



## Pengaruh Waktu Tinggal dan Umur Tanaman pada Biosorpsi Ammonia oleh Tanaman Air Enceng Gondok (*Eichhornia Grassipes*)

Suhendrayatna<sup>1\*</sup>, Bahagia<sup>1</sup>, Novia ZA<sup>1</sup>, Elvitriana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala  
Jalan Syech Abdurrauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Serambi Mekkah  
Jalan Batoh No. 46, Batoh, Banda Aceh

\*E-mail: yatna99@yahoo.com

### Abstract

Ammonia biosorption by using Enceng Gondok, *Eichhornia crassipes*, was conducted in outdoor laboratory with objective to study the influence residence time and plant age to ammonia biosorption rate. The research uses reactor test consisting of wet land and sludge. Enceng Gondok is planted on reactor test flown by ammonia as batch with relatively low enough concentration (2 mg/L), water height 20 cm, plant's number in each reactor of 4 stems with various plant's length 10, 20, 30, and 40 cm, and various residence time 2, 4, 6, and 8 days. Each test conducted was completed by controlling reactor. Research result showed that maximum biosorption occurs at 2 days culturization; ammonia biosorption rate by roots increases as residence time increases. Residence time 2, 4, 6 and 8 days can decrease ammonia concentration up to 1.568 mg/l, 0.245 mg/l, 0.204 mg/l (10%), and 0.022 mg/l, respectively, at plant length 10 cm. Further, research results showed that the more the plant's age, the larger the biosorption by plant.

**Keywords:** ammonia biosorption, enceng gondok, plant's age, residence time

### 1. Pendahuluan

Jenis tanaman air di Indonesia sangat beraneka ragam dan hampir semuanya memiliki kemampuan untuk menyerap zat pencemar seperti *Typha sp*, *Potamogeton sp*, *Eichhornia crassipes*, dan lain-lain. Banyak tanaman telah diuji pada lahan basah untuk biosorpsi zat pencemar yang hasilnya menunjukkan bahwa tanaman air *Typha Latifolia*, *Typha angustifolia*, *Phragmites australis*, *Phalaris arundinacea*, dan beberapa jenis spesies *Bulrush* adalah tanaman yang paling baik untuk ditanami pada lahan basah (Netter dan Bischofsberger, 1989). Tumbuhan-tumbuhan tersebut terbukti mudah ditanam dan ditangani sehingga tidak memerlukan banyak biaya serta memiliki ketahanan yang tinggi terhadap perubahan cuaca dan kondisi lingkungan. Göthberg dkk. (2002) melaporkan bahwa tanaman *I. aquatic* yang ditanam di Bangkok, Thailand, mampu menyerap zat pencemar cadmium, timbal, dan merkuri. Percy dan Truong (2003) melaporkan bahwa tumbuhan *Vetiveria zizanioides* L dapat tumbuh baik dalam proses pengurangan polutan pada air lindi

Stotts Creek Landfill, Australia. Lebih lanjut IBW Group (1998) melaporkan bahwa tanaman Enceng Gondok, *Eichhornia crassipes* memiliki kemampuan asimilasi yang baik terhadap penurunan kandungan COD, BOD, ammonia, nitrogen, dan fosfat dalam jaringan akarnya.

Wendy dkk. (2005) menjelaskan bahwa biosorpsi dan akumulasi zat polutan oleh tumbuhan dapat terjadi melalui tiga proses yaitu biosorpsi logam oleh akar, translokasi zat pencemar dari akar ke bagian tumbuhan lain, dan lokalisasi zat tersebut pada bagian sel tertentu untuk menjaga agar tidak menghambat metabolisme tumbuhan tersebut. Agar tumbuhan dapat menyerap zat pencemar maka zat tersebut harus dibawa ke dalam larutan di sekitar akar (*rizosfer*) dengan beberapa cara tergantung pada spesies tumbuhannya. Zat pencemar selanjutnya dibawa masuk ke dalam sel akar, dan diangkut melalui jaringan pengangkut *xilem* dan *floem* ke bagian tumbuhan lain. Efisiensi pengangkutan meningkat pada saat zat pencemar diikat oleh molekul *khelat*. Untuk mencegah peracunan sel, tumbuhan mempunyai mekanisme detoksifikasi, dengan

menimbun zat polutan tersebut di dalam bagian tertentu, seperti akar dan lateks. Biosorpsi unsur-unsur pencemaran yang terdapat dalam air limbah akan mende-gradasi kandungan karbon, nitrogen serta zat-zat kimia kompleks lainnya, disertai dengan peningkatan kadar COD dan BOD air limbah sebagai indikasi telah terjadi penurunan kadar limbah air.

Penelitian yang berkenaan dengan proses biosorpsi zat pencemar dalam upaya pengurangan zat pencemar menggunakan tumbuhan telah menjadi subjek yang menarik saat ini (Fodor dkk., 2003; Erdei dkk., 2005). Sejalan dengan itu, penelitian-penelitian ke arah pencarian metode baru untuk pengurangan zat pencemar selalu dilakukan. Misalnya mengevaluasi jenis-jenis tumbuhan air yang memiliki kemampuan tinggi dalam menyerap sekaligus memiliki daya tahan terhadap zat pencemar sehingga dapat diaplikasikan dalam proses *bioremoval*. Tulisan ini memaparkan kemampuan tumbuhan air Enceng Gondok, *Eichhornia crassipes* dalam mengurangi ammonia di air.

## 2. Metodologi

### 2.1 Bahan dan Peralatan

Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes*), air, dan tanah diambil dari daerah sekitar kampus Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, bahan-bahan kimia yang digunakan untuk analisa diperoleh secara komersial dari Wako Pure Chemical Industries, LTD.

### 2.2 Kultivasi Enceng Gondok

Penelitian dilaksanakan di outdoor laboratory Jurusan Teknik Kimia Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh yang dimulai dengan membuat bak uji yang terdiri dari tanah basah dan lumpur. Kolam kultivasi yang diguna-kan berupa kolam basah. Sebelum dilakukan perlakuan, Enceng Gondok yang berasal dari daerah sekitar kampus dihidupkan terlebih dahulu pada bak kultivasi selama 1 minggu agar dapat beradaptasi.

Hasil pengujian awal menunjukkan bahwa Enceng Gondok, *Eichhornia crassipes* yang

telah dibiakkan pada konsentrasi ammonia cukup tinggi (10 gram/L) menyebabkan enceng gondok mati, sehingga penelitian ini diawali dengan menghidupkan Enceng Gondok pada konsentrasi ammonia yang cukup rendah (2 mg/L) dengan ketinggian air 20 cm. Jumlah tanaman setiap bak sebanyak 4 batang dengan variasi panjang tanaman 10, 20, 30, dan 40 cm. Amonia dialirkan pada bak uji secara batch dengan waktu tinggal yang bervariasi antara 2, 4, 6, dan 8 hari. Setiap pengujian yang dilakukan dilengkapi dengan bak kontrol (bak yang tidak ditanami Enceng Gondok). Pengukuran konsentrasi ammonia pada badan air dilaku-kan pada selang waktu tertentu dengan me- tode standar menggunakan Spectrophoto- meter Hach DR 2010.

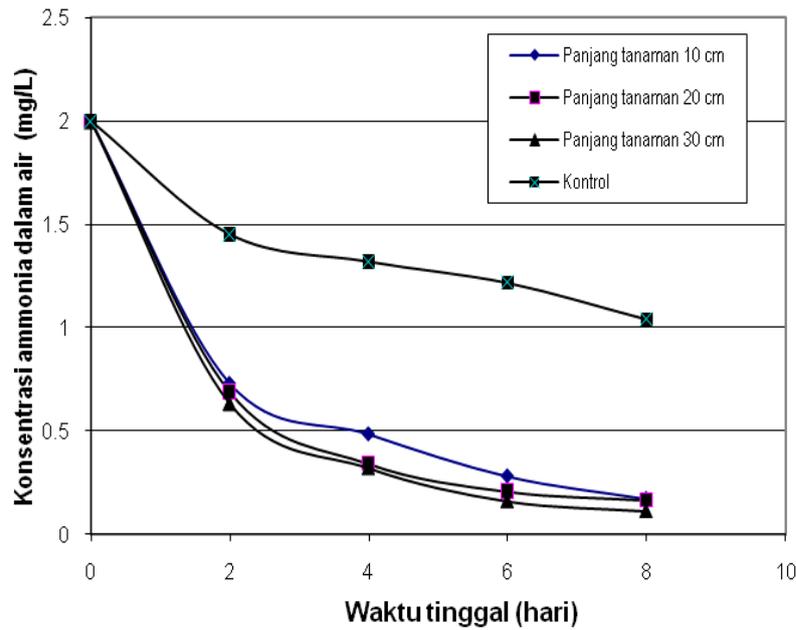
## 3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menitikberatkan pada studi kecepatan biosorpsi ammonia oleh enceng gondok pada bak uji. Penelitian dimulai dengan meletakkan bak uji yang telah di tanami tanaman Enceng Gondok. Pengoperasiannya dilakukan secara batch dengan bervariasi waktu tinggal dan umur tanaman.

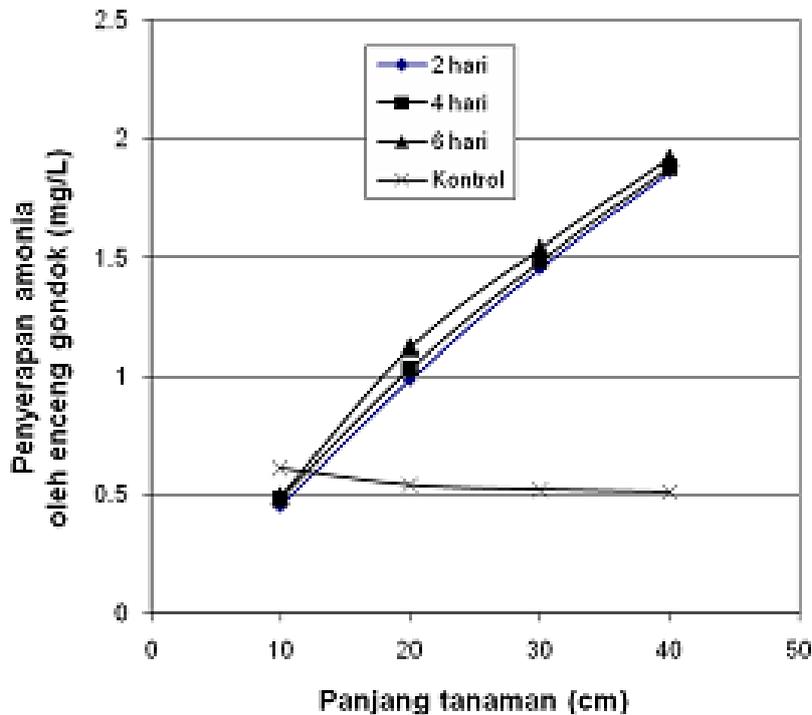
### 3.1 Pengaruh Waktu Tinggal

Perlakuan dimulai dengan meletakkan bak uji yang telah di tanami tanaman enceng gondok. Hasil penelitian seperti dipaparkan pada Gambar 1 menunjukkan bahwa konsentrasi ammonia pada permukaan air menurun dengan ber-tambahnya waktu tinggal dan cenderung konstan pada waktu 8 hari. Hal ini disebabkan karena ammonia yang terlarut dalam air lebih banyak terserap oleh Enceng Gondok. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa waktu tinggal 2, 4, 6, dan 8 hari dapat mengurangi konsentrasi ammonia hingga 1,568 mg/l (78%), 0,245 mg/l (12%), 0,204 mg/l (5%) dan 0,022 mg/l (1%) pada panjang tanaman 10 cm. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu tinggal, konsentrasi ammonia terserap oleh akar semakin mengecil. Partikel bermuatan negatif dapat menarik dan mengikat kation secara elektrostatis oleh permukaan partikel air. Setelah ammonia diserap oleh media, maka sebagian ammonia ditarik oleh akar untuk ditranslokasikan ke bagian tumbuhan lainnya.





**Gambar 1.** Pengaruh waktu tinggal terhadap pengurangan konsentrasi ammonia dalam air (Jumlah tanaman 4 batang,  $T = 30^{\circ}\text{C}$ , konsentrasi awal ammonia 2 mg/L).



**Gambar 2.** Biosorpsi ammonia oleh enceng gondok dengan variasi panjang tanaman (Jumlah tanaman 4 batang,  $T = 30^{\circ}\text{C}$ , Konsentrasi awal ammonia = 2 mg/L).

Kapasitas tukar kation secara umum merupakan petunjuk terhadap kemampuan untuk membiosorpsi ion-ion positif. Konsentrasi efluen pada bak perlakuan kontrol lebih tinggi dibandingkan pada

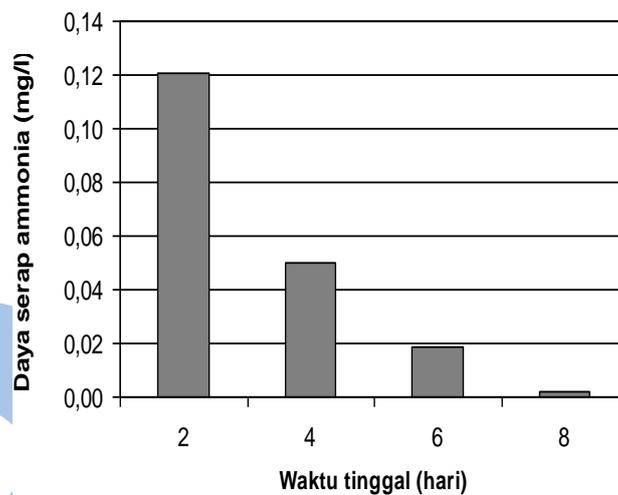
bioreaktor uji. Keadaan ini dikarenakan bak kontrol hanya terjadi penguapan ammonia ke udara, sedangkan biosorpsi Enceng Gondok terjadi pada bak uji.

### 3.2 Pengaruh Umur Tanaman

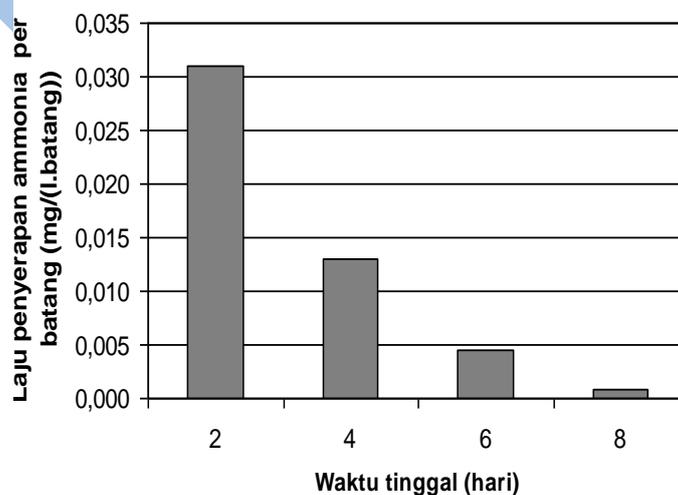
Panjang tanaman berhubungan dengan umur tanaman. Pengaruh panjang tanaman terhadap biosorpsi ammonia seperti diilustrasikan pada Gambar 2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa umur tanaman berpengaruh terhadap biosorpsi ammonia oleh tanaman Enceng Gondok. Semakin berumur tanaman maka proses biosorpsi semakin besar. Kecepatan biosorpsi ammonia pada waktu tinggal 2 hari dengan panjang tanaman 10, 20, dan 30 cm adalah 0,452 (23%), 0,986 (49%), dan 1,457 mg/l (73%). Pada waktu tinggal 4 hari untuk kondisi yang sama, kandungan ammonia yang terserap adalah 0,482 (24%), 1,032 (52%), dan 1,486 mg/l (74%). Seperti yang

dijelaskan oleh Wendy dkk. (2005) bahwa biosorpsi dan akumulasi zat polutan oleh tumbuhan dapat terjadi melalui biosorpsi oleh akar, translokasi dari akar ke bagian tumbuhan lain, dan lokalisasi zat tersebut pada bagian sel tertentu untuk menjaga agar tidak menghambat metabolisme tumbuhan tersebut.

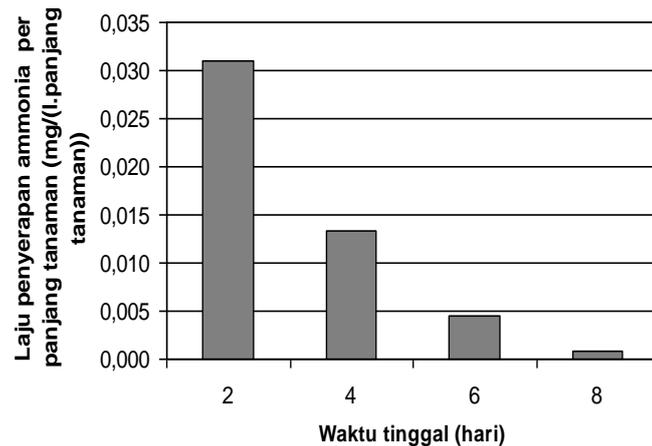
Proses intersepsi akar, aliran massa, dan difusi yang mengerakkan ammonia ke akar tumbuhan. Akar tanaman yang terus tumbuh dan memanjang menuju ke dasar bak uji. Memanjangnya akar-akar ini berarti memperpendek jarak yang harus ditempuh ammonia untuk mendekati akar tanaman, baik melalui aliran massa maupun difusi.



**Gambar 3.** Daya serap ammonia oleh enceng gondok dengan variasi waktu tinggal (Jumlah tanaman 4 batang,  $T = 30^{\circ}\text{C}$ , dan konsentrasi awal ammonia = 2 mg/L).



**Gambar 4.** Laju biosorpsi ammonia perbatang oleh enceng gondok dengan variasi waktu tinggal ( $T = 30^{\circ}\text{C}$ , dan konsentrasi awal ammonia = 2 mg/L).



**Gambar 5.** Laju biosorpsi ammonia perpanjang tanaman oleh enceng gondok dengan variasi waktu tinggal (Jumlah tanaman 4 batang,  $T = 30^{\circ}\text{C}$ , dan konsentrasi awal ammonia = 2 mg/L).

Gerakan massa air di dalam bak uji berlangsung terus menerus karena air secara kontinyu diserap oleh akar dan menguap melalui proses transpirasi. Pada saat akar tanaman menyerap, ammonia yang terlarut dalam air bergerak menuju akar tanpa aliran air, tetapi bergerak secara difusi. Hal ini dapat dijelaskan bahwa pergerakan suatu zat terjadi dari bagian yang berkonsentrasi tinggi ke bagian konsentrasi rendah.

### 3.3 Laju Biosorpsi Ammonia oleh Tanaman Enceng Gondok

Laju biosorpsi ammonia oleh tanaman Enceng Gondok diilustrasikan pada Gambar 3, 4, dan 5. Daya serap Enceng Gondok pada waktu 2 hari adalah sebesar 0,1225 mg/L, 4 hari sebesar 0,051 mg/L, 6 hari sebesar 0,0182 mg/L, dan 8 hari sebesar 0,0028 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu tinggal, konsentrasi ammonia yang terserap oleh akar dan tanah semakin mengecil. Gambar 4 memperlihatkan bahwa laju biosorpsi ammonia per batang enceng gondok mencapai maksimum pada 2 hari sebesar 0,0306 mg/L/batang, sementara dalam 4 hari sebesar 0,0128 mg/L/batang. Gambar 5 memperlihatkan laju biosorpsi ammonia perpanjang tanaman mencapai maksimum pada 2 hari sebesar 0,0031 mg/L/panjang tanaman. Kandungan ammonia dalam air menurun dengan bertambahnya waktu, hal ini dikarenakan ammonia diserap oleh tanaman. Setelah

ammonia diserap oleh media, maka sebagian ammonia ditarik oleh akar untuk ditranslokasikan ke bagian tumbuhan lainnya. Kapasitas tukar kation secara umum merupakan petunjuk terhadap kemampuan tanah untuk membiosorpsi ion-ion positif dari lapisan air. Pada kontrol, penurunan kandungan ammonia pada tanah sangat kecil. Hal ini dikarenakan oleh ammonia yang tidak diserap oleh tanaman.

### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang biosorpsi ammonia oleh tumbuhan air Enceng Gondok, *Eichhornia crassipes*, kesimpulan yang dapat diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biosorpsi maksimum terjadi pada waktu 2 hari kulturisasi.
2. Laju biosorpsi ammonia oleh akar meningkat dengan meningkatnya waktu tinggal.
3. Waktu tinggal 2, 4, 6 dan 8 hari dapat mengurangi konsentrasi ammonia masing-masing hingga 1,568 mg/l (78%), 0,245 mg/l (12%), 0,204 mg/l (10%) dan 0,022 mg/l (1%) pada panjang tanaman umur 10 cm dengan konsentrasi ammonia mula-mula 2 mg/L.
4. Umur tanaman mempengaruhi biosorpsi dimana semakin berumur maka proses biosorpsi oleh tanaman semakin besar.

## Daftar Pustaka

- Brennan, M. A., Shelley, M. L. (1999) A model of the uptake, translocation, and accumulation of lead (Pb) by maize for the purpose of phytoextraction, *Ecological Engineering*, 12, 3-4, 271-297.
- Erdei, L, Mezôsi, G., Mécs, I., Vass, I., Fôglein, F., and Bulik, L. (2005) Phytoremediation as a program for decontamination of heavy-metal polluted environment, *Acta Biology Szeged*, 49, 75-76.
- Fodor, F., Gáspár, L., Morales, F., Gogorcena, Y., Cseh, E., Kröpfel, K., Abadía, J., Sárvári, E. (2003) Fe and Cd Allocation in poplar (*Populus alba* L.) Grown in Hydroponics with Cd and two Fe Sources, *COST 837 WG2+4 Meeting in Stockholm, Sweden: Workshop of Phytoremediation of toxic metals, Stockholm, June, 12-15.*
- Göthberg, A., Greger, M., Bengtsson, B. E. (2002) Accumulation of heavy metals in Water Spinach (*Ipomoea aquatica*) cultivated in the Bangkok region, Thailand, *Environmental Toxicology Chemical*, 21, 1934-1939.
- IBW (1998) *Wetland System in Nicaragua : A Feasible Alternative to the Oxidation Lagoon*, Available online at <http://www.ibw.com.ni/~biomasa/biofilt.htm>.
- Netter, A., Bischofsberger, P. (1999) *Metal Hyperaccumulator Plants*, Available at <http://Ibewww.epfl.ch/COT837/WG2>.
- Percy, I. Truong, P. (2003) *Landfill Leachate Disposal with Irrigated Vetiver Grass*, (Research Report), Tweed Shire Council, Murwillumbah, New South Wales, Australia.
- Wendy, A. P., Baxter, I. R., Richards, E. L., Freeman, J. L., Murphy, A. S. (2005) *Phytoremediation and Hyperaccumulator Plants*, Center for Phytoremediation, Purdue University, West Lafayette, USA