

# **PENGARUH FLUKTUASI SALINITAS TERHADAP NITRIFIKASI OLEH BEKTERI YANG DIAMBIL PADA MUARA SUNGAI BANJIR KANAL TIMUR**

**Bintang Dyah Kusumastuti, Sudarno, Titik Istirokhatun**

Jurusan T. Lingkungan FT. UNDIP, Jl. Prof H. Soedarto, S.H Tembalang - Semarang  
Email: [enveng@undip.ac.id](mailto:enveng@undip.ac.id)

## **ABSTRACT**

*This research is taken by sample of Banjir kanal Timur. It is conducted by research in order to know the effect of fluctuations in salinity on nitrification, in this research, separating ammonium is conducted by giving variations of salinity content which is different on each bacteria and reactor. It would be returned to the source of orifice, that is 0,5% of the result. In high salinity, bacteria cannot degrade ammonium fast, but it can be fast if when it is returned to the source salinity, so by that experiment, we can say characteristic of salinity toxic is temporary in process separating ammonium. In even 0%-3% salinity, bacteria can degrade ammonium well so bacteria which is taken of banjir kanal Timur can be applied to recycle waste which has 0%-3% salinity fluctuation.*

**Keyword :** *Nitrification, Salinity fluctuation, Separating ammonium*

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Pencemaran limbah yang mengandung nutrient-nutrient air limbah, dalam hal ini N dan P akan menyebabkan terjadinya kerusakan pada badan air penerima (air laut / air tawar). Kelebihan nutrient dalam air limbah akan mengakibatkan terjadinya Eutrofikasi (Effendi, 2003). Eutrofikasi merupakan sebuah proses alamiah di mana perairan mengalami penuaan secara bertahap dan menjadi lebih produktif bagi tumbuhnya biomassa. Kondisi eutrofik sangat memungkinkan alga, tumbuhan air berukuran mikro, untuk tumbuh

berkembang biak dengan pesat (blooming) akibat ketersediaan nutrient yang berlebihan. Hal ini bisa dikenali dengan warna air yang menjadi kehijauan, berbau tak sedap, dan kekeruhannya yang menjadi semakin meningkat. Akibatnya, kualitas air di banyak ekosistem air menjadi sangat menurun. Rendahnya konsentrasi oksigen terlarut, bahkan sampai batas nol, menyebabkan makhluk hidup air seperti ikan dan spesies lainnya tidak bisa tumbuh dengan baik sehingga akhirnya mati. Industri yang menghasilkan limbah yang mengandung senyawa N tinggi seperti industri susu, industri

pengolahan ikan, dan industri kulit dapat disisihkan dengan cara nitrifikasi dan denitrifikasi. Nitrifikasi merupakan proses oksidasi biologi yang mengubah amonium menjadi nitrat, yang terjadi melalui dua tahapan reaksi. Pada tahap pertama proses tersebut, terjadi oksidasi amonium  $\text{NH}_4^+$  dari bentuk yang tereduksi sehingga menghasilkan senyawa antara yang lebih teroksidasi yaitu nitrit  $\text{NO}_2^-$  dan selanjutnya mengubah nitrit menjadi nitrat  $\text{NO}_3^-$ . Bakteri yang berperan pada proses nitrifikasi pada umumnya adalah bakteri genus *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter*. Beberapa industri yang melakukan proses produksi, seperti industri susu, industri pengolahan ikan, dan industri kulit menghasilkan limbah yang mengandung senyawa organik, nitrogen, dan salinitas yang cukup tinggi.

Penyisihan senyawa N pada limbah yang mengandung salinitas tinggi tidak dapat disisihkan dengan menggunakan bakteri secara konvensional tetapi menggunakan bakteri yang dapat hidup pada salinitas tinggi. Salinitas dapat berpengaruh terhadap proses penyisihan N pada limbah industri. Bakteri yang dapat hidup pada salinitas yang tinggi dapat digunakan dalam penyisihan senyawa N pada air limbah. Fluktuasi salinitas suatu limbah industri dapat berpengaruh terhadap penyisihan nutrient, dalam hal ini penyisihan  $\text{NH}_4^+$ . Bakteri yang digunakan dalam penyisihan  $\text{NH}_4^+$

harus tetap melakukan aktifitas pada salinitas yang berfluktuasi.

### **Identifikasi Masalah**

Beberapa Industri, misalnya industri susu, industri pengolahan ikan, dan industri kulit yang melakukan proses produksi menghasilkan limbah yang mengandung  $\text{NH}_4^+$  dan salinitas yang tinggi. Kelebihan nutrient dalam hal ini  $\text{NH}_4^+$ , dapat berpengaruh terhadap kerusakan badan air yang dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi. Penyisihan  $\text{NH}_4^+$  tidak dapat disisihkan dengan menggunakan bakteri konvensional, tetapi harus menggunakan bakteri yang dapat beradaptasi pada salinitas yang cukup tinggi.

Kandungan salinitas air limbah yang berfluktuasi tergantung pada proses produksi pada industri, seperti industri susu, industri pengolahan ikan, dan industri kulit.

Dengan adanya hal tersebut diatas, perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh fluktuasi salinitas terhadap penyisihan  $\text{NH}_4^+$  oleh bakteri yang diambil dari Muara Sungai Banjir Kanal Timur.

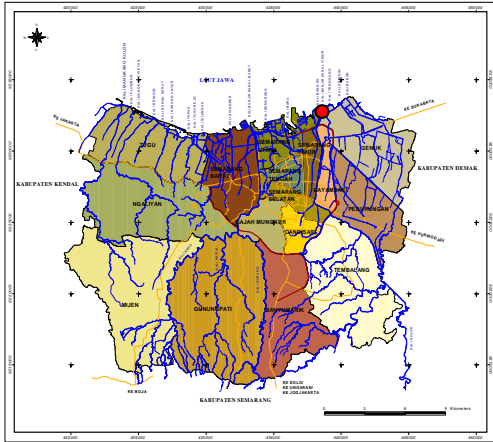
### **Tujuan**

Tujuan pada penelitian ini adalah

1. Mengetahui pengaruh fluktuasi salinitas terhadap laju penyisihan  $\text{NH}_4^+$  oleh bakteri yang diambil pada Muara Sungai Banjir Kanal Timur.
2. Mengetahui sifat toxic salinitas bersifat permanen atau sementara terhadap aktivitas bakteri diambil pada Muara Sungai Banjir Kanal Timur.

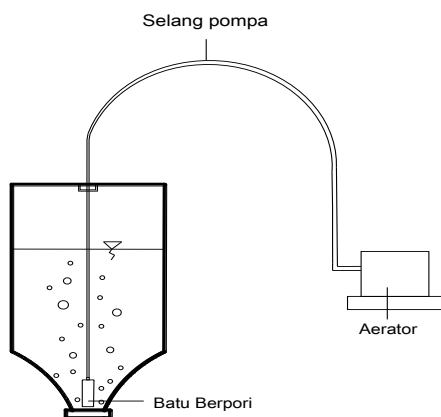
## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Lokasi Pengambilan Sampel**



### **Pembuatan Reaktor**

Sebelum pembuatan reaktor dilakukan terlebih dahulu mendesain reaktor yang tepat. Reaktor tersebut dibuat sebanyak 6 buah sesuai dengan variasi konsentrasi garam yaitu 0%; 0,5%; 1,5%; 3%; 5% dan 7%. Berikut adalah skema reaktor yang digunakan pada penelitian ini :



### **Uji Pendahuluan**

Setelah dilakukan pembuatan reaktor dilakukan uji pendahuluan untuk mengetahui berapa lama kemampuan bakteri yang diambil dari Muara Sungai Banjir Kanal Timur dalam mendegradasi ammonium. Berikut adalah cara kerja yang dilakukan pada uji pendahuluan :

1. Sampel yang diambil dari Muara Sungai Banjir Kanal Timur dipisahkan antara lumpur dengan air. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel lumpur.
2. Membuat sumber ammonium sampai konsentrasinya sebesar 50 mg/ l yaitu dengan melarutkan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  sebanyak 0,191 gram dalam 1 liter air.
3. Memasukkan lumpur sebanyak 20 ml, sumber ammonium, 980 ml air kran kemudian di aerasi.
4. Dilakukan pengujian ammonium setiap hari pada jam yang sama yaitu pukul 10.30.
5. Dari hasil yang di dapatkan pada uji pendahuluan bakteri mengalami pertumbuhan fase log pada hari ke-2 sampai hari ke-3, sehingga bakteri mampu mendegradasi ammonium selama 3 hari.

Penelitian ini terdiri dari 2 tahapan yakni mengenai efek salinitas terhadap penyisihan  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  dan sifat toxic salinitas terhadap penyisihan  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ . Cara kerja yang dilakukan sama dengan cara kerja pada saat uji pendahuluan hanya saja memiliki salinitas yang berbeda-beda kemudian dikembalikan ke salinitas asli Muara

Sungai yakni 0,5%. Aktivitas bakteri dapat dilihat dari penurunan konsentrasi ammonium.

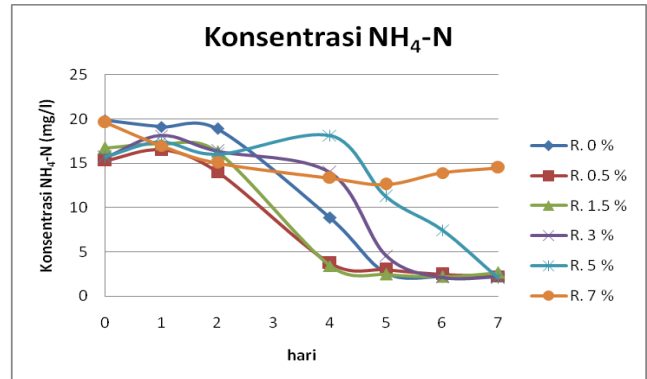
### Uji Ammonium

- Sampel dari dalam reaktor diambil sebanyak 10 ml menggunakan pipet ukur kemudian disaring menggunakan kertas saring
- Sampel yang telah disaring diambil sebanyak 2 ml menggunakan pipet kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 10 ml dan diencerkan dengan menggunakan aquades hingga volume sebanyak 10 ml
- Selanjutnya ditetesi larutan NaOH 6 N dan EDTA masing-masing sebanyak 5 tetes kemudian didiamkan selama kurang lebih 10 menit.
- Setelah itu diambil 5 ml kemudian ditetesi garam seignette sebanyak 2 tetes dan larutan nessler sebanyak 0,5 ml, maka akan terbentuk warna kuning kecoklatan selanjutnya didiamkan maksimal 10 menit kemudian dilakukan pengukuran intensitas warna dengan menggunakan alat spektrofotometer.

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### Efek salinitas terhadap penyisihan $\text{NH}_4^+\text{-N}$

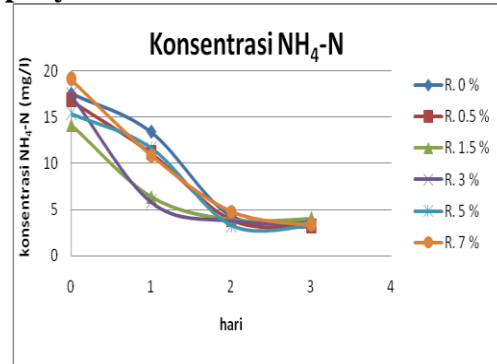
Pada saat proses berjalan, terlihat ammonium terjadi penurunan dari waktu ke waktu, ammonium tersebut terdegradasi akibat adanya konsumsi nutrient oleh bakteri nitrosomonas yang kemudian bakteri tersebut menghasilkan nitrit.



Pada grafik dapat terlihat bahwa pada salinitas 0% hari ke-0 sampai hari ke-2 ammonium belum mengalami penurunan yang signifikan. Hal tersebut juga terjadi pada salinitas 1,5%; 3%; 5% dan 7%. Hal tersebut dikarenakan bakteri pada tiap reaktor belum beradaptasi pada kondisi lingkungan setiap reaktor tersebut. Pada hari ke-2 reaktor 0,5 % mengalami penurunan. Pada reaktor 0,5% mengalami penurunan sebesar 2,525 mg/l. Pada reaktor ini mulai terlihat penurunan yang signifikan dibandingkan dengan reaktor-reaktor yang lain yang belum terlihat perubahan yang signifikan pada hari ke-2. Pada hari ke-4 terlihat pada grafik reaktor 0% dan 1,5% mengalami penurunan konsentrasi ammonium yang signifikan yaitu pada salinitas 0% dan 1,5 %. Pada reaktor 0% konsentrasi ammonium mengalami penurunan sebesar 10,043 mg-N/l sedangkan pada reaktor 1,5 % mengalami penurunan sebesar 12,871 mg-N/l. Pada reaktor 3%, 5%, tidak terlihat penurunan konsentrasi ammonium yang signifikan. Penurunan konsentrasi ammonium pada kedua reaktor tersebut lebih lambat jika dibandingkan dengan

reaktor 0%; 0,5%; 1,5%. Hal tersebut dikarenakan bakteri yang ada pada kedua reaktor tersebut mampu beradaptasi pada salinitas 3% dan 5% tetapi memiliki kemampuan yang lemah dalam mendegradasi ammonium. Pada reaktor 7% hanya mengalami penurunan konsentrasi ammonium yang kecil. Hal tersebut dikarenakan bakteri tidak mampu beradaptasi pada salinitas 7% sehingga bakteri pada reaktor 7% menjadi tidak aktif. Pada reaktor 7% ini salinitas berperan sebagai inhibitor yang menghambat pertumbuhan bakteri dalam mendegradasi ammonium sehingga mengakibatkan bakteri yang ada pada reaktor 7% tidak dapat beradaptasi pada salinitas 7% dan mendegradasi ammonium dengan cepat. Pada hari ke-5 sampai hari ke-7 pada reaktor 0%, 0,5%, 1,5%, 3%, 5% mengalami penurunan sampai konsentrasi ammonium pada hari ke-7 mencapai rata-rata 2 mg-N/l. Tetapi pada grafik yang menunjukkan penurunan ammonium yang cukup signifikan diantara reaktor-reaktor yang lain yaitu reaktor 0,5% hal tersebut dikarenakan bakteri yang ada dalam reaktor tersebut sudah beradaptasi pada salinitas tersebut dimana salinitas tersebut sesuai dengan sampel bakteri yang diambil dari muara sungai yaitu sebesar 0,5%. lingkungan mampu beradaptasi dan mendegradasi ammonium. Pada proses ini juga dilakukan pengukuran pH dan DO sebagai kontrol. pH pada proses ini cenderung stabil sehingga tidak mengganggu proses running ini.

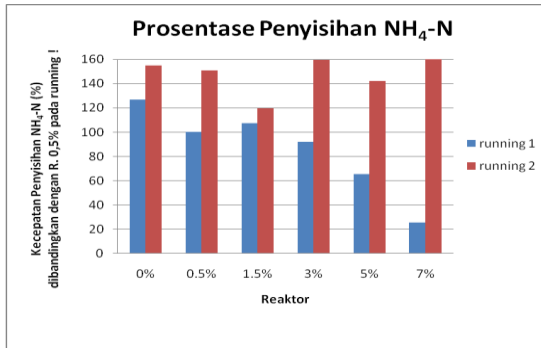
### Sifat toxic salinitas terhadap penyisihan $\text{NH}_4^+\text{-N}$



Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa kemampuan bakteri dalam mendegradasi ammonium cenderung berjalan dengan baik karena salinitas pada masing-masing reaktor sesuai dengan salinitas habitat bakteri yaitu salinitas muara sungai sebesar 0,5%. Pada proses *running* pertama terlihat bahwa pada reaktor 3%, 5%, dan 7% tidak dapat mendegradasi ammonium dengan cepat. Hal tersebut disebabkan karena salinitas yang tinggi dapat mengakibatkan terhambatnya keaktifan bakteri. Dari grafik diatas mulai hari ke-0 sampai hari ke-1 telah mengalami penurunan konsentrasi ammonium secara signifikan. Dari lumpur yang berasal dari reaktor 0% hari ke-1 mampu mendegradasi ammonium sebesar 4.1 mg-N/l, reaktor 7% mampu mendegradasi ammonium sebesar 8.168 mg-N/l. Hal tersebut menandakan bahwa dari reaktor 7% yang pada proses *running* pertama dengan salinitas 7% pada proses *running* kedua bakteri dalam reaktor tersebut dapat kembali aktif dan dapat mendegradasi ammonium dengan cepat. Hal tersebut juga terjadi pada reaktor 0,5%, 1,5%; 3%; dan 5% yang

kembali aktif dan dapat mendegradasi ammonium lebih cepat dibandingkan pada proses *running* pertama.

**Prosentase Penyisihan NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N pada *running* pertama dan *running* kedua**



Dari gambar diagram batang di atas terlihat bahwa prosentase penyisihan ammonium yang mencapai 100% pada *running* pertama yaitu pada reaktor 0%; 0,5%; 1,5%; dan 3% sedangkan pada *running* kedua semua reaktor memiliki prosentase penyisihan ammonium mencapai 100%. Pada diagram batang diatas terdapat perbedaan hasil prosentase antara *running* pertama dan *running* kedua. Hal ini disebabkan karena pada *running* pertama fase lag pertumbuhan bakteri cenderung konstan dengan konsentrasi awal ammonium yang dibutuhkan, sehingga dalam fase log bakteri lebih cepat dalam mendegradasi ammonium. Sedangkan pada reaktor 0,5% pada *running* pertama fase lag cenderung tidak konstan dengan konsentrasi ammonium, sehingga penurunan konsentrasi lebih besar dibandingkan dengan reaktor 0%. Sedangkan prosentase terendah pada reaktor 7%. Hal ini disebabkan salinitas yang tinggi dapat menghambat pertumbuhan

bakteri sehingga bakteri tidak mampu mendegradasi ammonium dengan jumlah yang banyak. Sedangkan pada *running* kedua prosentase penyisihan ammonium paling rendah yaitu pada reaktor 7% menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan pada reaktor lain. Hal ini terlihat bahwa aktivitas bakteri pada reaktor 7% kembali aktif dan mampu mendegradasi ammonium mencapai prosentase 100% jika dikembalikan pada kondisi salinitas aslinya. Pada saat *running* pertama waktu yang dibutuhkan untuk menyisihkan ammonium dan bakteri mengalami pertumbuhan fase stationer selama 6 hari, sehingga setelah dikembalikan ke salinitas asli bakteri mampu menyisihkan ammonium dengan cepat, sedangkan apabila waktu yang dibutuhkan pada *running* pertama lebih lama maka pengembalian bakteri ke salinitas awal kemungkinan bakteri mengalami kecepatan penyisihan ammonium yang lebih lambat. Dari keadaan tersebut dapat dikatakan bahwa pertumbuhan bakteri yang terhambat pada salinitas yang tinggi hanya bersifat sementara. Dari gambar diagram batang di atas dapat juga diindikasikan bahwa bakteri yang berperan dalam penyisihan ammonium dapat menangani fluktuasi salinitas pada rate 0%-3%.

**KESIMPULAN**

1. Pada sampel bakteri yang diambil dari Muara Sungai Banjir Kanal Timur mampu menyisihkan ammonium pada salinitas yang berbeda-beda. Pada salinitas 5%, dan 7% bakteri kurang aktif sehingga lambat dalam menurunkan konsentrasi ammonium,

dan salinitas merupakan penghambat/inhibitor dalam proses penyisihan ammonium. Bakteri dari Muara Sungai Banjir Kanal Timur yang berperan dalam penyisihan ammonium mampu menangani fluktuasi salinitas pada rate 0%-3%.

2. Penyisihan ammonium pada salinitas yang tinggi dapat menyisihkan ammonium dengan baik ketika dikembalikan ke salinitas asli Muara Sungai, dalam hal ini sifat toxic salinitas bersifat sementara.

#### DAFTAR PUSTAKA

Alaerts, G and Santika. 1987. *Metoda Penelitian Air*. Penerbit Usaha Nasional. Surabaya.

Badjoeri Muhammad, Widiyanto Tri. 2008. *Penggunaan Bakteri Nitrifikasi Untuk Bioremediasi dan pengaruhnya Terhadap Konsentrasi Ammonia dan Nitrit di Tambak Udang*. Pusat Penelitian Limnologi: Jakarta

Blackburn HT, J Sorensen. 1985. *Nitrogen Cycling In Coastal Marine Environment*. Departement Ecology and Genetic. Univercity Aarhus: Denmark

Bock E, Koops HP, Harms H. 1989. *Nitrifying Bacteria*. Springer Verlan: Denmark

Breisha Gaber Z., Josef Winter, 2010. *Bio Removal of Nitrogen from Wastewater*. Departemen of

Agricultural Microbiology:  
Germany

Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit Kanisius : Yogyakarta

Ginting, Perdana. 2007. *Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri*. Yrama Widya: Bandung

Hapsari Kartika. 2012. *Potensi Nitrifikasi Oleh Bakteri Pada Muara Sungai Studi Kasus Muara Sungai Plimbon, Muara Sungai Banjir Kanal Barat dan Muara Sungai Banjir Kanal Timur*. Teknik Lingkungan Undip: Semarang

Jutono, Soedarsono, Hartadi, Kaberun, Suhadi, Soesanto. 1972. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Departemen Mikrobiologi Fakultas Pertanian UGM: Yogyakarta

Koemarawidjaja Wage, Ambarsari Hannies. 2001. *Potensi Mikroba Penitrifikasi Kawasan Pertambakan Udang Tanjung pasir Tangerang*. Peneliti Balai Teknologi: Jakarta

Mahida Un. 1981. *Pencemaran air dan Pemanfaatan Limbah Industri*. Mc Graw Hill.: New Delhi

Meilawati Yonik, Pradiko Hary, Yulianti. 2006. *Analisa Kualitas Air dan sedimen di*

- Daerah Muara Sungai  
Cipalabuhan. Universitas  
Pasundan: Jawa Barat
- Metcalf dan Eddy. 1991. *Wastewater engineering : treatment, disposal, and reuse*. McGraw-Hill, New York
- Mony Ahmad. 2004. *Analisis Kondisi Lingkungan Perairan Muara Sungai Cimandiri, Teluk Pelabuhan ratu Sukabumi Jawa Barat*. Fakultas Perikanan dan Kelautan IPB: Bogor
- Nyabakken James W. 1992. *Biologi Laut*. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta
- Purnamasari W. 2004. *Isolasi dan Seleksi Bakteri Pengoksidasi Ammonium Asal Tambak Udang*. Fakultas MIPA IPB: Bogor
- Pelczar Michael J. Chan. 1986. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Universitas Indonesia: Jakarta
- Rysgard, Soren. 1999. *Effect of salinity on  $NH_4^+$  Adsorption Capacity, Nitrification and Denitrification in Danish Estuarine Sediment*. National Environmental Research Institute: Denmark
- Sudarno. 2010. *Nitrification in fixed bed reactors treating saline wastewater*. Environmental Biotechnology: Germany
- Sumarsih Sri. 2003. *Mikrobiologi Dasar*. Fakultas Pertanian UPN: Yogyakarta
- Susanto Byna, Koesdianto, Nur Satria Hasrul. 2009. *Kajian Kualitas Air Sungai Yang Melewati Kecamatan Gambut dan Aluh-Aluh Kalimantan Selatan*. Program Studi Biologi Fakultas MIPA: Kalimantan Selatan
- Tchobanoglous, George, L. Burton, Franklin, dan Stensel, H. David, 2003, *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*, 4<sup>th</sup> Edition, McGraw – Hill Book Co: New York, USA
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Teknik Pantai*. Beta Offset: Jakarta
- Tresnawati Tika. 2006. *Aktivitas Bakteri Pengoksidasi Ammonium Isolat ASR1 dan ASR2 Asal Tambak Udang Pada Sumber Karbon Dan Salinitas Yang Berbeda*. Fakultas MIPA IPB: Bogor
- Yuniasari Deby. 2009. *Pengaruh pemberian Bakteri Nitrifikasi dan Denitrifikasi Serta Molase dengan C/N Rasio Berbeda Terhadap Profil Kualitas Air, Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Udang*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan