

**PENGARUH PEMBERIAN KONSORSIUM BAKTERI
TERHADAP KONDISI KUALITAS AIR TAMBAK DAN PERTUMBUHAN
UDANG WINDU (*Penaeus monodon* Fab.)**

Muhammad Badjoeri* & Tri Widiyanto*

ABSTRAK

Pemanfaatan mikroorganisme (bakteri) untuk mengatasi kendala menurunnya kondisi kualitas air tambak dikenal dengan sebutan pendekatan bioremediasi. Meningkatnya kandungan senyawa organik sisa pakan dan senyawa metabolit toksik (amonia, nitrit dan hidrogen sulfida) merupakan salah satu permasalahan yang sering muncul dalam budidaya udang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian konsorsium bakteri nitrifikasi dan bakteri denitrifikasi terhadap kondisi kualitas air tambak dan pertumbuhan udang. Konsorsium bakteri yang digunakan terdiri dari bakteri nitrifikasi (*Pseudomonas* sp.), bakteri denitrifikasi (*Alcaligenes* sp.) dengan ratio 1:1, dan bakteri fotosintetik anoksigenik untuk menginokulasi pakan. Penelitian dilakukan pada dua tambak uji berukuran 2000 m², padat penebaran 30 ekor/m², sebagai kontrol adalah tambak tanpa diberikan bakteri. Dosis pemberian bakteri nitrifikasi dan bakteri denitrifikasi yaitu sebanyak 150 L/Ha (tergantung kondisi tambak) pada tahap persiapan, bulan ke 1 dan ke 2 sebanyak 50 L/Ha tiap 10 hari, bulan ke 3 dan ke 4 sebanyak 100 L/Ha tiap 5 hari. Pemberian bakteri (inokulasi) dilakukan secara langsung dengan menebarkan kultur bakteri ke dalam perairan tambak. Penelitian dilakukan selama 120 hari pada tahun 2005. Lokasi tambak di Desa Ciparage Jaya, Karawang - Jawa Barat. Analisis bakteri dan kualitas air dilakukan di Lab. Mikrobiologi Puslit Limnologi-LIPI Cibinong. Hasil analisa kualitas air menunjukkan pemberian konsorsium bakteri nitrifikasi dan denitrifikasi berpengaruh positif terhadap perbaikan kondisi kualitas air tambak dan pertumbuhan udang. Konsentrasi amonia dan nitrit di tambak uji kondisinya berada di bawah ambang batas konsentrasi toksik yang membahayakan udang serta hasil produksi tambak udang.

Kata kunci : Bioremediasi, konsorsium bakteri, tambak udang, kualitas air, senyawa toksik, pertumbuhan udang

ABSTRACT

EFFECTS OF BACTERIA CONSORTIUM APPLICATION ON BRACKISHWATER POND WATER QUALITY AND GROWTH OF TIGER PRAWN (*Penaeus monodon* Fab.). Increasing concentration of organic material which damage the water quality in fishery system such as brackishwater pond as the impact of artificial feed (pelet) is difficult to be avoided. Bioremediation using bacteria is one of effort to overcome the decreasing water quality. A research of using nitrifying bacteria as bioremediation agent to water quality was done in tiger prawn pond in Karawang - West Java. The objective of this research is to elucidate the influence of nitrifying bacteria on water quality of the pond. Two test pond each of 2000 m² consisted of test pond treated by bioremediation and control pond without bioremediation. Density of prawn seed is 30 individuals per m². The research is done for 120 days and sampling of water was done periodically every 10 days during 4 month. The pond treated with bioremediation was inoculated by bacteria consisted of nitrifying bacteria and denitrifying bacteria with the ratio of 1:1. The abundance of bacteria inoculated is 10⁹ cfu/mL. The dose of bacteria are as follows; at preparation stage is 150 L/ha, at month of one to two is 50 L/ha every 10 days, month of 3 to 4 is 100 L/ha every 5 days. The results of water quality analysis indicated that nitrifying bacteria as bioremediation agent capable to restore water quality condition of the pond and concentration of amonia and nitrite stays below toxic concentration for prawn growth and productivity.

Key words : Bioremediation, bacteria consortium, water quality, brackishwater pond, toxic compound, growth of prawn

* Staf Peneliti Puslit Limnologi-LIPI

PENDAHULUAN

Budidaya udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) merupakan usaha yang potensial dan bernilai ekonomi tinggi. Indonesia merupakan negara yang mempunyai peluang besar untuk mengembangkan usaha ini. Pada tahun 1993 Indonesia adalah negara penghasil udang windu terbesar ketiga di dunia setelah Thailand dan Equador (Anonymous, 1996), namun sejak tahun 1995 produksi udang di Indonesia sampai saat ini terus mengalami penurunan produksi yang sangat berarti, yang disebabkan oleh pencemaran lingkungan, akumulasi bahan organik dan penurunan kualitas air.

Pencemaran lingkungan perairan oleh bahan organik, yang umumnya berasal dari limbah industri dan domestik dalam beberapa tahun terakhir ini terus meningkat (Gunalan, 1993). Pencemaran pada perairan budidaya selain berasal dari limbah industri dan domestik juga berasal dari sisa pakan buatan (pelet) dan feces hewan yang dibudidayakan. Kandungan protein pelet (pakan udang buatan) cukup tinggi, yaitu sekitar 40%, sehingga pembusukan (perombakan) pelet akan menghasilkan senyawa nitrogen anorganik berupa $N-NH_3$ / $N-NH_4^+$ (amoniam/amonium) yang merupakan salah satu senyawa toksik bagi udang (Boyd, 1990).

Menurut Garono (2004) sekitar 90% protein yang terdapat pada tambak berasal dari pelet, hanya 22% yang dikonversi menjadi biomassa udang dan 7% dimanfaatkan oleh aktivitas mikroorganisme, sedangkan 14% terakumulasi dalam sedimen dan 57% tersuspensi pada air tambak. Diestimasi terjadi akumulasi senyawa nitrogen organik di tambak udang yang jumlahnya sebesar 600 kg/ha/tahun pada tambak yang memproduksi 10 ton/ha/th dengan konversi pakan 1,6. Hal tersebut jelas menunjukkan bahwa semakin banyak penggunaan pelet akan semakin besar terjadinya akumulasi bahan organik yang dapat memacu terjadi-

nya proses terbentuknya senyawa metabolit toksik di dalam perairan tambak.

Tingginya akumulasi bahan organik di tambak udang dapat menimbulkan beberapa dampak yang merugikan yaitu, 1). memacu pertumbuhan mikroorganisme *heterotrofik* dan bakteri patogen, 2). eutrofikasi, 3). terbentuknya senyawa toksik (amoniam dan nitrit), dan 4). menurunnya konsentrasi oksigen terlarut (Widiyanto, 2006).

Secara alamiah sistem perairan (tambak udang) mampu melakukan proses *self purification*, namun apabila kandungan senyawa organik sudah melampaui batas kemampuan *self purification*, maka akumulasi bahan organik dan pembentukan senyawa-senyawa toksik di perairan tidak dapat dikendalikan, sehingga menyebabkan menurunnya kondisi kualitas air bahkan kematian udang yang dibudidayakan (Badjoeri *et al.*, 2006). Senyawa amoniam atau amonium dan nitrit dalam batas-batas konsentrasi tertentu dapat menimbulkan dampak negatif (Tabel 1).

Senyawa amoniam dan nitrit bersifat toksik bila konsentrasinya sudah melebihi ambang batas, namun demikian mekanisme toksisitasnya bagi udang masih belum banyak diketahui dengan jelas. Konsentrasi amoniam yang aman untuk budidaya udang $\leq 0,012$ mg/L dan konsentrasi maksimum senyawa nitrit di perairan budidaya $\leq 4,4$ mg/L. (Schwedler *et al.*, 1985).

Beberapa upaya pengelolaan perairan tambak udang yang umumnya banyak dilakukan para petani tambak, antara lain teknik sedimentasi dengan menggunakan kolam tandon air untuk menyimpan air sebelum air dimasukkan kedalam tambak, pemakaian kincir air untuk meningkatkan konsentrasi oksigen terlarut dan penggunaan bahan kimia (antara lain saponin dan antibiotik) untuk mengantisipasi hama dan penyakit. Namun upaya-upaya tersebut belum memberikan hasil yang optimal dalam meningkatkan hasil produksi udang.

Tabel 1. Dampak Negatif yang Ditimbulkan oleh Senyawa Metabolit Toksik Amonia dan Nitrit Terhadap Hewan Akuatik

No	Dampak negatif yang di timbulkan senyawa metabolit toksik	
	Amonia / Amonium	Nitrit
1	Memacu terjadinya blooming fitoplankton	Menghambat pengikatan oksigen oleh darah di dalam tubuh (<i>methemoglobinemia</i>)
2	Terjadinya fluktuasi oksigen terlarut di air antara siang dan malam hari	Terbentuknya senyawa met- hemoglobin (met-Hb) yang dapat menyebabkan penyakit "brown blood diseases"
3	Berpengaruh terhadap fisiologis udang, pH darah dan menghambat kerja enzimatik	Menyebabkan LC 50 ikan air tawar pada konsentrasi antara 0,66 – 200 mg/L dalam waktu 96 jam, dan terhadap udang air tawar pada konsentrasi antara 8,5 – 15,4 mg/L
4	Pada konsentrasi 5,7 mg/L dapat menyebabkan LC 50 udang windu dalam waktu 24 jam, dan pada konsentrasi 1,26 mg/L dalam waktu 96 jam	Menyebabkan LC 50 post larva udang windu (<i>Penaeus monodon</i>) pada konsentrasi 204 mg/L dalam waktu 24 jam dan pada konsentrasi 45 mg/L dalam waktu 96 jam
5	Pada konsentrasi berkisar antara 0,7 – 2,4 mg/L dinyatakan sebagai konsentrasi toksik terhadap ikan air tawar	Menghambat pertumbuhan udang galah (<i>Macrobrachium rosenbergii</i>) pada konsentrasi antara 1,8 – 6,2 mg/L.

Sumber : Boyd 1990, Chin & Chen (1987), Chen & Chin (1988), Boyd & Fast (1992)

Salah satu upaya alternatif yang terus dikaji dan dikembangkan ialah teknik bioremediasi, yaitu pendekatan biologis dalam pengelolaan kualitas air tambak dengan memanfaatkan aktivitas bakteri dalam merombak bahan organik dalam sistem perairan budidaya. Beberapa jenis atau kelompok bakteri diketahui mampu melakukan proses perombakan senyawa-senyawa metabolit toksik, dan dapat dikembangkan sebagai bakteri agen bioremediasi untuk pengendalian kualitas air. Jenis atau kelompok bakteri tersebut antara lain bakteri nitrifikasi, bakteri sulfur (pereduksi sulfid), dan bakteri pengoksidasi amonia. Kelompok atau jenis bakteri tersebut perlu dikondisikan agar lebih aktif dalam membantu proses perombakan, sehingga dapat mengeliminasi senyawa-senyawa toksik tersebut dari dalam sistem perairan tambak.

Beberapa produk bakteri agen bioremediasi hasil penelitian telah dikomersilkan dan diaplikasikan di tambak pada saat ini, antara lain EM4, StarBIO, Aquazyme dan Super PS. Beberapa penelitian bakteri agen bioremediasi, antara lain dilakukan oleh Mustafa *et al.* (2001)

dengan menggunakan bakteri *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. yang diinokulasi secara bersamaan, sehingga mampu menurunkan kandungan bahan organik sedimen tambak udang sebesar 60% setelah inkubasi selama 56 hari. Devaraja *et al.* (2002) menggunakan campuran bakteri *Bacillus* sp. dan *Saccharomyces* sp., serta campuran dari *Bacillus* sp., *Nitrosomonas* sp. dan *Nitrosobacter* sp. pada sistem budidaya udang.

Pada penelitian ini digunakan bakteri nitrifikasi dan bakteri denitrifikasi sebagai agen bioremediasi senyawa metabolit toksik amonia dan nitrit di tambak udang. Bakteri yang akan digunakan adalah hasil isolasi dan seleksi dari beberapa perairan tambak di Indonesia. Penggunaan bakteri nitrifikasi dan denitrifikasi untuk menjaga keseimbangan senyawa nitrogen anorganik (amonia, nitrit dan nitrat) di sistem tambak. Pendekatan bioremediasi ini diharapkan dapat mengatasi kelebihan residu senyawa nitrogen yang berasal dari pakan dengan dilepaskan berupa gas N_2 / N_2O ke atmosfer. Peran bakteri nitrifikasi adalah mengoksidasi amonia menjadi nitrit atau nitrat, sedangkan bakteri denitrifikasi akan mereduksi nitrat

atau nitrit menjadi dinitrogen oksida (N_2O) atau gas nitrogen (N_2).

Pemberian bakteri nitrifikasi dan denitrifikasi sebagai agen bioremediasi ke dalam tambak udang diharapkan dapat meningkatkan kemampuan bakteri yang berperan dalam proses remineralisasi unsur hara nitrogen dan membantu proses purifikasi alamiah (*self purification*) dalam siklus nitrogen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan bakteri agen bioremediasi menjaga keseimbangan kondisi kualitas air dan pengaruhnya terhadap kualitas air di tambak udang windu, serta pertumbuhan udang yang dibudidayakan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada tambak udang windu di daerah Karawang, Jawa Barat pada bulan Juni s/d September 2005. Tambak yang digunakan berupa 2 kolam uji yang luasnya masing-masing sekitar 2000 m². Kolam pertama sebagai tambak uji dengan perlakuan pemberian konsorsium bakteri bioremediasi dan kolam kedua sebagai tambak kontrol (tanpa perlakuan bioremediasi). Padat tebar udang adalah 30 ekor per m². Penelitian dilakukan selama satu siklus pemeliharaan udang windu sekitar 120 hari, pengamatan dilakukan secara berkala setiap 10 hari. Setiap tambak dilengkapi dengan 2 unit kincir air dan 1 unit *aerojet*.

Perlakuan bioremediasi dengan menebarkan bakteri ke dalam tambak udang dengan ratio pennebaran bakteri nitrifikasi : bakteri denitrifikasi = 1 : 1. Dosis pemberian bakteri, pada tahap persiapan tambak sebanyak 150 L/ha (tergantung kondisi tambak), bulan ke 1 dan ke 2 sebanyak 50 L/ha tiap 10 hari, bulan ke 3 dan ke 4

sebanyak 100 L/ha tiap 5 hari, dengan kepadatan populasi 10⁹ upk/mL.

Isolat bakteri nitrifikasi dan denitrifikasi yang digunakan hasil isolasi dari perairan tambak udang daerah Tanggerang dan Serang, Jawa Barat dan tambak daerah Moramo-Kendari, Sulawesi Tenggara. Hasil uji genetika (*PCR* dan *16S rRNA*), isolat bakteri dengan kode ASLT yang mempunyai kemampuan aktivitas nitrifikasi mirip (99%) dengan *Pseudomonas stutzeri*. Isolat bakteri dengan kode KDTS yang mempunyai kemampuan aktivitas denitrifikasi mirip (99%) dengan *Alcaligenes* sp (Widiyanto, 2006).

Media pertumbuhan bakteri untuk bakteri nitrifikasi dan denitrifikasi adalah media cair *Sea Water Complete* (bakterio pepton 5g, ekstrak ragi 1g, gliserol 3g, akuades 250 mL dan air laut 750 mL) dan diinkubasi pada kondisi *aerofilik*, pH 7,2 dan suhu ruang. Inkubasi bakteri denitrifikasi pada pH dan suhu yang sama dengan kondisi *mikroaerofilik* (Lueking *et al.*, 1978). Inkubasi bakteri selama 5 – 7 hari. Isolat siap ditebar ke dalam tambak udang pada masa pertumbuhan eksponensial hari ke 8 – 10.

Parameter fisika-kimia kualitas air tambak yang diamati meliputi: pH, suhu, oksigen terlarut (DO), salinitas, kecerahan, amonia, nitrit, nitrat dan nitrogen total selama satu siklus pemeliharaan (sekitar 120 hari; Tabel 2). Analisa dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Puslit Limnologi LIPI Cibinong. Pengukuran pertumbuhan udang dilakukan langsung dilapangan setiap 10 hari sekali sejak udang berumur 30 hari dengan menggunakan jala tebar, dan panen dilakukan setelah udang berumur 4 bulan (120 hari).

Tabel 2. Parameter Fisika - Kimia Air dan Metode yang Digunakan

No	Parameter fisika-kimia air	Satuan	Metode yang digunakan
1	pH	-	Menggunakan alat WQC, Horiba type U 10
2	Suhu	°C	Menggunakan alat WQC, Horiba type U 10
3	Oksigen terlarut (DO)	mg/L	Menggunakan alat WQC, Horiba type U 10
5	Kecerahan	cm	Menggunakan alat Secchi disc
6	Amonia (N- NH ₃)	mg/L	Motode fenat dan spektrofotometri
7	Nitrit (N-NO ₂)	mg/L	Metode sulfanilamid dan spektrofotometri
8	Nitrat (N-NO ₃)	mg/L	Metode brucine dan spektrofotometri
9	Total Nitrogen (TN)	mg/L	Metode destruksi peroksodisulfat dilanjutkan dengan brucine dan spektrofotometri

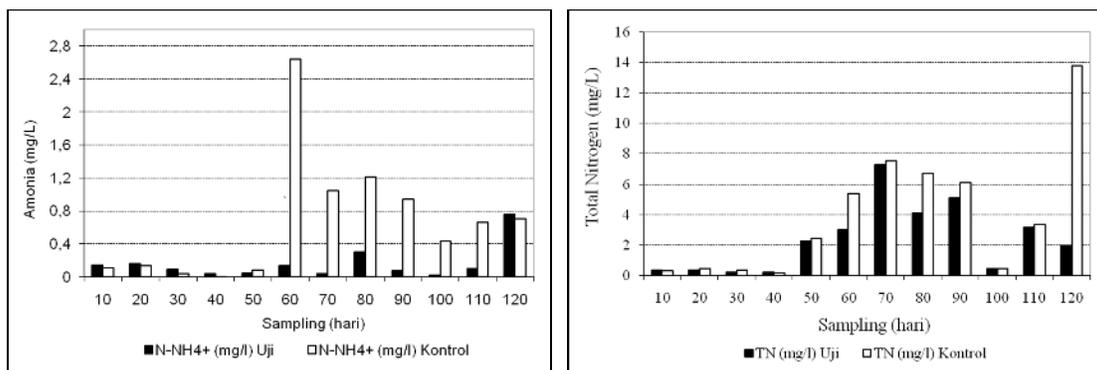
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis kualitas air tambak menunjukkan pemberian bakteri bioremediasi berpengaruh terhadap kondisi kualitas air tambak, terutama terhadap konsentrasi senyawa amonia, nitrit, nitrat, dan nitrogen total. Secara keseluruhan konsentrasi senyawa-senyawa tersebut di tambak yang diberi perlakuan bakteri bioremediasi (tambak uji) tampak lebih rendah.

Kondisi kualitas air pada awal pemeliharaan sampai pemeliharaan selama 50 hari konsentrasi amonianya masih rendah baik pada tambak uji (0,041 – 0,151 mg/L) maupun pada tambak kontrol (0,006 – 0,132 mg/L). Kondisi ini menunjukkan, bahwa konsentrasi senyawa nitrogen organik di tambak udang belum terlalu tinggi, hal ini kelihatan dari konsentrasi nitrogen totalnya yang berkisar antara 0,210 – 2,258 mg/L di tambak uji, sedangkan di tambak kontrol 0,317 – 2,431 mg/L (Gambar 1).

Selain itu juga terlihat sampai hari ke 50, konsentrasi amonia dan nitrit di tambak udang rendah. Kondisi ini menunjukkan proses purifikasi alami di tambak udang dapat berlangsung dan diduga bakteri bioremediasi yang ditambahkan dapat beradaptasi dalam menjaga keseimbangan populasi mikroorganisme di tambak udang.

Pada pengamatan hari ke 10 konsentrasi amonia di tambak uji 0,142 mg/L dan terjadi peningkatan pada hari ke 20 menjadi 0,157 mg/L, akan tetapi selanjutnya konsentrasi amonia terus mengalami penurunan pada hari ke 30 (0,877 mg/L), hari ke 40 (0,0406 mg/L) sampai hari ke 50 (0,043 mg/L). Begitu pula halnya terjadi di tambak kontrol, dimana pada hari ke 10 konsentrasi amonia 0,110 mg/L dan mengalami peningkatan pada hari ke 20 menjadi 0,132 mg/L, dan terus menurun menjadi 0,041 mg/L (hari ke 30), 0,006 mg/L (hari ke 40) dan 0,083 mg/L (hari ke 50).



Gambar 1. Konsentrasi Amonia dan Total Nitrogen di Tambak Udang Windu

Konsentrasi senyawa metabolit toksik di tambak udang, umumnya menunjukkan peningkatan pada hari ke 15 setelah udang ditebar, yaitu amonia (NH_3) di sedimen mencapai 8,5 mg/L, nitrat (NO_3) 0,93 mg/L, nitrit (NO_2) 0,69 mg/L. Sedangkan konsentrasi nitrogen total terlarut pada hari ke 3 mencapai 0,42 mg/L (Buford *et.al.*, 2002).

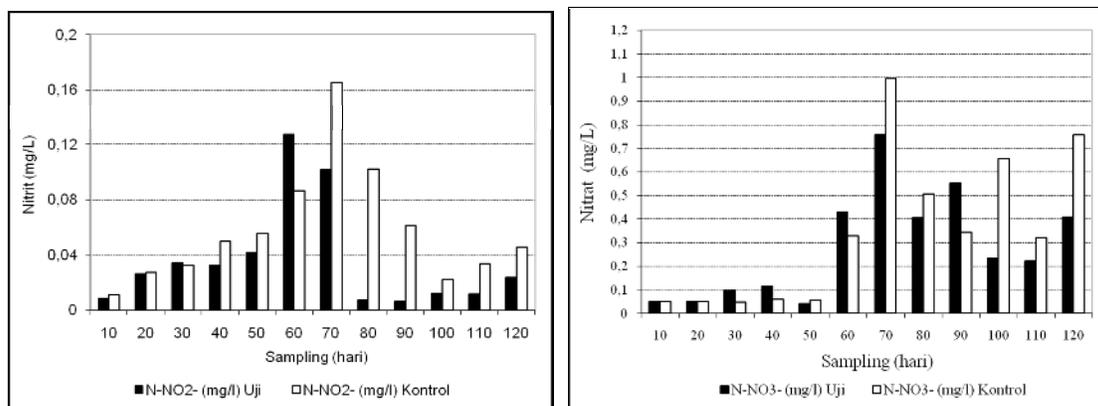
Setelah 50 – 60 hari pemeliharaan, terjadi peningkatan konsentrasi amonia di tambak kontrol dari 0,083 mg/L menjadi 2,639 mg/L, sedangkan di tambak uji juga terjadi peningkatan konsentrasi amonia namun relatif lebih kecil peningkatannya, yaitu dari 0,043 mg/L menjadi 0,137 mg/L. Hal ini menyerupai hasil penelitian yang dilakukan oleh Sabar & Widiyanto (1998), yang menunjukkan adanya peningkatan senyawa organik pada sistem tambak semi-intensif terjadi mulai hari ke 60. Pada awal operasional tambak, konsentrasi senyawa karbon organik pada sistem sedimen umumnya sebesar 41,0 mg/L dan pada tambak udang umur 60 hari meningkat menjadi 140 mg/L. Unsur-unsur nitrogen, fosfat dan sulfur banyak terkandung di dalam senyawa organik yang berasal dari pakan udang tadi.

Memasuki masa pemeliharaan 70 – 80 hari konsentrasi amonia baik pada tambak uji maupun kontrol relatif berfluktuasi, namun cenderung terjadi peningkatan konsentrasi amonia, dimana

pada tambak uji pada hari ke 80 konsentrasinya mencapai 0,301 mg/L dan di tambak kontrol 1,21 mg/L. Namun pada hari ke 80 - 100 terjadi lagi penurunan konsentrasi amonia, dan pada hari ke 120 konsentrasi amonia terlihat cenderung terus meningkat, pada tambak uji 0,756 mg/L, sedangkan pada tambak kontrol 0,702 mg/L.

Peningkatan konsentrasi amonia ini sebagai akibat proses dekomposisi (amonifikasi) bahan-bahan organik yang berasal dari sisa pakan, feces udang, plankton yang mati oleh bakteri heterotrof, dan apabila proses selanjutnya yaitu nitrifikasi tidak berlangsung baik maka akan terjadi akumulasi amonia di perairan tambak udang.

Konsentrasi nitrit di tambak udang baik di tambak uji maupun di tambak kontrol cenderung terus mengalami peningkatan, terutama masa pemeliharaan 10 – 60 hari, bahkan sampai 70 hari di tambak kontrol. Pada tambak uji konsentrasi nitrit meningkat dari 0,008 mg/L (hari ke 10) menjadi 0,127 mg/L (hari ke 60) atau meningkat sebanyak 0,116 mg/L selama 50 hari, sedangkan ditambak kontrol konsentrasi nitrit meningkat dari 0,011 mg/L (hari ke 10) menjadi 0,165 mg/L (hari ke 70) atau meningkat sebanyak 0,154 mg/L selama 60 hari. Konsentrasi nitrit dan nitrat di tambak udang selama pemeliharaan diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Konsentrasi Nitrit dan Nitrat di Tambak Udang Windu, 2005

Hal ini terjadi karena adanya aktivitas bakteri nitrifikasi, yang pada kondisi aerobik, bakteri *nitritasi* (bakteri pembentuk nitrit) akan mengoksidasi amonia menjadi nitrit, dan pada kondisi oksigen yang memadai proses ini akan berlanjut menjadi proses nitrifikasi, nitrit akan dioksidasi menjadi nitrat oleh bakteri *nitratasi* (bakteri pembentuk nitrat). Pada masa pemeliharaan udang 70 – 120 hari konsentrasi nitrat relatif tinggi, (di tambak kontrol berkisar 0,321 – 0,996 mg/L dan di tambak uji berkisar 0,222 – 0,757 mg/L) karena hasil perombakan nitrit menjadi nitrat pada proses nitrifikasi.

Konsentrasi nitrit di tambak udang uji setelah umur 80 – 100 hari berfluktuasi, namun cenderung terus mengalami penurunan, hal ini diduga karena aktivitas bakteri nitratasi yang mereduksi nitrit menjadi nitrat. Hasil analisis nitrit di tambak uji juga memperlihatkan konsentrasi nitrit yang lebih rendah dibanding tambak kontrol, hal ini menunjukkan adanya pengaruh pemberian bakteri nitrifikasi untuk bioremediasi perairan tambak udang.

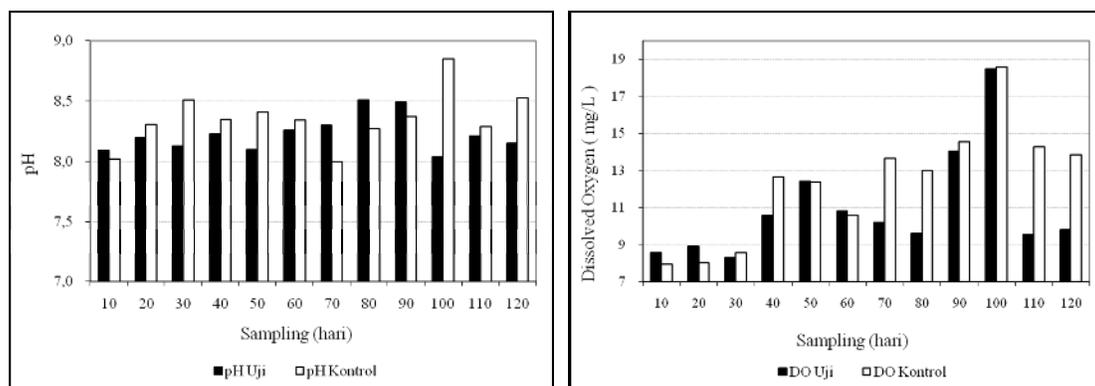
Hasil pengukuran parameter pH dan oksigen terlarut di tambak udang diperlihatkan pada Gambar 3. Nilai pH air pada tambak uji maupun tambak kontrol tidak menunjukkan konsentrasi yang jauh berbeda, yaitu berkisar antara 8,09 - 8,49 pada tambak uji dan 8,00 – 8,85 pada tambak kontrol. Menurut Ahmad (1991) dan Rheinheimer (1985) bakteri di perairan

dapat tumbuh optimal pada pH kisaran antara 6,5 – 8,5 dan fluktuasi pH di perairan merupakan proses alami karena aktivitas mikroorganisme (bakteri dan fungi). Kondisi pH air tambak antara 7 - 9 merupakan kondisi yang mendukung untuk pemeliharaan ikan atau udang (Boyd, 1990).

Nilai pH >7 menunjukkan air tambak teroksidasi dengan baik (Rheinheimer, 1985). Kondisi ini mendukung bakteri nitrifikasi untuk mengoksidasi amonia menjadi nitrit dan nitrat.

Oksigen terlarut (DO) di dalam air merupakan parameter yang sangat penting, karena apabila konsentrasinya rendah (<50 % konsentrasi jenuh) menyebabkan tekanan parsial oksigen di dalam air menjadi tidak cukup tinggi untuk proses penetrasi oksigen ke dalam *lamella* insang udang sehingga menyebabkan udang mati lemas. Apabila terlalu lewat jenuh (>150 %), penetrasi oksigen ke dalam insang menjadi terlalu cepat, menyebabkan penyakit “*gas bubble disease*” (Ahmad, 1991).

Konsentrasi oksigen terlarut di tambak uji maupun tambak kontrol relatif tinggi yaitu antara 8,55 – 18,49 mg/L di tambak uji dan 7,95 – 18,60 mg/L di tambak kontrol (Gambar 3). Hal ini dikarenakan proses fotosintesis oleh fitoplankton di tambak (Boyd dan Chiang dalam Ahmad, 1991). Tingginya konsentrasi oksigen terlarut di tambak udang diduga juga karena penetrasi oksigen oleh kincir air (2 unit) dan arojet (1 unit) yang dipasang di tambak.



Gambar 3. Nilai pH dan Konsentrasi Oksigen Terlarut (mg/L) di Tambak Udang Windu, 2005

Menurut Ahmad (1991) konsentrasi oksigen terlarut pada waktu fajar (jam 04.00) dapat terjadi defisit konsentrasi oksigen hingga mencapai 1,54 mg/L, karena itu pemasangan alat pemasok oksigen (aerator) di tambak udang sangat diperlukan untuk menghindari kematian udang akibat kekurangan oksigen.

Konsentrasi rata-rata oksigen terlarut di tambak uji (10,93 mg/L) dan di tambak kontrol (12,33 mg/L) layak untuk mendukung kehidupan ikan atau udang yang dibudidayakan dan aktivitas mikroorganisme (bakteri) untuk melakukan proses biogeokimia di perairan. Konsentrasi oksigen terlarut pada tambak uji, sejak memasuki masa pemeliharaan 30 hari sampai 120 hari lebih rendah konsentrasinya dibanding tambak kontrol, hal ini menunjukkan adanya proses respirasi dan perombakan bahan organik yang terjadi pada tambak uji lebih aktif dibanding di tambak kontrol.

Konsentrasi oksigen terlarut di tambak akan terjadi fluktuasi antara pagi, siang, sore dan malam hari. Konsentrasi oksigen terlarut di tambak pada sore hari (jam 15.00 – 18.00) dapat mencapai 15 – 16 mg/L di musim kemarau dan mencapai 8 mg/L di musim penghujan. Pada pagi hari (jam 04.00 - 06.00) di musim kemarau konsentrasi oksigen terlarut mencapai 4 – 4,5 mg/L dan di musim hujan < 4 mg/L (Boyd, 1990).

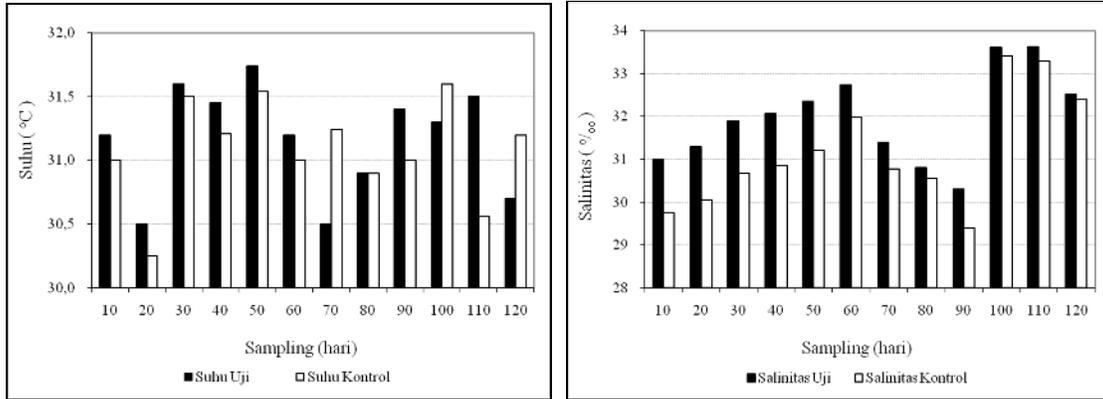
Proses perombakan senyawa amonia sangat tergantung dengan keberadaan konsentrasi oksigen terlarut di tambak. Menurut Wickins (1985) udang windu berbobot 1,6 g menghasilkan 0,96 mg N-NH₃⁺/hari sedangkan udang yang berbobot 30 g menghasilkan 0,3 mg N-NH₃⁺/hari, dan apabila pakan yang diberikan 3 % dari berat biomassa udang, maka dalam satu hari akan diproduksi amonia sekitar 0,49 mg/L N-NH₃⁺ per hari, yang merupakan penjumlahan amonia yang diproduksi udang dan sisa pakan. Untuk mengoksidasi amonia 0,49 mg/L per hari diperlukan oksigen sebanyak 1,9 mg/L (Ahmad, 1991).

Pada malam hari diperlukan oksigen terlarut sebanyak 7,54 mg/L. Jika konsentrasi oksigen terlarut pada sore hari (jam 17.00) sebanyak 9 mg/L maka konsentrasi oksigen terlarut pada pagi hari (jam 05.00) adalah 9 mg/L – 7,54 mg/L = 1,46 mg/L (Ahmad, 1991). Sedangkan konsentrasi oksigen terlarut terendah untuk budidaya udang adalah 3 mg/L (Poernomo, 1988; Cholik, 1988; Boyd, 1990; Ahmad, 1991). Oleh karena itu untuk mengatasi kondisi ini diperlukan alat bantu pemasok oksigen ke dalam tambak, yaitu kincir air dan *aerojet*.

Suhu air di tambak uji berkisar antara 30,5 – 31,7 °C dan kontrol 30,2 – 31,5 °C (Gambar 4). Pada kisaran suhu tersebut udang masih dapat hidup normal, bahkan pada suhu sekitar 35 °C udang masih dapat hidup normal seperti pengamatan yang dilakukan oleh Ahmad (1991). Suhu optimal untuk pertumbuhan udang adalah berkisar antara 28 – 30 °C (Boyd, 1990).

Suhu rata-rata di tambak uji 31,17 °C dan di tambak kontrol 31,08 °C, kondisi suhu ini mendukung aktivitas bakteri dalam melakukan proses perombakan bahan organik. Menurut Rheinheimer (1985) suhu optimal amonifikasi dan nitrifikasi berkisar antara 30 – 35 °C.

Salinitas (kadar garam) di tambak uji berkisar antara 31,0‰ – 33,62‰ dan tambak kontrol berkisar 29,4 – 33,4‰ (Gambar 4). Salinitas di tambak udang, di tambak uji maupun tambak kontrol relatif cukup tinggi, karena salinitas optimal air tambak untuk pertumbuhan udang windu 20‰. Menurut Ahmad (1991) udang windu walaupun termasuk hewan *euryhaline* dan masih dapat hidup normal pada salinitas 35‰, sebaiknya dibudidayakan pada salinitas normal untuk perkembangannya yaitu 12 – 20‰, dan salinitas tertinggi untuk pertumbuhan mikroorganisme *halophilic* (bakteri dan fungi), yaitu 25 – 40‰, dan tumbuh optimal pada salinitas 5 – 20‰ (Rheinheimer, 1995).

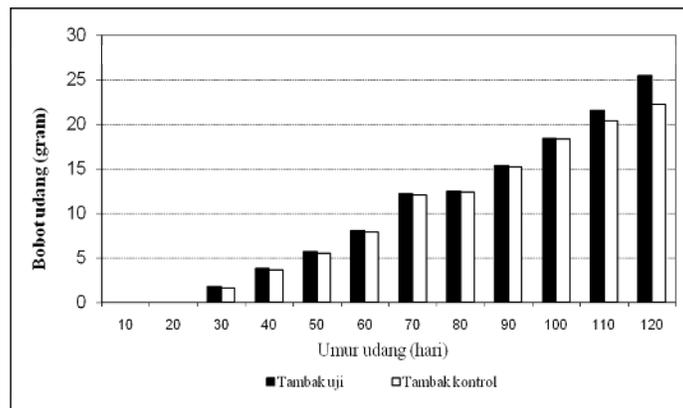


Gambar 4. Profil Suhu (°C) dan Salinitas (‰) di Tambak Udang Windu, 2005

Tingginya kadar garam di tambak udang uji maupun kontrol dikarenakan musim kemarau sehingga salinitas di tambak terus meningkat karena proses penguapan air, selain itu di lokasi penelitian relatif sulit untuk mendapatkan air tawar. Pada masa pemeliharaan 70 – 90 hari, salinitas air tambak menurun akibat pengenceran yang disebabkan oleh hujan yang turun. Namun demikian kondisi salinitas air tambak diduga masih mendukung aktivitas bakteri dalam melakukan proses perombakan bahan organik.

Pertumbuhan udang windu selama penelitian memperlihatkan tingkat kelangsungan hidup udang pada tambak uji mencapai 72,8 % sedangkan pada tambak

kontrol 45,7 %. Panen udang dilakukan pada saat udang berumur 120 hari, dengan bobot rata-rata udang di tambak uji berkisar 22,5 – 25,0 gram/ekor sedangkan pada tambak kontrol berkisar 20,5 – 22,5 gram/ekor. Panjang rata-rata udang di tambak uji 14,6 cm sedang di tambak kontrol 12,5 cm. Jumlah total produksi udang pada tambak uji mencapai 1300 kg/2000 m² dan pada tambak kontrol mencapai 745 kg/2000 m². Hal ini menunjukkan kondisi kualitas air tambak uji lebih baik dibanding tambak kontrol, sehingga menyebabkan lingkungan hidup udang di tambak uji menjadi lebih sehat. Profil pertumbuhan udang windu selama 120 hari diperlihatkan pada gambar 5.



Gambar 5. Profil Pertumbuhan Udang Windu Selama 120 Hari di Tambak Udang

KESIMPULAN

Pemberian konsorsium bakteri nitrifikasi dan denitrifikasi sebagai agen bioremediasi ke dalam perairan tambak udang dengan dosis 50 L/ha (udang umur 30 –60 hari) dan 100 L/ha (60 – 120 hari) dengan kepadatan populasi 10^9 upk/mL setiap 10 hari berpengaruh positif terhadap perbaikan kualitas air tambak dan pertumbuhan udang windu.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, 1996, *Aqua Farm News*. Vol. XIV: No. 4 dan 5.
- Ahmad, T., 1991, Pengelolaan Peubah Mutu Air Yang Penting dalam Tambak Udang Intensif. Indonesia Fisheries Information System. Infis Manual Seri no. 25. Direktorat Jenderal Perikanan dan International Development Research Centre. 40 hal.
- Badjoeri, M., G. S. Haryani, T. Widiyanto, W. Riyanto, I. Rusmana, N. H. Sadi, & V. Indarwati. 2006, Pemanfaatan Bakteri Nitrifikasi dan Denitrifikasi untuk Bioremediasi Senyawa Metabolit Toksik di Tambak Udang. Laporan Tahunan. Program Penelitian dan Pengembangan Iptek - Riset Kompetitif LIPI. Dipa Biro Perencanaan dan Keuangan LIPI dan Puslit Biologi LIPI. Bogor. 46 hal.
- Boyd, C. E., 1990, Water quality in ponds for Aqua Culture. Alabama agricultural experiment station. Auburn University. 482 pp.
- Boyd, C.E. & A.W. Fast. 1992, Pond monitoring and management *In*. Fast, A.W. and Lester, L.J. (Eds). Marine Shrimp Culture : Principles and Practices, 497 - 514.
- Boyd, C. E. & T. Ahmad. 1987, Evaluation of Aerators for Channel Catfish Farming. Ala. Agr. Exp. Sta., Auburn Univ., Ala., *Bull.* 584. 52 pp.
- Buford, M. A., N.P. Preston, P.M. Gilbert & W.C. Dennison. 2002, Tracing the fate of ^{15}N -enriched feed in an intensive shrimp system. *Aquaculture*. 206 : 199 – 216.
- Chin, T. S. & J. C. Chen. 1987, Acute Toxicity of Amonia to Larvae of the Tiger Prawn, *Penaeus monodon*. *Acuaculture*, 66: 247-253.
- Chen, J. C. & Chin, T.S., 1988, Joint Action of Ammonis snf znitrite on Tiger Prawn *Penaeus monodon* Postlarvae. *J. Worls Aquacul. Soc.*, 19:127-131.
- Cholik, F.,1988, Dasar-dasar Bertambak Udang Intensif. Seminar Budidaya Udang Intensif. Patra Utama, Jakarta, 12-19.
- Devaraja, T.N., F.M. Yusoff & M. Shariff. 2002, Changes in bacterial population and shrimp production in pond treated with commercial microbial products. *Aquaculture*. 206 : 245 – 256.
- Gunalan, D. E. A., 1993, Penerapan Bioremediasi untuk Melenyapkan Polutan Organik dari Lingkungan. Makalah Diskusi Panel. Kongres Nasional Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia, Surabaya 2-4 Desember 1993. Univ. Erlangga. 13 hal.
- Garno. S. Y., 2004, Biomanipulasi. Paradigma Baru dalam Pengendalian Limbah Organik pada Budidaya Perikanan di Waduk dan Tambak. Orasi Ilmiah Ahli Peneliti Utama. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jakarta. 58 hal.
- Lueking. D. R., R.T. Fraley & S. Kaplan. 1978, Intracytoplsmic Membrane Synthesis in Synchronous Cell Populations of *Rhodopseudomonas sphaeroides*. *J. Biol. Chem.* 253:451-457.
- Mustafa. A., Nurhidayah, Nurjana, R. Sabang & Sutrisyani. 2001, Pemanfaatan bakteri pengurai bahan organik asal tanah gambut pada tanah dari tambak

- intensif. *J. Penel. Perikanan Indonesia* 1: 31 – 40.
- Poernomo, A., 1988, Pembuatan Tambak Udang di Indonesia, Departemen Pertanian, Balit. Perikanan Budidaya Pantai, Maros. 40 hal.
- Rheinheimer, G., 1985, Aquatic Microbiology. 3rd (eds). John Wiley & Sons Ltd. Chichester. 257 pp.
- Sabar, F. & T. Widiyanto. 1998, Profil Senyawa Karbon Organik pada Sistem Perairan Tambak Udang Windu. Hasil-Hasil Penelitian Puslitbang Limnologi LIPI. Cibinong. Bogor, 429 – 432.
- Schedler, T. E., C. S. Tucker & M.H. Bealeu. 1985, Non-infectious diseases. *In*. Tucker (Ed.). Channel Catfish Culture. Development in Aquaculture and Fisheries Science. Vol. 15. Elsevier, New York. 249 pp.
- Wickins, J. F., 1985, Amonia Production and Oxidation During The Culture of Marine Prawn and Lobsters in Laboratory Recirculation System. *Awc. Eng.*, 4: 155-174.
- Widiyanto, T., 2006, Seleksi Bakteri Nitrifikasi dan Denitrifikasi untuk Bioremediasi di tambak Udang. Ringkasan disertasi. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. 39 hal.