

## RANCANG BANGUN ABSORBER AMMONIA (DITINJAU DARI LAJU ALIR, TINGGI PACKING DAN VARIASI PACKING TERHADAP KONSENTRASI AMMONIA)

### AMMONIA ABSORBER DESIGN (ASSESSED FROM FLOW LEVEL, PACKING HEIGHT AND PACKING VARIATION ON AMMONIA CONCENTRATION)

Afriandwi Nugroho<sup>\*1</sup>, Delanisa Sabrina<sup>1</sup>, Ines Agustin Pratiwi<sup>1</sup>, Muhammad Yerizam<sup>1</sup>, Anerasari M<sup>1</sup>

<sup>1</sup> (Teknologi Kimia Industri/ Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya)

Jl. Sriwijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139, telp. (0711) 353414 fax. (0711) 355918

e-mail : [afriandwi24@gmail.com](mailto:afriandwi24@gmail.com)

#### ABSTRACT

The formulation of the problem in this study is how to design an absorber device (in terms of flow rate, packing height, and packing variation to ammonia concentration). This study aims to obtain 1 unit of ammonia absorber, reduce ammonia gas levels with an ammonia absorber and get the effect of H<sub>2</sub>O flow rate, packing height and packing variations on NH<sub>3</sub> concentrations. The data analysis used was univariate analysis and bivariate analysis. The data collection technique used was purposive sampling. The research resulted in 1 unit of ammonia absorber with a tower diameter of 3.5 cm and a tower height of 60 cm. The results showed that the effect of H<sub>2</sub>O flow rate on ammonia concentration was very influential, it was found that the NH<sub>3</sub> concentration value on packing height, namely: at the lowest height of 5 cm the amount of NH<sub>3</sub> concentration was 5.9690 N and at a height of 60 cm the amount of NH<sub>3</sub> concentration was 4.7518 N. The higher the packing height, the lower the NH<sub>3</sub> concentration value, the NH<sub>3</sub> concentration value obtained on the packing variation, namely: marbles packing of 4.198 N, stainless steel packing of 2.026 N and packing of plastic mica of 8.169 N. The denser and denser the packing, the NH<sub>3</sub> concentration. the greater it is.

Keywords: Ammonia, Absorber, Packing.

## 1. PENDAHULUAN

Salah satu gas yang berperan dalam menimbulkan pencemaran udara adalah gas amonia (NH<sub>3</sub>). Gas ammonia adalah gas yang tidak berwarna dengan bau menyengat, biasanya ammonia berasal dari aktifitas mikroba, industri ammonia, pengolahan limbah dan pengolahan batubara. Ammonia di atmosfer akan bereaksi dengan nitrat dan sulfat sehingga terbentuk garam ammonium yang sangat korosif (Yuwono, 2010). Kadar ammonia yang tinggi dapat menjadi indikasi adanya pencemaran bahan organik yang berasal dari limbah domestik, limpasan pupuk pertanian dan limbah industri (Sihaloho, 2009). Limbah dengan kandungan ammonia sebagian besar bersumber dari sekresi mamalia dalam bentuk urin (peternakan), pabrik asam nitrat, dan pabrik pupuk (Brigden dan Stringer, 2000). Menurut *Agency For Toxic Substances and Disease Registry* (2004) penggunaan amonia sebagian besar digunakan pada industri pupuk. Limbah yang dihasilkan dari industri ammonia sering kali dikeluarkan dalam bentuk gas. Apabila limbah gas ammonia langsung dibuang ke udara dan terhirup oleh makhluk hidup khususnya manusia maka akan mengakibatkan gangguan

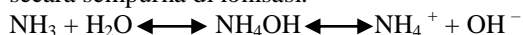
kesehatan seperti iritasi yang kuat terhadap sistem pernafasan bagian atas yakni bagian hidung hingga tenggorokan. Terpapar gas ammonia pada tingkatan tertentu dapat menyebabkan gangguan fungsi paru-paru serta sensitivitas indera penciuman.

Untuk proses pengurangan kadar ammonia diatasi dengan metode absorpsi menggunakan *packing* pada kolom absorber, absorber ini bisa digunakan untuk ammonia. Sebagaimana diketahui bahwa ammonia merupakan senyawa yang bersifat mudah larut dalam air, oleh karena itu pemilihan air sebagai absorben dinilai lebih efektif dan efisien untuk digunakan (Suparno, 2016). Adanya *packing* (bahan isian) didalam kolom absorpsi akan menyebabkan terjadinya hambatan terhadap aliran fluida yang melewati kolom. Akibatnya gas maupun cairan yang melewati akan mengalami *pressure drop* atau penurunan tekanan. Penurunan tekanan akan menjadi lebih besar jika bahan isian yang digunakan tidak beraturan (*random packing*). Selain itu, penurunan tekanan juga dipengaruhi oleh laju alir gas maupun cairan. *Packing* (bahan isian) yang digunakan pada penelitian ini tidak berfungsi sebagai absorben, melainkan untuk memperlambat dan memperluas area kontak seperti

kelereng, *stainless steel* dan mika plastik yang berbentuk bulat, oval.

Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan 1 unit absorber ammonia, mengurangi kadar gas ammonia dengan alat absorber ammonia dan mendapatkan pengaruh laju alir H<sub>2</sub>O, tinggi *packing* dan variasi *packing* terhadap konsentrasi NH<sub>3</sub>. Manfaat dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh laju alir H<sub>2</sub>O, tinggi *packing* dan variasi *packing* pada alat absorber ammonia.

Gas ammonia larut dalam air, bereaksi dengan air membentuk amonium hidroksida. Oleh karena ionisasi ini dalam air membentuk NH<sub>4</sub><sup>+</sup> + OH<sup>-</sup>, pada pH tinggi, gas ammonia bebas ada dalam bentuk tak terionisasi. Pada pH dari pasokan air pada umumnya, ammonia secara sempurna di ionisasi.



(Peningkatan dari OH<sup>-</sup> mengarahkan reaksi ke kiri).

Ammonia (NH<sub>3</sub>) merupakan senyawa yang bersifat mudah larut dalam air. Ion ammonium merupakan transisi dari ammonia, selain terdapat dalam bentuk gas ammonia juga dapat berbentuk kompleks dengan beberapa ion logam. Ammonia banyak digunakan dalam proses produksi urea, industri bahan kimia, serta industri bubur dan kertas.

Absorpsi merupakan salah satu operasi pemisahan dalam industri kimia dimana suatu campuran gas dikontakkan dengan suatu cairan penyerap yang sesuai, sehingga satu atau lebih komponen dalam campuran gas terlarut dalam cairan penyerap. Absorpsi dapat berlangsung dalam dua macam proses, yaitu absorpsi fisik dan absorpsi kimia (Treybal, 1981)

Absorber adalah Alat yang digunakan untuk proses Absorpsi, yaitu proses penyerapan fluida gas oleh seluruh bagian zat cair sebagai absorben. Tujuan dari operasi ini umumnya bertujuan memisahkan gas tertentu dari campurannya. Biasanya campuran gas tersebut terdiri dari gas *inert* dan gas yang terlarut dalam cairan. Cairan yang digunakan juga umumnya tidak mudah menguap dan larut dalam gas. Sebagai contoh yang umum dipakai adalah absorpsi ammonia dari campuran udara-ammonia oleh air. Setelah absorpsi terjadi, campuran gas akan di *recovery* dengan cara distilasi (Redjeki, 2013).

Absorben adalah cairan yang dapat melarutkan bahan yang akan diabsorpsi pada permukaannya, baik secara fisik atau dengan reaksi kimia. Absorben yang sering digunakan adalah air (untuk gas-gas yang dapat larut, atau untuk pemisahan partikel debu dan tetesan cairan), natrium hidroksida (untuk gas-gas yang dapat bereaksi seperti asam) dan asam sulfat (untuk gas-gas yang dapat bereaksi seperti basa).

Material untuk *packing* ini sangat bervariasi, mulai dari *packing* keramik dan plastik yang di desain secara khusus, sampai batu yang dihancurkan. Adapun syarat - syarat bahan isian yang dapat digunakan adalah sebagai berikut (McCabe, Smith dan Harriott, 1993):

- Kuat tetapi tidak berat
- Tidak bereaksi dengan fluida dalam absorber

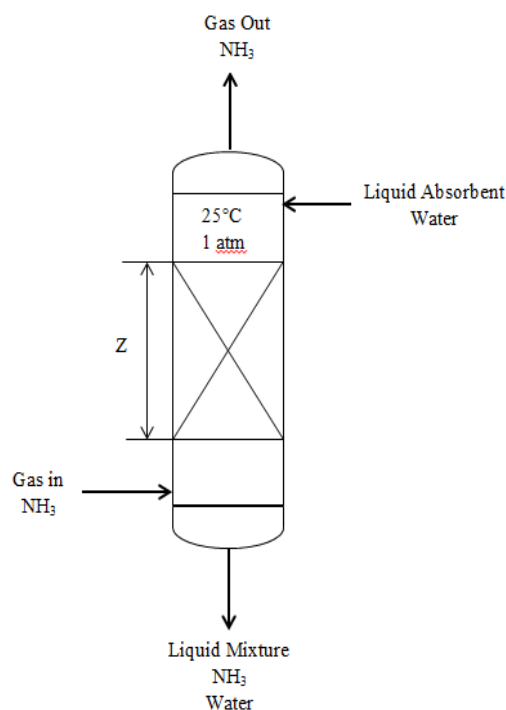
- Tahan korosi
- Memberikan luas kontak yang besar
- Murah

Cara penyusunan *packing* ini di bagi menjadi 2 yaitu Random *Packing* dan Regular *Packing*.

## 2. METODE

Variabel Penelitian meliputi variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebasnya adalah laju alir gas NH<sub>3</sub> 0,4 L/menit. Variabel terikatnya adalah variasi *packing* yaitu kelereng, *stainless steel*, dan mika plastik. Ketinggian *packing* 5, 10, 12, 15, 20, 25, 40, 50 dan 60 cm. Serta laju alir H<sub>2</sub>O 3,5 Lpm, 4 Lpm, 4,5 Lpm, 5 Lpm, dan 5,5 Lpm.

Rancangan penelitian dari absorpsi ammonia yang diuji ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Rancangan penelitian dari absorpsi ammonia

### Bahan dan Alat

Bahan baku utama yang digunakan pada penelitian ini berupa Ammonia (NH<sub>3</sub>). Adapun bahan baku penunjang adalah Asam Klorida (HCl) dan Air. Bahan isian yang digunakan yaitu Kelereng, Plastik dan *stainless steel*.

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu seperangkat alat absorber, yang dilengkapi dengan tangki absorben, *flowmeter gas*, *flowmeter water*, *control panel*, *vacuum*, pompa, dan pompa.

### Absorpsi Ammonia

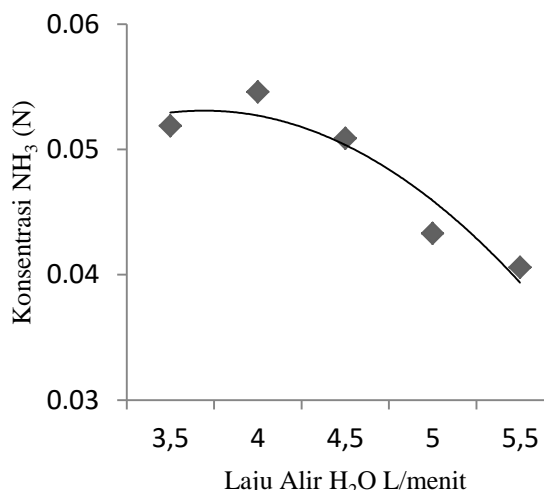
Langkah awal yang dilakukan adalah Mengisi tangki penampung dengan air sebanyak 8 liter. Air diumpankan dengan pompa kedalam bagian atas kolom pada laju alir tertentu. Mengalirkan gas dengan laju alir

0,4 L/menit melalui bagian bawah kolom. Mengambil 25 ml sampel cairan pada bagian output absorber tiap 1 menit, menganalisa sampel dengan metode titrasi asidimetri menggunakan larutan HCl dan penambah indikator MO. Mengulangi percobaan untuk nilai variabel yang berbeda dengan metode absorpsi.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Pengaruh Laju Alir H<sub>2</sub>O terhadap Jumlah NH<sub>3</sub> Terserap

Pada proses absorpsi ammonia dengan menggunakan 5 variasi laju alir yaitu 3,5 L/menit, 4 L/menit, 4,5 L/menit, 5 L/menit dan 5,5 L/menit. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan pengaruh laju alir H<sub>2</sub>O terhadap konsentrasi NH<sub>3</sub> dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



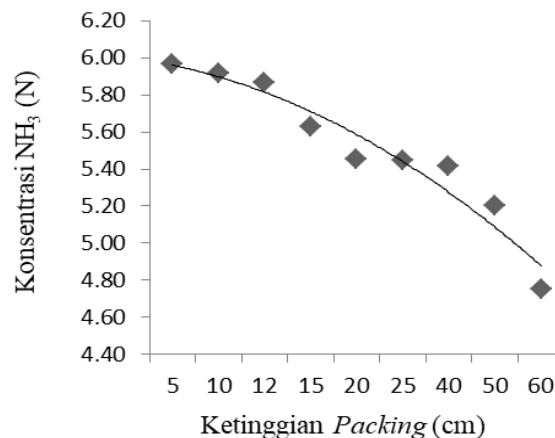
Gambar 2. Pengaruh Laju Alir H<sub>2</sub>O terhadap NH<sub>3</sub> yang Terserap

Gambar 2 menunjukkan banyaknya mol NH<sub>3</sub> rata-rata yang terserap pada proses absorpsi NH<sub>3</sub> dengan H<sub>2</sub>O pada 5 laju alir yang berbeda. Pada laju alir 3,5L/menit jumlah NH<sub>3</sub> rata-rata yang terserap yaitu 0.0519 mol, pada laju alir H<sub>2</sub>O 4 L/menit jumlah NH<sub>3</sub> rata-rata yang terserap yaitu 0.0546 mol, pada laju alir H<sub>2</sub>O 4,5L/menit jumlah NH<sub>3</sub> rata-rata yang terserap yaitu 0.0509 mol, pada laju alir H<sub>2</sub>O 5L/menit jumlah NH<sub>3</sub> rata-rata yang terserap yaitu 0.0433 mol, dan pada laju alir H<sub>2</sub>O 5,5L/menit jumlah NH<sub>3</sub> rata-rata yang terserap yaitu 0.0406 mol.

Semakin besar laju alir maka jumlah mol NH<sub>3</sub> yang terserap justru menurun. Hal ini dikarenakan pada operasi absorpsi dengan laju alir besar, waktu kontak antara NH<sub>3</sub> dengan H<sub>2</sub>O untuk jumlah molekul yang sama akan semakin kecil. Waktu kontak yang singkat ini menyebabkan perpindahan massa yang terjadi lebih sedikit dan jumlah NH<sub>3</sub> yang terserap juga lebih sedikit (Maarif dan Arif, 2009).

#### 3.2 Pengaruh Tinggi Packing Terhadap Konsentrasi NH<sub>3</sub>

Pada proses absorpsi ammonia dengan menggunakan 5 variasi tinggi packing yaitu 5 cm, 10 cm, 12 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm, 25 cm, 40 cm 50 cm, dan 60 cm. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan pengaruh tinggi packing terhadap konsentrasi NH<sub>3</sub> dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini.



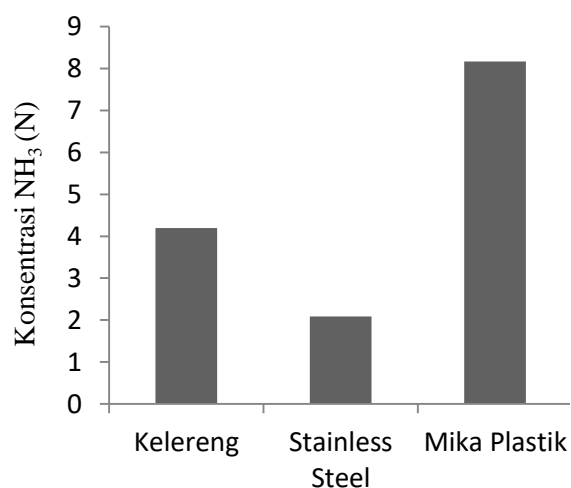
Gambar 3. Pengaruh Ketinggian Packing terhadap Konsentrasi NH<sub>3</sub>

Gambar 3 menunjukkan grafik yang didapatkan nilai konsentrasi masing-masing variasi ketinggian dari 5 cm – 60 cm yaitu pada konsentrasi terendah 5 cm didapatkan 5.9693 N dan konsentrasi tertinggi 60 cm didapatkan 4.7518 N.

Semakin tingginya packing maka nilai konsentrasi yang didapatkan mengalami penurunan hal ini terjadi karena semakin tingginya packing dan lamanya waktu maka konsentrasi ammonia semakin berkurang (Yani, 2013).

#### 3.3 Pengaruh Variasi Packing Terhadap Konsentrasi NH<sub>3</sub>

Pada proses absorpsi ammonia dengan menggunakan 3 variasi packing yaitu kelereng, stainless steel, dan mika Hal ini dilakukan untuk mendapatkan pengaruh variasi packing terhadap konsentrasi NH<sub>3</sub> dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Pengaruh Variasi Packing Terhadap Konsentrasi NH<sub>3</sub>

Pada Gambar 4 menunjukkan nilai rata-rata konsentrasi NH<sub>3</sub> pada proses absorpsi ammonia terhadap variasi packing. Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa konsentrasi NH<sub>3</sub> pada packing mika

plastik mendapatkan nilai rata-rata yang tertinggi dibandingkan packing yang lainnya. Hasil analisa yang dilakukan, packing mika plastik mempunyai kepadatan antar material yang baik yang membuat proses absorpsi tercapai dengan baik. Packing stainless steel mempunyai rongga yang lebih besar, sehingga memungkinkan gas ammonia yang terlewat tanpa terjadinya proses absorpsi. Packing kelereng yang mempunyai kerapatan antar material yang kurang solid dan menimbulkan banyaknya gas yang lolos dari absorben. Tetapi kerapatan pada packing kelereng sekitar dua kali lipat lebih baik dari packing stainless steel.

### 3.4 Perbandingan dengan Penelitian Lain

Penelitian tentang pengurangan kadar ammonia dan metode absorpsi telah dilakukan oleh beberapa peneliti, sehingga dapat dibuat Tabel 1 perbandingan penelitian sebagai berikut.

Tabel 1. Perbandingan Ammonia yang Terserap

Metode	Bahan Baku	Absorben/Adsorben	Laju Alir Absorben (Lpm)	Bahan Baku Yang Terserap	Penelitian
Adsorpsi	NH <sub>3</sub>	Bentonit	TD	82,05 %	Kosim dkk, 2015.
Biofilter	NH <sub>3</sub>	Arang Aktif	TD	0,30-0,60 g-N/kg	Yani dkk, 2012.
Absorpsi	CO <sub>2</sub>	NaOH	1,12	0.0667 mol	Maarif dan Arif, 2009.
			2,75	0.0767 mol	
			4,25	0.0867 mol	
			5,67	0.0967 mol	
			7,62	0.1117 mol	
Absorpsi	NH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	3,5	0.0519 mol	Penelitian Sekarang
			4	0.0546 mol	
			4,5	0.0509 mol	
			5	0.0433 mol	
			5,5	0.0406 mol	

Ket TD = Tidak Diuji

Berdasarkan Tabel 1. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Kosim dkk (2015) untuk menurunkan kadar ammonia dengan metode Adsorpsi menggunakan adsorben bentonit sebagai penyerap, NH<sub>3</sub> yang terserap yaitu 82,05%. Menurut Yani dkk (2012) untuk menurunkan kadar NH<sub>3</sub> dengan metode Adsorpsi menggunakan adsorben bentonit sebagai penyerap, NH<sub>3</sub> yang terserap yaitu 0,30-0,60 g-N/kg. Menurut Maarif dan Arif (2009) untuk menurunkan kadar CO<sub>2</sub> dengan metode Absorpsi menggunakan absorben

NaOH dengan variasi laju alir 1,12Lpm, 2,75Lpm, 4,25Lpm, 5,67Lpm, 7,62Lpm. CO<sub>2</sub> yang terserap yaitu 0.0667 mol, 0.0767 mol, 0.0867 mol, 0.0967 mol, dan 0.1117 mol. Hasil yang didapat dari penelitian sekarang untuk menurunkan kadar ammonia dengan metode Absorpsi menggunakan absorben H<sub>2</sub>O sebagai penyerap dengan variasi laju alir 3,5 Lpm, 4 Lpm, 4,5 Lpm, 5 Lpm, 5,5 Lpm. NH<sub>3</sub> yang terserap yaitu 0.0519 mol, 0.0546 mol, 0.0509 mol, 0.0433 mol, 0.0406 mol. Perbedaan hasil yang didapatkan disebabkan adanya perbedaan metode dan variasi yang digunakan untuk menurunkan kadar bahan baku.

### 3. KESIMPULAN

1. Mendapatkan 1 unit alat absorber ammonia dengan ukuran diameter menara 3,5 cm dan tinggi menara 60 cm yang dilengkapi dengan tangki absorben, *flowmeter gas*, *flowmeter water*, *control panel*, *vacuum* dan pompa.
2. Pengaruh laju alir H<sub>2</sub>O terhadap konsentrasi ammonia sangat berpengaruh, semakin besar laju alir H<sub>2</sub>O maka nilai konsentrasi NH<sub>3</sub> semakin kecil.
3. Didapatkan nilai konsentrasi NH<sub>3</sub> terhadap tinggi *packing* yaitu: Pada ketinggian terendah 5 cm jumlah konsentrasi NH<sub>3</sub> sebesar 5.9690 N dan pada ketinggian 60 cm jumlah konsentrasi NH<sub>3</sub> sebesar 4.7518 N. Semakin tingginya ketinggian *packing* maka nilai konsentrasi NH<sub>3</sub> semakin berkurang.
4. Didapatkan nilai konsentrasi NH<sub>3</sub> terhadap variasi *packing* yaitu: *packing* kelereng sebesar 4.198 N, *packing stainless steel* sebesar 2.026 N dan *packing mika plastik* sebesar 8.169 N. Semakin padat dan rapat *packing* maka konsentrasi NH<sub>3</sub> semakin besar.

### DAFTAR PUSTAKA

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2004. *Ammonia (NH<sub>3</sub>)*. CAS #7664-41-7; UN 2672 ; UN 2073; UN 1005. Atlanta, GA : U.S.Department of Public Health and Human Services, Public Health Service.
- Brigden, K. dan Stringer, R. 2000. *Ammonia And Urea Production : Incidents Of Ammonia Release From The Profertil Urea And Ammonia Facility, Bahia Blanca, Argentina. Greenpeace Research Laboratories. Departement Of Biological Science University Of Exeter, UK.*
- Kosim, H., Arita, S. dan Hermansyah. 2015. *Pengurangan Kadar Amonia dari Limbah Cair Pupuk Urea dengan Proses Adsorpsi menggunakan Adsorben Bentonit*. Jurnal Penelitian Sains, 17 (2). pp. 66-71. ISSN 1410-7058.
- Maarif, F dan Arif, J. 2009. *Absorpsi Gas Karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dalam Biogas dengan Larutan NaOH secara Kontinyu*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia UNDIP.
- McCabe, W. L., Smith, J. C. dan Harriott, P. 1993. *Unit Operations of Chemical Engineering*. 4<sup>th</sup> ed., pp. 653-654. Singapore:McGraw Hill Book Co.
- Redjeki, S. 2013. *Bahan Ajar Materi Absorpsi Gas*. Universitas Pembangunan Negara. Retrieved from [elearning.upnjatim.ac.id](http://elearning.upnjatim.ac.id)
- Sihaloho, WR. 2009. *Analisis Kandungan Ammonia Dari Limbah Cair Inlet dan Outlet dari Beberapa Industri Kelapa Sawit*. Karya Ilmiah. FMIPA. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Suparno. 2016. *Penentuan Kadar ammonia di Perairan Teluk Lampung dengan Spektrofotometer uv-vis*. Buku. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Lampung, Bandar Lampung. ISBN 9780917011016
- Treyball, R.E. 1981. *Mass-Transfer Operations*, 3<sup>rd</sup> ed., pp. 426-431, Singapore: McGraw Hill Book Co.
- Yani, M. 2013. *Ammonia Removal By Biofilter Technique Packed With Coral And Granulated Activated Carbon (Gac) Inoculated With Enriched Nitrifying Bacteri*. Jurnal Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. 23 (1):22-29.
- Yani, M., Purwoko., Ismayana, A., Nurcahayani, P. R dan Pahlevi, D. 2012. *Penghilangan Bau Amonia Dari Tempat Penumpukan Leum Pada Industri Karet Remah Dengan Menggunakan Teknik Biofilter*. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia. 17(1):58-64.
- Yuwono. 2010. *Pandemi Resistensi Antimikroba*, Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Fakultas Kedokteran Unsri 42 (1). pp. 2837-2841. ISSN 0-853-1773.