

**PRODUKSI HIDROGEN DARI ELEKTROLISIS LIMBAH  
CAIR AMMONIA DI PT. PUPUK SRIWIJAYA PALEMBANG**

**SKRIPSI**

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



**OLEH  
MEILIZA YULIANINGSIH  
08031381419030**

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

**2018**

HALAMAN PENGESAHAN  
PRODUKSI HIDROGEN DARI ELEKTROLISIS LIMBAH CAIR AMMONIA  
DI PT. PUPUK SRIWIJAYA

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk memperoleh  
Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia

Oleh :

MEILIZA YULIANINGSIH

08031381419030

Pembimbing I



Dr. Dedi Rohendi, M.T  
NIP.196704191993031001

Indralaya, September 2018  
Pembimbing II



Dr. Nirwan Syarif, M.Si  
NIP. 197010011999031003

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc

NIP. 197210041997021001

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi dengan judul "Produksi Hidrogen dari Elektrolisis Limbah Cair Ammonia" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada Tanggal 21 September 2018 telah perbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

### Pembimbing :

1. Dr. Dedi Rohendi, M.T  
NIP. 196704191993031001
2. Dr. Nirwan Syarif, M.Si.  
NIP. 197010011999031003


(  )

(  )

### Penguji :

1. Addy Rachmat, M.Si  
NIP. 197409282000121001
2. Dra. Fatma, M.S  
NIP. 196207131991022001
3. Dra. Julinar, M.Si  
NIP. 196507251993032002

(  )

(  )

(  )

Indralaya, 21 September 2018

Mengetahui,  
Dekan FMIPA

Ketua Jurusan Kimia



Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc  
NIP. 197210041997021001



Dr. Dedi Rohendi, M.T  
NIP.196704191993031001

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Meiliza Yulianingsih

NIM : 08031381419030

Fakultas/Jurusan : MIPA/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.



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

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

Nama Mahasiswa : Meiliza Yulianingsih  
NIM : 08031381419030  
Fakutas/Jurusan : MIPA/Kimia  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-freeright*) atas karya ilmiah saya yang berjudul “Produksi Hidrogen dari Elektrolisis Limbah Cair Ammonia di PT.PUPUK SRIWIJAYA“. 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, September 2018

Yang menyatakan,

Meiliza Yulianingsih

NIM.08031381419030

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*“Bersabarlah apapun yang terjadi karena Barang siapa yang bersabar, maka akan beruntung”*

*“ Tersenyumlah jika engkau bersedih, tertawalah jika engkau gunda karena tersenyum dan tertawa bisa menjadikan hidup yang lebih berwarna”*

*“ Never give up !! : Jangan pantang menyerah !!”*

*“Ridho orang tua adalah ridho ALLAH, maka keberhasilan seorang anak tak lain berkat ridho dari orang tua yang menyebabkan ridho ALLAH ikut turun”*

*Skripsi ini kupersembahkan kepada :*

- ❖ Kedua orang tuaku yang membesarkanku dan memberiku kasih sayang, serta senantiasa mendoakanku di setiap sujudnya*
- ❖ kakak dan uniku, serta saudara-saudaraku yang selalu mendukungku*
- ❖ Sahabat-sahabatku tercinta*
- ❖ Almamaterku (Universitas Sriwijaya)*

## KATA PENGANTAR

### *Bismillaahirrahmaanirrahiim....*

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas semua petunjuk, rahmat, ridho dan karuniaNya jualah penulisan skripsi ini dapat diselesaikan sebagaimana mestinya. Penulisan skripsi ini mengambil judul **“Produksi Hidrogen dari Elektrolisis Limbah Cair Ammonia di PT.Pupuk Sriwijaya”**.

Penulis menyadari tidak akan mampu menyelesaikan skripsi ini tanpa bimbingan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. 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, motivasi, saran dan petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ayah dan Ibu adalah orangtua yang tiada henti-hentinya mendoakan yang terbaik, terimakasih untuk setiap tetesan keringat dan air mata serta kasih sayang yang tak mungkin bisa dibalas.
2. Nenek ku tercinta yang selalu memberikan kasih sayang selama ini dan selalu menyemangatin disetiap saat, terima kasih nek buat semuanya dan semoga nenek disana melihat ica wisuda dari SyurgaNya.
3. Ibu Prof. Dr. Elfita, M.Si selaku Pembimbing Akamik yang selalu baik.
4. Bapak Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc selaku Dekan FMIPA, Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Dr. Hasanudi, M.Si, ibu Dra. Fatma, M.Si, ibu Dra. Julinar, M.Si dan Bapak Addy Rachmat, M.Si yang telah memberikan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini.
6. Bapak Dr. Dedi Rohendi, M.T selaku ketua jurusan Kimia (TERBAIK!!), seluruh dosen dan staff (Mbak Novi, Kak Roni dan kak Qosi'in) serta Analis Kimia FMIPA UNSRI (yuk nur, yuk yanti, dan yuk uniar).
7. Special *thank* untuk PT.PUPUK SRIWIJAYA Palembang yang telah mendukung saya selama penelitian.
8. Sahabat- sahabatku Tercinta Lambe Akeh( Ajeng Rahma Asih, Nur Asfani Asih dan Irma Uli Ruma horbo), BantalGuling ( Firda Rahmania Putri,

Afifah Rahma Dian dan Putri Agustina), Limbersa ( Ariyanti, Ulfa, Lavini dan Lucia), RML2(Rio, Riza, Marini, Lavinidan Lucia), Rista Haryana ( pendengar yang baik), Sari Ulfariani, PutriAndani, Faisal, Maulidya, Hensen,yang menemani hari-hari selama pendidikanku, waktu luangku, serta menjadi sahabat keluh kesahku. *I'll never forget all of you guys!*

9. Sahabat Geng PUR ( Hengki, Eka, Rio, Safril, Marini, Yuni, Retno, Bella, Lisa, Claudia, kak maqom, mbak feti dan Mbak reka) yang menemani selama Skripsi.
10. Ibu Rahma, Pak Zakky, Kak Deffen, Kak Anggi, Kak Panji, Kak Annas, Kak Okky dan seluruh Staf yang membantu di Laboratorium LH PT. PUSRI
11. Adik – Adikku (Balqis, Reni, Jeliana, Nanda, Deli, Alfin, dika, Satria, Fatur dan Febri), Yogi, Agil, Rinaldi, Salma, dan Kak Diana yang selalu membantuku selama penelitian.
12. Keluarga KKN 86 ( Clara, Muthia, Safril, KakThamrin, Kak Yoga, KakPuspita dan KakRidho), *Pakde's Family* serta Keluarga besar Semidang Alas.
13. Keluarga MIKI 2014 (Nafi'ul, Putri, Mia, Ade, Tirta, Mikha, Ratih, Ikhsan, Yuriska, Wini, Robi, Dwi, Tri, dan lain-lain) dan adik-adik kimia 2015,2016,2017,2018 dst.
14. Kamu, yang masih dirahasiakan-Nya.
15. Semua yang telah mendukung dan mendoakanku yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Semoga Allah SWT membalas hal baik yang telah kalian berikan dengan kebaikan. Aamiin.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan saran dan masukan yang membangun dari para pembaca. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua orang.

Inderalaya, September 2018

Penulis

Universitas Sriwijaya



## SUMMARY

### PRODUCTION OF HYDROGEN FROM ELECTROLYSIS LIQUID WASTE AMMONIA IN PT. PUPUK SRIWIJAYA PALEMBANG

Meiliza Yulianingsih: Supervised by Dr. Dedi Rohendi, M.T. and Dr. Nirwan Syarif, M.Si

Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences,  
Sriwijaya University

v + 44 pages, 1 table, 12 pictures, 10 attachments

The research of time, currents and pH on waste ammonia electrolysis to produce hydrogen gas and the decreasing of ammonia content has been done. The electrolysis process of waste ammonia was done with 5 M potassium hydroxide as electrolyte, at 15, 30, 45, 60, 75 and 90 minutes, the current 1, 2, 3, 4, and 5 ampere and pH 9, 10, and 11. This research shows the volume of hydrogen gas increases with increasing of time and current. The observation pH indicated that electrolysis process effectively at pH 11. The result also indicated that the amount of energy per volume bigger than the energy per mass, due to the low density of hydrogen. Time to 90 minutes as much as 6.5 mL with a current of 2 ampere. The highest decreasing of remaining ammonia occurred at 5 A from 21.900 mg N/L to 1.850 mg N/L.

Keywords : electrolysis, ammonia, electric power, hydrogen.

Citation : 24 (1990-2015)

## RINGKASAN

### PRODUKSI HIDROGEN DARI ELEKTROLISI LIMBAH CAIR AMMONIA DI PT. PUPUK SRIWIJAYA PALEMBANG

Meiliza Yulianingsih: Dibimbing oleh Dr. Dedi Rohendi, M.T dan Dr. Nirwan Syarif, M.Si

Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya  
v + 44 Halaman, 1 Tabel, 12 Gambar, 10 Lampiran

Penelitian tentang pengaruh waktu, kuat arus dan pH pada elektrolisis limbah cair ammonia untuk produksi gas hidrogen dan pengurangan kadar ammonia telah dilakukan. Proses elektrolisis limbah ammonia dilakukan dengan menggunakan kalium hidroksida 5M sebagai elektrolit pada waktu elektrolisis 15,30,45, 60, 75 dan 90 menit, kuat arus 1, 2, 3, 4, dan 5 ampere serta pH 9,10, dan 11. Hasil penelitian menunjukkan bahwa volume gas hidrogen makin tinggi dan kadar ammonia tersisa makin rendah dengan bertambahnya waktu dan kuat arus. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa proses elektrolisis berjalan efektif pada pH 11. Hasil penelitian juga menunjukkan jumlah energi yang diperlukan per satuan volume lebih besar dibandingkan energi per satuan massa. Hal ini karena kerapatan hidrogen yang rendah. Penurunan kadar ammonia sisa terbesar terjadi pada arus 5 A yaitu dari 21.900 mg N/L menjadi 1.850 mgN/L.

Kata Kunci : elektrolisis, ammonia, daya listrik, hidrogen

Kepustakaan : 24 (1990-2015)

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH .....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
<i>SUMMARY</i> .....	ix
RINGKASAN.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
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>	<b>4</b>
2.1. Sifat- Sifat Hidrogen.....	4
2.2. Hidrogen Sebagai Bahan Bakar .....	4
2.3. Produksi Hidrogen.....	5
2.3.1. Elektrolisis .....	6
2.3.1.1. Elektrolisis Air .....	7
2.3.1.2. Proses Elektrolisis Ammonia .....	8
2.3.2. <i>Steam Reforming</i> .....	8
2.4. Limbah Industri .....	9
2.5. Limbah Ammonia .....	10
2.5.1. Keuntungan Penggunaan Teknologi Elektrolisis	



4.2.3. pH Bervariasi .....	21
4.3. Analisis Kadar Ammonia Sebelum dan Sesudah Proses Elektrolisis.....	23
4.3.1. Pembuatan Kurva Kalibrasi.....	23
4.3.2. Analisis Kadar Ammonia pada Limbah Ammonia.....	24
4.3.2.1 Analisis Kadar ammonia awal pada limbah ammonia.....	24
4.3.2.2 Kadar Ammonia sisa setelah Elektrolisis .....	24
4.3.2.3 Kadar Ammonia sisa setelah Elektrolisis pada variasi Arus .....	25
4.3.2.2 Kadar Ammonia sisa setelah Elektrolisis pada pH .....	25
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>27</b>
5.1 Kesimpulan .....	27
5.2 Saran .....	27
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>28</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>30</b>

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 1. Kalor yang dihasilkan bahan bakar .....	26

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 1. Diagram Alir Proses <i>Steam Reforming</i> .....	6
Gambar 2. Proses Elektrolisis.....	12
Gambar 3. Volume gas Hidrogen pada waktu Bervariasi .....	15
Gambar 4. Volume Pengukuran gas Hidrogen pada variasi Arus .....	16
Gambar 5. Volume Pengukuran gas Hidrogen pada variasi pH.....	18
Gambar 6. Jumlah Energi yang dihasilkan dan di perlukan pada waktu ....	19
Gambar 7. Jumlah Energi yang dihasilkan dan di perlukan pada arus .....	20
Gambar 8. Jumlah Energi yang dihasilkan dan di perlukan pada arus .....	21
Gambar 9. Kurva Kalibrasi.....	22
Gambar 10. Perbandingan kadar ammonia antara kondisi awal dan setelah elektrolisis.....	23
Gambar 11. Perbandingan kadar ammonia antara kondisi awal dan setelah elektrolisis pada Arus .....	24
Gambar 12. Perbandingan kadar ammonia antara kondisi awal dan setelah elektrolisis pada pH.....	25

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skemakerjapenelitian .....	30
Lampiran 2. Persiapan Pengujian.....	31
Lampiran 3. PengaruhVariasiWaktupada Proses Elektrolisis.....	32
Lampiran 4. PengaruhVariasiAruspada Proses Elektrolisis.....	33
Lampiran 5. PengaruhVariasi pH pada Proses Elektrolisis.....	34
Lampiran 6. Energi Pervolume Dan EnergiPermassaPadaPengaruh Variasi Waktu.....	35
Lampiran 7. Energi Pervolume Dan EnergiPermassaPadaPengaruh Variasi Arus.....	36
Lampiran 8. Energi Pervolume Dan EnergiPermassaPadaPengaruh Variasi pH.....	38
Lampiran 9. PembuatanKurvaKalibrasi.....	40
Lampiran 10. GambarAlat.....	42



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Energi menjadi komponen penting bagi kelangsungan hidup manusia karena hampir semua aktivitas kehidupan sangat bergantung dengan ketersediaan energi yang cukup. Kebutuhan energi selama ini dipasok dari sumber energi fosil yang ketersediaannya makin menipis dan polusi lingkungan yang makin meningkat. Untuk itu, maka sangat diperlukan penelitian yang intensif untuk mencari sumber energi alternatif yang bersumber dari energi baru dan terbarukan. Hasil penelitian tersebut diharapkan mampu mengatasi beberapa permasalahan yang berkaitan dengan energi fosil. Salah satu bentuk energi baru yang akan menjadi perhatian besar bagi banyak negara terutama di negara maju adalah hidrogen. Hidrogen diproyeksikan oleh banyak negara akan menjadi bahan bakar masa depan yang lebih ramah lingkungan dan lebih efisien (Muliawati, 2008).

Hidrogen sedang difokuskan sebagai alternatif bahan bakar pengganti fosil yang akan dipergunakan dalam berbagai aplikasi. Hidrogen dapat digunakan secara langsung dalam mesin pembakaran atau melalui reaksi elektrokimia pada *fuel cell*. Reaksi elektrokimia pada *fuel cell* akan mengubah energi kimia dari bahan bakar menjadi energi listrik. Hidrogen sebagai pembawa energi memiliki sejumlah besar keuntungan yang menarik antara lain seperti kerapatan daya yang tinggi, produk reaksi yang non-toksik, serta sumber daya alam yang melimpah (Pinto, Falcão, Silva, & Rangel, 2006).

Berbagai metode produksi hidrogen telah dikembangkan. Salah satu metode yang dapat menghasilkan hidrogen dengan tingkat kemurnian tinggi adalah elektrolisis air. Proses elektrolisis adalah proses elektrokimia yang mengubah energi listrik menjadi energi kimia. Proses elektrolisis air akan menghasilkan gas hidrogen dan oksigen (Syl, 2010). Salah satu pengembangan metode elektrolisis untuk menghasilkan hidrogen adalah melalui elektrolisis ammonia. Elektrolisis ammonia mempunyai keuntungan dalam hal jumlah energi yang diperlukan lebih sedikit dibandingkan dengan elektrolisis air. Elektrolisis ammonia memerlukan daya  $1,55 \text{ W.g}^{-1}$  sementara elektrolisis air memerlukan 33

W.g<sup>-1</sup> (Vitse, Cooper, & Botte, 2005). Salah satu penerapan metode elektrolisis ammonia yang dapat diterapkan adalah pada air limbah ammonia dari pabrik pupuk.

Air limbah yang mengandung ammonia sangat berbahaya jika tidak diolah dengan baik. Limbah ammonia dapat berasal dari pabrik amonia, pabrik pupuk dan pertanian. Selama ini limbah ammonia diolah dengan cara biologis (nitrifikasi atau denitrifikasi) dan dengan ion exchanger. Salah satu sumber limbah ammonia adalah dari pabrik pupuk PT.PUSRI Palembang. PT PUSRI mengeluarkan limbah cair yang banyak mengandung ammonia dengan kadar 3.500 mg/L (www.Pusri.co.id, 2007).

Elektrolisis ammonia merupakan salah satu cara alternatif untuk mengelola limbah terutama limbah dari pabrik pupuk dan pabrik amonia. Proses ini menghasilkan hidrogen yang dapat digunakan sebagai bahan bakar *Fuel cell* sehingga dihasilkan listrik yang dapat dipergunakan pabrik. Proses elektrolisis ammonia menghemat energi 95,3 % serta harga hidrogen yang lebih murah 87,3% jika dibandingkan dengan proses elektrolisis air untuk menghasilkan hidrogen (Riwayati, 2010). Elektrolisis limbah cair amonia pernah dilakukan dan menghasilkan hidrogen sebesar 17,66% dengan menggunakan variasi proses *ion exchanger*, nitrifikasi,denitrifikasi dan scubber (Riwayati, 2010). Dengan sampel yang sama maka pada penelitian akan dilakukan elektrolisis limbah cair ammonia di PT.PUSRI dengan menggunakan variasi waktu, arus listrik dan pH.

## **1.2 Rumusan masalah**

Gas hidrogen sebagai bahan bakar masih mempunyai kendala dalam hal harga hidrogen yang masih mahal. Untuk itu, pencarian metode dan sumber bahan baku hidrogen yang murah dan mudah menjadi tantangan. Produksi hidrogen dari limbah ammonia juga dapat menjadi salah satu alternatif pengolahan limbah ammonia menjadi produk yang bermanfaat. Penelitian ini melakukan kajian produksi hidrogen melalui elektrolisis limbah ammonia pada arus, waktu dan pH yang bervariasi. Penelitian dilakukan dan menggunakan limbah amonia dari PT.PUSRI untuk memperoleh hidrogen.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Menentukan pengaruh arus listrik, waktu dan pH larutan dari elektrolisis limbah cair ammonia terhadap produksi gas hidrogen.
2. Menentukan densitas energi listrik yang digunakan per volume dan per massa gas hidrogen dengan mengetahui jumlah hidrogen yang telah dihasilkan.
3. Menentukan kadar ammonia yang tersisa dari proses elektrolisis ammonia pada pengaruh variasi waktu, arus listrik dan pH.

### **1.4 Manfaat penelitian**

Penelitian ini merupakan upaya pemanfaatan limbah cair ammonia untuk menghasilkan gas hidrogen. Produksi hidrogen dari limbah cair ammonia juga dapat menjadi salah satu alternatif pengolahan limbah cair ammonia menjadi produk yang bermanfaat.

- Alimah, S. dan Erlan D. 2008. Pemilihan Teknologi Produksi Hidrogen dengan Memanfaatkan Energi Nuklir. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*.10: 123–132.
- Badan Standardisasi Nasional. (2005). SNI 06-6989.30-2005 Air dan air limbah – Bagian 30 : Cara uji kadar amonia dengan spektrofotometer secara fenat.1-6.
- Brett, C. M. A., and Brett, A. M. O. 1993. *Electrochemistry : principles, Methods, and Applications*. New York : Oxford University Press.
- Cormos, C. 2011. Hydrogen production from fossil fuels with carbon capture and storage based on chemical looping systems. *International Journal of Hydrogen Energy*.36(10): 5960–5971.
- Dogra, S. 1990. *Kimia Fisik dan Soal – Soal*. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Dachriyanus. 2004. *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi*. Padang : Universitas Andalas
- Hiskia, A. 1992. *Elektrokimia dan Kinetika Kimia*. Bandung : PT Citra Aditya Bakti.
- Jiang, M., Dandan, Z., and Xuebo, Z. 2014. Electrolysis of Ammonia for Hydrogen Production catalyzed by Pt and Pt-Ir Deposited on Nickel Foam. *Journal of Energy Chemistry*. 23 (1) : 1-8.
- Li, Q., & Kim, H. 2012. Hydrogen production from NaBH<sub>4</sub> hydrolysis via Co-ZIF-9 catalyst. *Fuel Processing Technology*.100: 43–48.
- Loghmani, M. H., & Shojaei, A. F. 2014. Hydrogen production through hydrolysis of sodium borohydride: Oleic acid stabilized Co-La-Zr-B nanoparticle as a novel catalyst. *Energy*. 68: 152–159.
- Malina, E., Wahyudi, S., & Yuliati, L. 2013. Produksi brown's gas hasil elektrolisis H<sub>2</sub>O dengan katalis NaHCO<sub>3</sub>. 4(1): 53–58.
- Muliawati, N. 2008. Hidrogen Sebagai Sel Bahan Bakar: Sumber Energi Masa Depan. *Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik*. Universitas Lampung.
- Murdianti, Y., Dan Marta, R. 2011. Pengaruh pH, Konsentrasi Awal Ammonia dan Waktu Operasi Pada Elektrolisis Ammonia. Skripsi. Semarang :Universitas Diponegoro.
- Pe´rez-Herranz, V., M.Pe´rez-Page, & Beneito, R. 2010. Monitoring and control of a hydrogen production and storage system consisting of water electrolysis and metal hydrides. *International Journal of Hydrogen Energy*. 35 :912–919.

- Pinto, A. M. F. R., Falcão, D. S., Silva, R. A., & Rangel, C. M. 2006. Hydrogen generation and storage from hydrolysis of sodium borohydride in batch reactors. *International Journal of Hydrogen Energy*. 31: 1341–1347.
- Putra, A. M. 2010. Analisis Produktifitas Gas Hidrogen Dan Gas Oksigen Pada Elektrolisis Larutan Koh. *Jurnal Neutrino*. 2(2): 141–154.
- Riwayati, I. 2010. Waste To Energy : Recovery Dan Elektrolisa Amonia Dari Limbah Menghasilkan Hidrogen. *Jurnal Teknik Kimia* :27–32.
- Skoog, D., A West, D.,M and Holler, F., J .1993. *Principle of Instrumental Analysis*, 6th ed, Saunders Collage Pub: Philadelphia.
- Sihaloho, W. S. 2009. Analisa Kandungan Amonia dari Limbah Cair Inlet dan Outlet dari Beberapa Industri Kelapa Sawit. *Jurusan Kimia Analisis MIPA Kimia*.
- Salimy, D.H., dan Finahari, I.N. 2008. Perbandingan Produksi Hidrogen dengan Energi Nuklir Proses Elektrolisis dan Steam Reforming. Seminar Nasional Iv Sdm Teknologi Nuklir. ISSN : 1978-0176 : 175-182.
- Sumantri, I., Afiati, N., Tembalang, K. B., & Tembalang, B. 2010 Pengolahan Limbah Cair Pupuk Kadar Amoniak Tinggi Dengan Proses Gabungan Microalgae Dan Nitrifikasi-Denitrifikasi. *Jurnal Teknik* :35–40.
- Syl, I. 2010. Perilaku Sel Elektrolisis Air Dengan Elektroda Stainless Steel. *Prosiding Seminar Nasinal*.1–9.
- Vitse, F., Cooper, M., & Botte, G. G. 2005. On the use of ammonia electrolysis for hydrogen production. *Journal of Power Sources*. 142(1–2): 18–26.
- Zhou, I., and Y.F.C. 2008. Catalytic Electrolysis of Ammonia on Platinum in Alkaline Solution for Hydrogen Generation. *International Journal of Hydrogen Energy*.33 : 5897-5904.