

PENGARUH PERBEDAAN DOSIS OKSIGEN TERLARUT (DO) PADA DEGRADASI AMONIUM KOLAM KAJIAN BUDIDAYA UDANG

Wage Komarawidjaja

Peneliti Ekotoksikologi Perairan
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

Abstract

The objective of the study is to determine the effectiveness of bacterial application and various continuous dissolved oxygen (DO) treatment for nitrogen (ammonia, nitrite and nitrate) degradation in shrimp culture. The DO treatment was set as 4.5 mg/L for treatment-I, 5.5 mg/L for treatment-II and 6.5 mg/L for treatment-III. The batch oxidation was conducted for a period of 20 days. The temperature, pH, salinitas, DO, ammonia, nitrite and nitrate were determined.

Based on some previous research papers. NH_3 becomes toxic to shrimp if the concentration is higher than 0.54mg/Lr. NH_3 measurement on this experiment was about 0.01 mg/L up to 2.5 mg/L, but frequently was found lower than 0.54 mg/L in the pond under treatment-III (6.5 mg/L DO).

The result also indicates that nitrification process in the experiment pond was not only depend on DO level and abundance of nitrifier, but also was influenced by a possibility of the occurrence of organic compound that inhibit nitrification.

Key words: Nitrification, microbial degradation, shrimp culture,

1. PENDAHULUAN

Upaya meningkatkan produksi udang sebagai komoditas ekspor terus digalakkan, baik melalui intensifikasi budidaya maupun dengan melakukan pembukaan kawasan potensial di luar Pulau Jawa, seperti di Sumatera, Kalimantan dan Kawasan Timur Indonesia. Antisipasi pengembangan budidaya tambak udang baik secara intensif maupun ekstensif, kedua duanya memiliki resiko yang sama, terutama tantangan kegagalan.

Salah satu sumber kegagalan tersebut adalah turunnya kualitas

lingkungan budidaya. Rendahnya kualitas lingkungan dapat menjadi pendorong berkembangnya penyakit patogen yang menyerang udang. Oleh karena itu, perbaikan kualitas lingkungan perlu dilakukan, sehingga usaha budidaya udang mampu mencapai tingkat produksi yang menguntungkan petani tambak.

Terjadinya penurunan kualitas lingkungan tambak udang dapat terjadi akibat akumulasi senyawa organik sisa pakan dan kotoran udang di dasar tambak, yang kemudian terurai antara lain membentuk amonia. Bila lingkungan perairan tambak udang mengandung

konsentrasi amonia yang tinggi dan berlangsung lama, akan sangat mengganggu terhadap kehidupan dan pertumbuhan udang, bahkan dapat mematikan udang. ^(1,2,3)

Oleh karena itu, diperlukan upaya menekan beban toksisitas amonia, dengan meningkatkan oksidasi sehingga proses nitrifikasi dapat berlangsung sempurna. Untuk itu diperlukan kandungan oksigen terlarut (DO) yang cukup, sehingga mikroba pengurai dapat bekerja dengan optimal. Di sisi lain, secara fisiologis udang membutuhkan oksigen dalam hidupnya, sehingga berkurangnya DO akan mendorong peluang kegagalan budidaya udang semakin besar.⁽²⁾

Dalam beberapa pustaka disebutkan bahwa kebutuhan DO untuk budidaya udang adalah berkisar antara 3-8 mg/L, bahkan ada pula yang berpendapat sekitar 4,5-7 mg/L. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mempelajari kebutuhan oksigen dalam proses degradasi senyawa N-organik pada budidaya udang.⁽³⁾

2. METODOLOGI

2.1 Bahan

Beberapa bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah: air laut, air tawar, udang windu stadia post larva, sedangkan peralatan yang digunakan antara lain: akuarium ukuran 35x34x50 cm³, aerator, termometer, salinometer, DO-meter, pH-meter, autoklaf, cawan petri, inkubator, timbangan dan peralatan laboratorium analisis. Dalam penelitian ini akuarium diisi dengan air sebanyak 30 liter. Setiap akuarium diaerasi sehingga masing masing perlakuan mengandung DO 4,5

mg/L untuk Perlakuan-I (P-1), 5,5 mg/L untuk Perlakuan-II (P-2) dan 6,5 mg/L untuk Perlakuan-III (P-2).

Konsorsium mikroba aerob pengurai amonia ditambahkan pada hari ke-O. Kondisi temperatur dan pH dijaga pada kisaran yang tetap untuk semua kolam penelitian, sedangkan kadar salinitas diatur secara bertahap turun dari kisaran 25 ppt sampai 15 ppt selama periode penelitian untuk semua akuarium.

2.2 Pengambilan dan Analisis Sampel Air Laut

Sampel dari ketiga perlakuan secara komposit diambil masing masing dari sudut dan titik tengah kolam, kemudian dilakukan pengukuran terhadap beberapa parameter kualitas air yang telah ditetapkan. Pengamatan parameter kualitas air meliputi pengukuran pH, temperatur, salinitas dan DO dilakukan setiap pagi. Pengukuran ammonia, nitrit dan nitrat dilakukan 2 hari sekali.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kualitas Air

Hasil pengamatan kualitas air yang meliputi parameter temperatur, pH, salinitas dan DO secara rata-rata kualitas lingkungan air penelitian telah memenuhi kondisi yang diharapkan sebagaimana disajikan pada Tabel-1 berikut :

Sebagaimana diketahui kisaran temperatur air pada budidaya udang windu adalah sekitar 26-32°C. Pada Tabel-1, temperatur air akuarium penelitian adalah 26-30°C telah memenuhi kisaran temperatur untuk pemeliharaan udang. Parameter kualitas

air yang dipengaruhi oleh perubahan temperatur adalah konsentrasi DO dan Amonia. Pada temperatur yang tinggi proporsi amonia tak terion akan meningkat dibandingkan dengan amonia terion. ²⁾

Tabel-1. Data Kualitas Air

Sumber	Parameter	Unit	Rataan
P-I	Temperatur	°C	28,55 ± 0,82
	pH		8,05 ± 0,25
	Salinitas	‰	20,56 ± 2,94
	DO	mg/L	4,41 ± 0,24
P-II	Temperatur	°C	28,29 ± 0,77
	pH		8,11 ± 0,24
	Salinitas	‰	20,88 ± 3,24
	DO	mg/L	5,43 ± 0,21
P-III	Temperatur	°C	n.2 ± 0,75
	pH		8,12 ± 0,25
	Salinitas	‰	20,91 ± 3,40
	DO	mg/L	6,40 ± 0,22

Untuk mendukung pertumbuhan udang windu yang normal dibutuhkan pH air antara 7,5-8,7 dengan batas optimum antara 8,0-8,5. Sedangkan salinitas air pada awal penelitian adalah 26‰ dan pada akhir penelitian salinitas berkisar 20‰. ^{2,3)}

Konsentrasi DO untuk pertumbuhan udang adalah 4,5-7 mg/L dan pada penelitian ini telah diatur kondisinya sesuai perlakuan yang telah ditetapkan.

3.1 Pembentukan dan Degradasi Amonia

a. Akumulasi Amonia

Amonia terbentuk karena adanya peran mikroba dalam proses penguraian senyawa organik sisa pakan yang terakumulasi didasar kolam. Laju pembentukan amonia ketiga perlakuan disajikan pada Gambar-1 berikut :

Pada Perlakuan I, hasil pengukuran konsentrasi NH₄ berkisar antara 0,353 – 2,489 mg/L, untuk Perlakuan II tercatat konsentrasi NH₄ berkisar antara 0,155 – 2,135 mg/L dan Perlakuan III dengan konsentrasi NH₄ berkisar antara 0,190 – 1,695 mg/L.

Dari data analisis tersebut, Perlakuan III menunjukkan kandungan amonia dalam air paling kecil, meskipun konsentrasi tersebut masih tetap membahayakan bila merujuk kepada Tabel-2, dimana konsentrasi amonia 0,54 mg/L sudah bisa membunuh udang setelah 24 jam terpapar oleh NH₄.

Tingginya kadar ammonia di dalam air tambak menurut Whitfield (1974) dalam Allan et al. (1990), baik dalam bentuk amonia non-ionik (NH₃) dan amonia ionik (NH₄) dipengaruhi oleh pH, suhu, salinitas dan tekanan osmotik. Amonia non-ionik sangat toksik terhadap organisme akuatik seperti ikan, krustasea dan moluska (Smart, 1978; Colt and Armstrong, 1981 dalam Allan et al 1990).

Tabel-2. LC50 Amonia dan Nitrit pada Udang *Panaeus* spp. ^{4,5,6,7)}

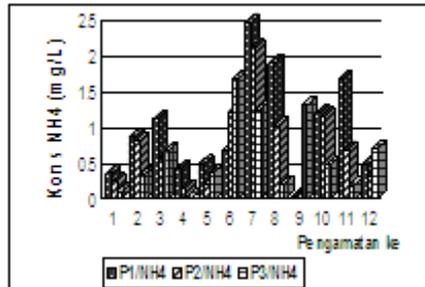
Umur Udang	NH3	NO2	Waktu
<i>P. monodon</i> ¹	1.29	170	8
<i>P. Monodon</i> ¹	1.69	-	96
<i>P. monodon</i> ²	0.54	-	24
<i>P. monodon</i> ³	4.7	-	24
<i>P. monodon</i>	0.77	106	144

Sumber^{*)}Keterangan :

- 1 = Juvenil
- 2 = Nauplius
- 3 = Post Larvae

Sebetulnya NH₄-pun bersifat toksik hialmana terjadi penurunan pH dan amonia (NH₄) dijumpai dalam konsentrasi sangat tinggi (Shaw, 1960; Armstrong et

al.,1978 dalam Allan et al., 1990). Bahkan menurut Colt dan Amstrong (1981) selain amonia, nitrit (NO₂-N) sebagai turunannya dikenal sebagai senyawa yang toksik terhadap ikan, moluska dan krustasea.⁽⁴⁾



Gambar-1. Laju Perubahan Konsentrasi Amonia

Pada Tabel 2 terlihat bahwa NH₃ menurut beberapa laporan telah berefek toksik pada konsentrasi 0,54 mg/L bagi udang setelah 24-144 jam masa inkubasi. Sedangkan efek toksik nitrit terjadi setelah bioasay dilakukan selama 48-240 jam.^(4,5,6)

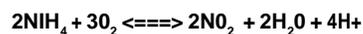
Pada Gambar-1 dapat diamati bahwa konsentrasi amonia cenderung lebih tinggi pada kolam I dan kolam II dengan DO yang rendah dibandingkan dengan kolam III yang DO-nya lebih tinggi. Hal ini mungkin terjadi bukan hanya karena efektivitas pengubahan amonia menjadi nitrit semakin besar pada kadar oksigen yang tinggi, tetapi peningkatan konsentrasi amonia tersebut dapat juga karena penguraian senyawa N-organik terus meningkat akibat adanya degradasi sisa pakan yang terakumulasi. Pada Gambar-1 terlihat bahwa perlakuan I dengan DO 4,5 mg/L, konsentrasi amonia paling tinggi diikuti oleh perlakuan II, dan paling rendah konsentrasi amonia pada perlakuan III.

Beberapa hal yang diduga berpengaruh terhadap akumulasi amonia pada perlakuan I dan II: (1) oksigen yang tersedia hanya cukup untuk pembentukan amonia sehingga proses oksidasi amonia menjadi nitrit dan nitrat (nitrifikasi) tidak berjalan sempurna, (2) kurangnya kepadatan mikroba pengguna amonia dan (3) adanya senyawa penghambat proses nitrifikasi sebagaimana disebutkan dalam Joye and Hallibaugh (1995)⁽⁸⁾ bahwa kehadiran ion hidrogen sulfide (HS⁻ dengan konsentrasi 60 µM dan 100 µM akan menghambat proses nitrifikasi. Bahkan menurut Perfettini dan Bianchi (1990)⁽⁹⁾ terganggunya proses nitrifikasi bukan hanya karena adanya senyawa penghambat tetapi juga karena tidak cukupnya jumlah mikroba yang seharusnya diperlukan.

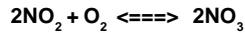
Karena dalam penelitian ini hanya dilakukan pemberian mikroba pada hari ke-0, maka tingginya konsentrasi amonia atau rendahnya proses oksidasi amonia dapat mengganggu kehidupan udang, sebagaimana dikemukakan pada Tabel-2. Oleh karena itu, menurut Perfettini dan Bianchi (1990)⁽⁹⁾ disarankan untuk menambahkan mikroba. sehingga proses oksidasi amonia dapat berjalan optimal.

a. Degradasi Amonia

Degradasi amonia secara aerob dikenal dengan proses nitrifikasi. Menurut Joye dan Hollibaugh (1995)⁽⁸⁾, transformasi amonia atau nitrifikasi merupakan tahap yang penting siklus nitrogen pada sedimen perairan payau (estuaria).^(10,11) Pada tahap ini mikroba yang berperan aktif adalah kelompok Nitrosomonas yang menghasilkan nitrit.



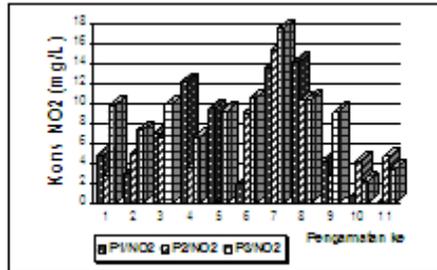
Pada tahap kedua proses nitrifikasi, yaitu oksidasi nitrit, mikroba yang berperan adalah kelompok nitrobakter yang mengubah nitrit menjadi nitrat :



Pembentukan Nitrit

Nitrit sebagai hasil oksidasi amonia, juga merupakan senyawaan nitrogen anorganik yang dapat membahayakan kehidupan udang bila terdapat dalam jumlah tinggi. Nitrit beracun karena kemampuannya mengikat haemoglobin sehingga mengganggu absorpsi oksigen dalam darah.^(10,11)

Nitrit merupakan senyawaan intermediet antara amonia dan nitrat yang pembentukannya sangatlah dipengaruhi oleh kandungan DO di perairan. Pada konsentrasi DO yang tinggi,



Gambar-2. Laju Perubahan Konsentrasi Nitrit

pembentukan nitrit akan berlangsung lebih cepat, sebagaimana disajikan pada Gambar-2. Konsentrasi nitrit pada perlakuan yang mengandung DO lebih besar cenderung menghasilkan puncak grafik yang lebih tinggi.

Namun sebagaimana tercantum pada Tabel-2, kandungan Nitrit dalam air dengan konsentrasi 170 mg/L akan

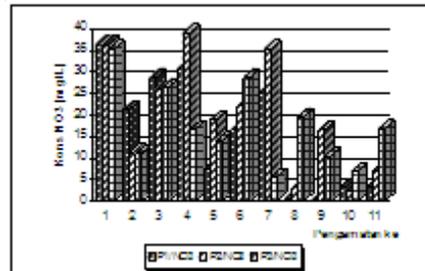
mengakibatkan kematian udang juvenil setelah 48 jam dan dengan konsentrasi 106 mg/L Nitrit akan mematikan udang setelah 144 Jam.^(5,7) Sebagaimana ditunjukkan oleh Gambar-2, dimana Perlakuan I, II dan III menunjukkan konsentrasi nitrit masih di bawah 30 mg/L untuk semua perlakuan. Oleh karena itu, kadar nitrit tersebut belum membahayakan kehidupan udang.

Dengan demikian, sifat toksik yang timbul dari penguraian bahan N-organik tersebut terutama berasal dari tingginya konsentrasi amonia yang terakumulasi.

Pembentukan Nitrat

Hasil akhir proses nitrifikasi adalah terbentuknya nitrat. Senyawa N-anorganik ini relatif tidak bersifat racun bagi kehidupan udang dibanding dengan amonia dan nitrit. Sebagai hasil akhir dari proses nitrifikasi seharusnya konsentrasi nitrat menjadi bertambah. Namun hasil analisis parameter nitrat menunjukkan penurunan konsentrasi, sebagaimana disajikan pada Gambar-3.

Dalam kondisi aerob, proses denitrifikasi tidak mungkin berjalan dengan sempurna, karena kondisi yang baik untuk proses denitrifikasi adalah dalam kondisi anoksik.



Gambar-3. Laju Perubahan Konsentrasi Nitrat

Oleh karena itu. Penurunan konsentrasi nitrat yang terjadi, diduga karena proses penyerapan nitrat oleh fitoplankton atau tumbuhan tingkat rendah lainnya, seperti ditemukannya lumut pada kolam selama periode penelitian.

4. PENUTUP

4.1 Kecepatan pembentukan amonia dari degradasi senyawa N-organik dipengaruhi oleh konsentrasi oksigen terlarut (DO).

4.2 Pada Perlakuan III dengan konsentrasi DO 6,5 mg/L, konsentrasi amonia dapat berangsur turun lebih cepat dibanding Perlakuan I dan II.

DAFTAR PUSTAKA

1. **Komarawidjaja, W.**, 2004. Penelitian pengaruh pemanfaatan konsorsium mikroba penitrifikasi dalam budidaya udang. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. BPPT. 2004. Vol. 5, No.1, Hal : 25-29. ISSN : 1411-318X.
2. **Komarawidjaja, W.**, 2003. Pengaruh aplikasi konsorsium mikroba penitrifikasi terhadap konsentrasi ammonia (NH₄) pada air tambak, kasus di desa Grinting, Kabupaten Brebes. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. BPPT. 2003. Vol. 4, No.2, Hal : 117-12. ISSN : 1411-318X.
3. **Komarawidjaja, W** dan H Ambarsari., 2001. Potensi Mikroba Penitrifikasi Kawa-san Pertambakan Udang Tanjung Pasisir, Tangerang. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. BPPT. 2001. Vol. 2, No.3, Hal : 269-275. ISSN : 1411-318X.
4. Allan,G.L, G.B Maguire and S J Hopkins., 1990. Acute and chronic toxicity of ammonia to juvenile *Metapenaeus macleayi* and *Panaeus monodon* and the influence of low dissolved-oxygen levels. *Aquaculture* 91 :265-280.
5. Chen J -C, Uu P -C and Lei S -C., 1990. Toxicities of ammonia and nitrite to *Panaeus monodon* adolescents. *Aquaculture* 89: 12-137
6. Chin T -S and Chen J -c., (1987). Acute toxicity of ammonia to larvae of the tiger prawn, *Panaeus monodon*. *Aquaculture* 66:247-253.
7. Wickins, J. F. , 1976. The tolerance of worm-water prawns to recirculated water. *Aquaculture* 9: 19-37.
8. Joye S Band J T Hollibaugh., 1995. Influence of sulfide inhibition of nitrification on nitrogen regeneration in sediments. *Science* 270:623-625.
9. Perfettini J and M Bianchi., 1990. The comparison of two simple protocols designed to initiate and stimulate ammonia oxidation in closed aquaculture system. *Aquaculture* 88:179-188.
10. Juliette LY, M R Hyman and D J Arp., 1993. Inhibition of ammonia oxidation in *Nitrosomonas europaea* by sulfur compounds: thioethers are oxidized to sulfoxides by *Ammonia monoxygenase*. *Applied and Environ. Microbiology* 59(11) :3718-3727.
11. Juliette LY, M R Hyman and D J Arp., 1993. Mechanism-based inactivation of *Ammonia monoxygenase* in *Nitrosomonas europaea* by allylsulfide. *Applied and Environ. Microbiology* 59(11) : 3728-3735.