X Struktur Nano Seng Oksida ( ZnO ). *Jurnal Risalah Fisika*, 2(2), 53–57.
- Alimah, S. dan Dewita, E. (2008). Pemilihan Teknologi Produksi Hidrogen dengan Memanfaatkan Energi Nuklir. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*, 10(2), 123–132.
- Bolt, A., Dincer, I., and Agelin-Chaab, M. (2020). Experimental Study of Hydrogen Production Process with Aluminum and Water. *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(28), 14232–14244.
- Elitzur, S., Rosenband, V., and Gany, A. (2014). ScienceDirect Study of hydrogen production and storage based on aluminum e water reaction. *International Journal of Hydrogen Energy*, 39(12), 6328–6334.
- Huang, X., Gao, T., Pan, X., Wei, D., Lv, C., Qin, L., and Huang, Y. (2013). A Review : Feasibility of Hydrogen Generation from The Reaction Between Aluminum and Water for Fuel Cell Applications. *Journal of Power Sources*, 229, 133–140.
- Huda, N. (2013). Penentuan Kapasitas Produksi Hidrogen dari Perengkahan Air Berdsarkan Distribusi Kalor RGTT-Kogerasi. *Jurnal Sigma Epsilon*, 17(2), 54–61.
- Ilyin, A. P., Mostovshchikov, A. V., Nazarenko, O. B., and Zmanovskiy, S. V. (2019). Heat Release in Chemical Reaction Between Micron Aluminum Powders and Water. *International Journal of Hydrogen Energy*, 44(52), 28096–28103.
- Ilyukhina, A. V, Kravchenko, O. V, and Bulychev, B. M. (2017). Studies on Microstructure of Activated Aluminum and Its Hydrogen Generation Properties in Aluminum/Water Reaction. *Journal of Alloys and Compounds*, 690, 321–329.
- Indra P, M., Darsin, M., dan Sumarji. (2011). Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Aluminium Aa1100 Hasil Pengelasan Friction Stir Welding dengan Variasi Feed Rate. *Jurnal Tekno*, 16(1), 15–22.
- Irankhah, A., Mohsen, S., Fattahi, S., and Salem, M. (2018). Hydrogen Generation Using Activated Aluminum/Water Reaction. *International Journal of Hydrogen Energy*, 43(33), 1–10.
- Ishaq, H., and Dincer, I. (2020). Comparative Assessment of Renewable Energy-Based Hydrogen Production Methods. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 135, 110192.
- Kumar, D. and Muthukumar, K. (2020). An Overview on Activation of Aluminium-

- Water Reaction for Enhanced Hydrogen Production. *Journal of Alloys and Compounds*, 835, 155189.
- Kwan, T. H., Katsushi, F., Shen, Y., Yin, S., Zhang, Y., Kase, K., and Yao, Q. (2020). Comprehensive Review of Integrating Fuel Cells to Other Energy Systems for Enhanced Performance and Enabling Polygeneration. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 128(109897), 1–17.
- Luo, Y., Wang, Q., Li, J., Xu, F., Sun, L., Zou, Y., Chu, H., Li, B., and Zhang, K. (2020). Hydrogen Storage/Sensing of Metal Hydrides by Nanomodification. *Materials Today Nano*, 9(10071), 1–30.
- Majanasastra, R. B. S. (2016). Analisis Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Hasil Proses Hydroforming pada Material Tembaga ( Cu ) C84800 dan Aluminium Al 6063. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 4(2), 15–30.
- Nizovskii, A. I., Belkova, S. V, Novikov, A. A., and Trenikhin, M. V. (2015). Hydrogen Production for Fuel Cells in Reaction of Activated Aluminum with Water. *Procedia Engineering*, 113, 8–12.
- Noura, M., Rahdar, A., Taimoory, S. M., Hayward, J. J., Sadraei, S. I., and Trant, J. F. (2020). A Theoretical First Principles Computational Investigation Into The Potential of Aluminum- Doped Boron Nitride Nanotubes for Hydrogen Storage. *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(19), 1–14.
- Obada, D. O., Arhin, D. D., Dauda, M., Anafi, F. O., Ahmed, A. S., Ajayi, O. A., and Samoutu, I. A. (2016). Effect of Mechanical Activation on Mullite Formation in An Alumina-Silica Ceramics System at Lower Temperature. *World Journal of Engineering*, 13(4), 288–293.
- 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.
- Putra, A. M. (2010). Analisis Produktifitas Gas Hidrogen dan Gas. *Jurnal Neutrino*, 2(2), 141–154.
- Rahmah, M. (2020). Produksi Hidrogen dari Limbah dengan Aktivator Natrium Menggunakan Metode Aluminium-Water. *Skripsi*.
- Rahman, S., and Toifur, M. (2016). Rancangan Eksperimen Analisis Struktur Mikro Sampel dengan Prinsip XRD Menggunakan Metode Kristal Berputar. *Jurnal Riset Dan Kajian Pendidikan Fisika*, 3(1), 5–9.
- Rosenband, V., and Gany, A. (2010). Application of Activated Aluminum Powder for Generation of Hydrogen from Water. *International Journal of Hydrogen Energy*, 35(20), 10898–10904.
- Salazar, A. L. M., Banda, J. A. M., Garcia, M. A. C., and Barbosa, J. J. G. (2020). Hydrogen Generation by Aluminum Alloy Corrosion in Aqueous Acid



- Solutions Promoted by Nanometal : Kinetics Study. *Renewble Energy*, 146, 2517–2523.
- Samhuddin, Sudia, B., and Iqwal, L. O. (2017). Studi Pemanfaatan Limbah Abu Terbang Batubara (Fly Ash) dan Kaleng Minuman Soft Drink Sebagai Pengganti Material Baja Ringan. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*, 2(3), 1–7.
- Setyaningsih, L. W. N., Rizkiyaningrim, U. M., and Andi, R. (2017). Pengaruh Konsentrasi Katalis dan Reusability Katalis pada Sintesis Triasetin dengan Katalisator Lewatit. *Jurnal Teknoin*, 23(1), 56–62.
- Sheikhabahaei, V., Baniasadi, E., and Naterer, G. F. (2018). Experimental Investigation of Solar Assisted Hydrogen Production from Water and Aluminum. *International Journal of Hydrogen Energy*, 43(19), 1–11.
- Shmelev, V., Nikolaev, V., Hyung, J., and Yim, C. (2016). Hydrogen Production by Reaction of Aluminum with Water. *International Journal of Hydrogen Energy*, 41(38), 1–10.
- Sitohang, L., Hakim, L., and Hasfita, F. (2017). Aluminium Untuk Produksi Gas Hidrogen Menggunakan Katalis Kalium Hidroksida (KOH). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 6(1), 55–67.
- Sundèn, B. (2019). Hydrogen. *Hydrogen, Batteries and Fuel Cells*, 37–55.
- Thomas, J. M., Edwards, P. P., Dobson, P. J., and Owen, G. P. (2020). Decarbonising Energy: The Developing International Activity in Hydrogen Technologies and Fuel Cells. *Journal of Energy Chemistry*, 51, 405–415.
- Tousi, S. S. R., and Szpunar, J. A. (2013). Effect of Structural Evolution of Aluminum Powder During Ball Milling on Hydrogen Generation in Aluminum-Water Reaction. *International Journal of Hydrogen Energy*, 38(2), 795–806.
- Trowell, K. A., Goroshin, S., Frost, D. L., and Bergthorson, J. M. (2020). Aluminum and Its Role As A Recyclable , Sustainable Carrier of Renewable. *Applied Energy*, 275(115112), 1–8.
- Ugurlu, A., and Oztuna, S. (2020). How Liquid Hydrogen Production Methods Affect Emissions in Liquid Hydrogen Powered Vehicles ?. *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(60), 1–12.
- Virji, M., Randolf, G., Ewan, M., and Rocheleau, R. (2020). Analyses of Hydrogen Energy System as A Grid Management Tool for The Hawaiian Isles. *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(15), 1–15.
- Wahyono, Y., Sutanto, H., and Hidayanto, E. (2017). Produksi Gas Hidrogen Menggunakan Metode Elektrolisis dari Elektrolit Air dan Air Laut dengan Penambahan Katalis NaOH. *Youngster Physics Journal*, 6(4), 353–359.