

APLIKASI DOSIS FERMENTASI PROBIOTIK BERBEDA PADA BUDIDAYA UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*) POLA INTENSIF

Gunarto, Abdul Mansyur, dan Muliani

Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau
Jl. Makmur Dg. Sitakka-Maros, Sulawesi Selatan 9051
E-mail: gunartom@yahoo.com

(Naskah diterima: 3 Maret 2009; Disetujui publikasi: 13 Juli 2009)

ABSTRAK

Aplikasi dosis probiotik yang tepat menjadi satu di antara penentu utama dalam peningkatan produksi udang di tambak, karena berkaitan dengan kemampuannya mengurai limbah organik sisa pakan dan sisa metabolisme udang yang dibudidayakan. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan dosis fermentasi probiotik yang berbeda pada pertumbuhan, sintasan, produksi udang, nilai rasio konversi pakan, dan kualitas air tambak budidaya intensif udang vaname di tambak. Enam unit tambak masing-masing ukuran 4.000 m² ditebari benur vaname PL-10 dengan padat tebar 50 ekor/m². Pakan diberikan dengan dosis 2,5%-100% dari total biomassa udang dengan frekuensi 2-4 kali/hari selama pemeliharaan 105 hari. Tiga dosis berbeda dari aplikasi fermentasi probiotik komersial dijadikan perlakuan, yaitu A). 1 mg/L/minggu, B). 3 mg/L/minggu, dan C). 5 mg/L/minggu. Masing-masing perlakuan dengan dua ulangan. Aplikasi fermentasi probiotik di tambak dilakukan setiap minggu sekali dan dimulai seminggu sebelum tebar hingga mendekati waktu panen. *Sampling* pertumbuhan dan kualitas air (amoniak, nitrit, nitrat, fosfat, bahan organik total (BOT), klorofil-a, total bakteri *Vibrio* sp. dan total bakteri) dilakukan setiap dua minggu sekali. Pengamatan fluktuasi oksigen terlarut di air tambak selama 24 jam dilakukan pada hari ke-43, 60, dan 90. Sintasan, produksi, dan nilai konversi pakan dihitung setelah udang dipanen. Untuk mengetahui pengaruh dari perlakuan, maka data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis varian pola Rancangan Acak Lengkap, dan dilanjutkan dengan uji BNT apabila terjadi perbedaan yang nyata. Berdasarkan hasil penelitian nampak bahwa dosis 5 mg/L fermentasi probiotik, mampu menghasilkan sintasan yang lebih baik dan juga efisien dalam pemanfaatan pakan, yang ditunjukkan dengan nilai Rasio Konversi Pakan lebih rendah apabila dibandingkan dengan nilai Rasio Konversi Pakan yang diperoleh pada dosis fermentasi probiotik 3 dan 1 mg/L, meskipun demikian ketiganya menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($P>0,05$). Konsentrasi oksigen terlarut pada bulan ke tiga pada perlakuan B lebih rendah dan berbeda nyata ($P<0,1$) dengan konsentrasi oksigen terlarut di perlakuan A dan C. Hal tersebut kemungkinan yang menyebabkan sintasan dan produksi udang di perlakuan B lebih rendah dari pada di perlakuan A dan C.

KATA KUNCI: probiotik, produksi, budidaya intensif, *Litopenaeus vannamei*

ABSTRACT: *The application of various dosages of probiotic fermentation on white shrimp (Litopenaeus vannamei) cultured in brackishwater pond using intensive system. By: Gunarto, Abdul Mansyur, and Muliani*

The right dosage of probiotic application is one of the main important aspects to increase production in shrimp pond culture. It relates to its capability to decompose organic waste from excessive feed and metabolic products of shrimp. The objective of the research was to know the effect of various dosages of probiotic fermentation on the growth rate, survival rate, production, and feed conversion ratio of *Litopenaeus vannamei* and on pond water quality. Six units of pond compartment, each sized of 4,000 m² were stocked with D-10 of *vannamei* post larvae at a density of 50 ind./m². Commercial pellet was given from 2.5% to 100% of total body weight, 2 to 4 times a day during 105 days of culture. Three dosages of commercial probiotic fermentation were tested as treatments, they were A). 1 mg/L/week, B). 3 mg/L/week and C). 5 mg/L/week. Each treatment contained two replications and probiotic was applied weekly in shrimp pond started one week before shrimp stocking and continued up to harvest time. Shrimp growth, water quality (ammonium, nitrite, nitrate, phosphate, total organic matter (TOM), chlorophyll-a, total *Vibrio* sp., and total bacteria,) were monitored once in two weeks. 24 hours of monitoring of dissolved oxygen fluctuation in the pond water was conducted at day 43, 60, and 90. Shrimp survival rate, production and feed conversion ratio were monitored after shrimp were harvested. Variance analysis followed by LSD test were used to analyze the data obtained from this research to know the differences among those treatments. Result of the research showed that 5 mg/L of probiotic weekly application in pond was able to increase shrimp survival rate and feed consumption efficiency which was reflected by a lower Feed Conversion Ratio values. However, it was not significantly different ($P>0.05$) with the other treatments, 1 and 3 mg/L/week. Dissolved oxygen in treatment B on the third month was significantly lower ($P<0.1$) than those of in treatment A and C. Presumably this factor was causing lower shrimp survival rate and production in treatment B compared to treatment A and C.

KEYWORDS: *probiotic, production, intensive culture, Litopenaeus vannamei*

PENDAHULUAN

Komoditas udang masih menjadi andalan utama dari sektor perikanan untuk mendapatkan devisa negara. Budidaya intensif udang vaname banyak dilakukan oleh pengusaha tambak, umumnya dengan padat tebar tinggi mencapai 500 ekor/m². Oleh karena itu produksi udang Indonesia dari budidaya tambak terus meningkat setiap tahun dan didominasi oleh udang vaname. Di lain hal harga udang vaname di pasaran internasional semakin menurun, mengingat negara produsen udang semakin banyak dan produksi semakin tinggi, sehingga dalam hal pemasaran keluar negeri misalnya Jepang, Amerika, dan Uni Eropa, Indonesia harus bersaing dengan negara penghasil udang seperti Thailand, China, India, Vietnam, Malaysia, dan negara-negara di Amerika Latin. Oleh karena itu, untuk meningkatkan daya

saing, penekanan biaya produksi seefisien mungkin dari segala aspek harus dilakukan.

Di tahun 2000, probiotik mulai digunakan untuk upaya mengatasi gagal panen pada budidaya udang windu akibat serangan penyakit, terutama *White Spote Syndrome Virus* (WSSV). Penambahan bakteri probiotik ke wadah pemeliharaan udang dapat berfungsi sebagai komplemen sumber pakan atau kontribusi pada sistem pencernaan makanannya dan juga menekan populasi bakteri patogen karena bakteri probiotik mampu menghasilkan bahan anti bakteri misalnya bakteriosin, lysozyme, protease, siderophore, hidrogen peroksida ataupun asam organik (Verschuere *et al.*, 2000) juga respon kekebalan, antimitogenik, antikarsinogenik, pemicu pertumbuhan (Wang, 2007), memperbaiki sedimen tambak, terutama nilai potensial redoksnya (Gunarto *et al.*, 2006) dan juga memperbaiki kualitas air tambak, BOT,

amoniak, dan fosfat (Matiasi *et al.*, 2002; Gunarto & Hendrajat, 2008; Gunarto, 2008).

Pada saat ini penggunaan probiotik dalam budidaya udang vaname di tambak merupakan keharusan dalam SOP (*Standar Operating Procedure*) budidaya, di samping faktor-faktor lain seperti penggunaan benur SPF (*Specific Pathogen Free*) berkualitas, tandon atau sistem resirkulasi, penerapan biosekuritas, persiapan tambak maksimal, penggunaan pakan berkualitas dan lainnya. Berdasarkan hasil penelitian Gunarto & Hendrajat (2008) telah diketahui jenis probiotik tipe I yang mengandung bakteri *Bacillus subtilis*, *B. cerius*, *B. megaterium*, *Pseudomonas* sp. dan *Aerobacter* sp. yang secara efektif mampu memperbaiki kualitas air tambak sehingga menghasilkan pertumbuhan, sintasan dan produksi udang vaname yang relatif lebih tinggi daripada jenis probiotik lainnya yang diuji. Namun demikian untuk setiap aplikasi probiotik pada budidaya udang tidak selalu berakibat pada peningkatan produksi udang secara signifikan melebihi standar produksi yang telah diperkirakan (Devaraja *et al.*, 2002; Gunarto *et al.*, 2006). Karena dosis probiotik yang diaplikasikan kurang tepat, maka kerja bakteri probiotik kurang efektif di tambak. Banyaknya limbah organik berupa sisa pakan dan sisa hasil metabolisme udang yang dibudidayakan dengan pola intensif, maka diperlukan populasi bakteri probiotik yang lebih tinggi untuk mendegradasi limbah tersebut. Karena itu, penggunaan dosis fermentasi probiotik yang berbeda pada budidaya udang vaname pola intensif menjadi hal utama dalam penelitian ini. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui performa penggunaan dosis fermentasi probiotik yang berbeda pada budidaya udang vaname pola intensif terhadap pertumbuhan, sintasan, produksi, dan nilai konversi pakan juga perbaikan mutu kualitas air (amoniak, nitrit, nitrat, bahan organik total, fosfat) dan populasi *Vibrio* sp. di air maupun di sedimen tambak.

BAHAN DAN METODE

Persiapan Tambak, Fermentasi Probiotik, dan Penebaran Benur Vaname

Tambak ukuran 4.000 m² sebanyak enam petak digunakan untuk penelitian. Hewan uji yang digunakan adalah benur vaname (*L. vannamei*) ukuran PL-10 dan ditebar di tambak

dengan kepadatan 50 ekor/m². Sebelum penebaran, dilakukan persiapan tambak meliputi pengeringan dan pembalikan tanah dasar serta pemasangan saringan di pintu pemasukan dan pengeluaran. Untuk menunjang perbaikan kualitas tanah, maka pada waktu tanah masih lembab dilakukan pemberian kapur bakar sebanyak 400 kg/ha dan kapur dolomit 200 kg/ha. Selanjutnya dilakukan pengisian air hingga mencapai ketinggian minimum 100 cm. Untuk menumbuhkan plankton dilakukan pemupukan dengan pupuk urea (150 kg/ha), TSP (75 kg/ha) (Amin & Pantjara, 2002) dan plankton mulai tumbuh stabil setelah satu minggu dari waktu pemupukan. Seminggu sebelum penebaran benur, dilakukan penebaran fermentasi probiotik sesuai dosis dalam perlakuan yang tujuannya untuk menekan populasi bakteri *Vibrio* sp. di air tambak.

Fermentasi probiotik dilakukan menggunakan bahan-bahan seperti yang telah dikemukakan oleh Poernomo (2004) yaitu terdiri atas: 1. Dedak halus= 900 g; 2. Tepung ikan= 0,5 kg; 3. Molase= 0,5 L; 4. Probiotik komersial yang kandungannya bakterinya terdiri atas bakteri *Bacillus subtilis*, *B. cerius*, *B. megaterium*, *Pseudomonas* sp., dan *Aerobacter* sp.= 0,5 L; 5. *Marine Yeast*= 20 g. Sedangkan prosedur pembuatan fermentasi probiotik adalah sebagai berikut: Rebus air tambak sebanyak 15 liter dalam panci aluminium sampai mendidih, masukkan dedak, tepung ikan, molase, yeast secara berurutan kemudian diaduk selama 30 menit. Adonan didinginkan dan wadah tetap tertutup rapat supaya tidak terkontaminasi bakteri dari udara. Setelah adonan dingin, biasanya dicapai setelah satu malam, pada pagi hari masukkan probiotik sebanyak 0,5 liter untuk setiap 15 L adonan yang sudah dingin. Wadah yang berisi adonan tetap dalam keadaan tertutup. Selanjutnya diberikan aerasi pada adonan dan dibiarkan teraerasi selama 3 hari. Adonan siap dipakai karena setelah 3 hari difermentasi biasanya populasi bakteri probiotik telah mencapai 10¹² cfu/mL. Setelah dilakukan penambahan fermentasi probiotik di tambak, maka seminggu kemudian dilakukan penebaran benur vaname.

Perlakuan dan Parameter yang Diamati

Perlakuan yang diuji adalah perbedaan dosis fermentasi probiotik yang diaplikasikan di tambak, yaitu: A). 1 mg/L, B). 3 mg/L, dan C).

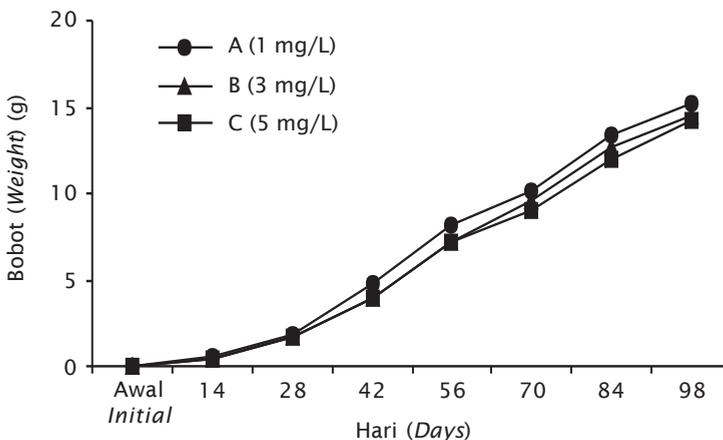
5 mg/L setiap minggu satu kali, dimulai seminggu sebelum penebaran benur hingga menjelang panen. Masa pemeliharaan udang di tambak selama 105 hari. Masing-masing perlakuan dengan dua ulangan. Pengamatan secara rutin terhadap pertumbuhan udang, kualitas air dan populasi bakteri dilakukan dengan interval dua minggu hanya sampai 98 hari umur pemeliharaan udang di tambak.

Kincir masing-masing 1 PK dipasang sebanyak 3 unit per petak dan operasionalnya tergantung kondisi cuaca. Pada waktu awal pemeliharaan hanya 1-2 kincir yang dioperasikan. Setelah masuk bulan ketiga pemeliharaan, ketiga kincir dioperasikan terutama pada malam sampai pagi hari.

Pakan diberikan sejak hari pertama setelah penebaran sebanyak 100% dari biomassa dan menurun pada bulan ketiga pemeliharaan hingga 2,5% dari bobot total biomassa udang. Pemberian pakan pada bulan pertama pemeliharaan hingga menjelang panen dengan frekuensi berubah-ubah yaitu dari 2 kali/hari menjadi 3 sampai 4 kali/hari. Peubah yang diamati selama pemeliharaan meliputi pertumbuhan udang dengan cara menimbang udang dengan timbangan yang mempunyai ketelitian 0,1 g dan dilakukan setiap interval dua minggu. Sintasan, produksi dan nilai konversi pakan dihitung pada akhir penelitian. Parameter penunjang yang diamati meliputi kualitas air (nitrit-nitrogen, amoniak-nitrogen,

nitrat-nitrogen, bahan organik total, dan fosfat), total bakteri, total *Vibrio* sp., dan chlorofil-a. *Sampling* di setiap petak dari enam petak tambak dilakukan setiap dua minggu dengan cara mengambil sampel air sebanyak 400 mL untuk analisis kimia air, 50 mL untuk analisis bakteri air, 20 g sedimen tambak untuk analisis bakteri sedimen. Semua sampel disimpan dalam *cold box* dan diberi es yang dibungkus dalam plastik. Kemudian sebagian sampel dibawa ke Laboratorium Air dan sebagian lainnya dibawa ke Laboratorium Kesehatan Ikan dan Lingkungan di Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau (BRPBAP), Maros. Analisis parameter kualitas air dilakukan berdasarkan metode dari Anonymous (2003) dan Clesceri *et al.* (2005). Sedangkan untuk analisis klorofil-a berdasarkan metode dari Strickland & Parsons (1972). Analisis total *Vibrio* dan total bakteri dilakukan dengan metode *total plate count* (TPC). Pengamatan kandungan oksigen terlarut selama 24 jam dilakukan pada setiap akhir bulan selama lebih tiga bulan pemeliharaan udang di tambak.

Untuk melihat pengaruh perlakuan maka data pertumbuhan udang, produksi, sintasan, nilai rasio konversi pakan (RKP), dan data kualitas air yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis varians pola Rancangan Acak Lengkap (RAL), dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) apabila terdapat perbedaan yang nyata.



Gambar 1. Pertumbuhan udang vaname di tambak dengan pemberian fermentasi probiotik dengan dosis berbeda

Figure 1. The growth of white shrimp, *L. Vannamei* in pond treated with different dosages of probiotic fermentation

HASIL DAN BAHASAN

Pertambahan bobot udang vaname di tambak (Gambar 1) menunjukkan bahwa perlakuan A (dosis probiotik 1 mg/L) tumbuh lebih cepat dari pada perlakuan lainnya sampai hari ke-14. Pada hari ke-28, bobot udang telah mencapai lebih satu gram dan pertumbuhan udang yang tertinggi tetap pada perlakuan A. Hingga hari ke-98, bobot udang mencapai rata-rata $15,25 \pm 0,21$ g dengan laju pertumbuhan harian $0,153$ g/hari (perlakuan A), disusul perlakuan B dan C masing-masing $14,55 \pm 0,35$ g dengan laju tumbuh harian $0,148$ g/hari dan $14,25 \pm 0,06$ g dengan laju tumbuh $0,145$ g/hari. Berdasarkan analisis statistik menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($P > 0,05$) pada pertumbuhan harian udang di tiga perlakuan yang diuji.

Pertumbuhan udang vaname yang cepat juga kemungkinan tidak terlepas dari peran bakteri probiotik yang ditambahkan ke tambak, karena menurut Wang (2007) bakteri probiotik akan meningkatkan aktivitas enzim pencernaan secara signifikan dalam tubuh udang, dibanding dengan yang tanpa menggunakan probiotik dalam pemeliharaannya. Mathieu *et al.* (2008) mendapatkan adanya peningkatan aktivitas enzim amilase dan tripsin di dalam kelenjar pencernaan udang *Litopenaeus stylirostris* yang mendapatkan perlakuan probiotik yang mengandung bakteri *Pediococcus acidilactici* masing-masing sebanyak 35% dan 55%. Bakteri yang terkandung dalam probiotik komersial yang digunakan pada penelitian ini adalah terdiri atas *Bacillus subtilis*, *B. cereus*, *B. megaterium*, *Pseudomonas sp.*, dan *Aerobacter sp.* Menurut Moriarty *et al.* (2005), *B. subtilis* juga secara alami terkandung dalam saluran pencernaan udang, disamping juga ditemukan di air tawar ataupun air laut.

Bobot Akhir, Produksi, Sintasan, dan Nilai Konversi Pakan

Produksi udang tertinggi diperoleh pada perlakuan A yaitu $6.165,5 \pm 1.074$ kg/ha, disusul perlakuan C ($5.934 \pm 62,93$ kg/ha), dan terendah perlakuan B ($5.132 \pm 21,21$ kg/ha). Nilai standar deviasi produksi udang di perlakuan A sangat tinggi yaitu 1.074 kg. Hal ini disebabkan dua petak tambak perlakuan A yaitu petak A1 produksinya 6.925 kg/ha jauh lebih tinggi dari petak A2 produksinya $5.405,4$ kg/ha. Sedangkan perlakuan B dan C nilai standar deviasinya masing-masing adalah

$21,21$ kg dan $62,93$ kg. Dengan demikian perbedaan produksi di antara kedua ulangan perlakuan B dan C tidak berbeda jauh.

Pada perlakuan C (dosis probiotik 5 mg/L), kemungkinan mikrobial flok cenderung lebih cepat terbentuk daripada aplikasi probiotik 1 dan 3 mg/L. Mikrobial flok merupakan bakteri heterotrof yang kaya akan protein dan dimanfaatkan sebagai substitusi pakan bagi udang yang dipelihara. Namun menurut Yong *et al.* (2008), menyatakan bahwa komunitas mikroba dalam flok dipengaruhi oleh salinitas perairan. Pada salinitas 32 ppt mikrobial flok didominasi oleh diatom (81,7%–84,4%), pada salinitas 18 ppt, mikrobial flok didominasi oleh bakteri dan pada salinitas 5 ppt, flok didominasi oleh plankton jenis Chlorophyta. Keberadaan bakteri flok pada kolam ikan mampu mensubstitusi kebutuhan pakan hingga 30% (Komunikasi pribadi: Irianto, 2008). Bakteri flok atau juga disebut bioflok terdiri atas bakteri, protozoa, dan zooplankton. Populasi komunitas mikroba mencapai 10^7 cfu/mL, C/N rasio yang tinggi akan memacu terbentuknya bioflok (Avnimelech, 2007). Dengan terbentuknya bioflok maka akumulasi racun nitrogen anorganik NH_4 dan NO_2 dapat dicegah karena keduanya akan diserap oleh bakteri flok dalam proses metabolisme karbohidrat untuk pembentukan protein dalam bakteri tersebut (Avnimelech, 1999; 2007).

Nilai sintasan pada perlakuan C tertinggi ($86,5\% \pm 4,2\%$), kemudian disusul oleh perlakuan A ($85,9\% \pm 8,6\%$), dan yang paling rendah adalah perlakuan B ($74,9\% \pm 17,2\%$). Meskipun demikian secara statistik nilai sintasan di antara ketiga perlakuan menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($P > 0,05$).

Nilai konversi pakan paling efisien adalah di perlakuan C. 1,37; sedangkan di perlakuan A. 1,44; dan di perlakuan B. 1,69. Rendahnya nilai konversi pakan pada perlakuan C, kemungkinan berkaitan dengan terbentuknya mikrobial flok, sehingga dapat mensubstitusi pakan dan mampu menghasilkan produksi udang yang tertinggi. Pada perlakuan C terbentuk mikrobial flok kemungkinan karena dengan aplikasi dosis fermentasi probiotik yang tertinggi yaitu sebanyak 5 mg/L/minggu, maka rasio C/N yang tepat yang dikehendaki untuk terbentuknya bioflok cepat tercapai. Syarat terbentuknya bioflok tidak hanya rasio C/N yang sekitar 12:1, tetapi juga memerlukan aerasi yang tinggi (<http://>

Tabel 1. Rata-rata bobot akhir, produksi, sintasan, dan konversi pakan pada budidaya udang vaname (*L. vannamei*) dengan dosis probiotik berbeda

Table 1. Mean of final weight, production, survival rate, and feed conversion ratio of white shrimp (*L. vannamei*) cultured in pond using intensive system with various dosages of probiotic application

Pelakuan <i>Treatment</i>	Bobot awal <i>Initial weight</i> (g)	Bobot akhir <i>Final weight</i> (g)	Produksi <i>Production</i> kg/ha)	Sintasan <i>Survival rate</i>	Nilai konversi pakan <i>Feed conversion ratio</i>
A	0.005	15.26±0.23 ^a	6165.5±1074 ^a	85.9±8.6 ^a	1.44±0.219 ^a
B	0.005	14.54±0.36 ^a	5132±21.21 ^a	74.9±17.2 ^a	1.69±0.48 ^a
C	0.005	14.25±0.06 ^a	5934±62.90 ^a	86.5±4.2 ^a	1.37±0.036 ^a

Keterangan (*Remark*): A = 1 mg/L, B = 3 mg/L, dan C = 5 mg/L

Nilai dalam kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata (*Values in column followed by the same superscript are not significantly different (P>0.05)*)

www.shrimpnews.com/MeetFlockers.html). Pada penelitian ini padat tebar vaname 50 ekor/m² dengan luas setiap petak perlakuan C sekitar 4.000 m² dan jumlah kincir 3 unit/petak masing-masing dengan kekuatan 1 PK. Gunarto & Hendrajat (2008) menyatakan bahwa pada pemeliharaan udang vaname dengan padat tebar 25 ekor/m² selama 98 hari diperoleh nilai konversi pakan terendah 1,21 dan yang tertinggi, 1,30. De Yta *et al.* (2004) memperoleh hasil nilai konversi pakan 1,97 pada penelitian budidaya vaname di tambak dengan padat tebar 35 ekor/m² selama pemeliharaan 112 hari dengan produksi 3.525 kg/ha dan sintasan sebesar 67%. Zelaya *et al.* (2007) melaporkan bahwa dengan waktu pemeliharaan yang sama dengan De Yta *et al.* (2004) mendapatkan nilai konversi pakan 2,7; produksi 3.592 kg/ha dan sintasan 63%. Martinez-Cordova *et al.* (1998) pada padat tebar 30 ekor/m² dengan masa pemeliharaan selama 105 hari mendapatkan nilai konversi pakan yang paling efisien yaitu 1,59. Data tersebut diperoleh pada pemeliharaan udang vaname dengan perlakuan pakan diletakkan dalam *tray* dan juga dilakukan pemupukan susulan untuk menumbuhkan pakan alami. Pada perlakuan yang hanya menggunakan *tray* untuk tempat pakan tanpa ditumbuhkan pakan alami nilai konversi pakan 1,69. Sedangkan cara pemberian pakan yang mengikuti tabel yang tertulis di kantong pakan diperoleh nilai konversi pakan yang paling tinggi yaitu 2,39. Selanjutnya Anonimous (2006^a) menyatakan bahwa pada padat tebar 15–50 ekor/m²,

sintasan udang vaname mencapai 80%–90% dan produksi udang sekitar 3.500–6.000 kg/ha dengan nilai konversi pakan 1,2 sampai dengan 1,5. Dengan demikian nampak bahwa semakin tinggi padat tebar, maka nilai konversi pakan akan semakin tinggi, di samping itu juga lama pemeliharaan udang dalam tambak akan berpengaruh pada nilai konversi pakan.

Kualitas Air

Salinitas air tambak pemeliharaan udang vaname yang dimonitor berkisar antara 30–41 ppt. Salinitas 30 ppt terjadi pada waktu awal penebaran udang yaitu pada tanggal 15 Mei 2008, selanjutnya meningkat terus menjadi 41 ppt sampai menjelang panen, meskipun setiap hari ditambah air dari tandon dengan cara dipompa.

pH air tambak nampak tinggi pada awal penebaran terutama di siang hari yaitu mencapai nilai 9 di semua petak, selanjutnya menurun menjadi 7 hingga menjelang panen. Oksigen terlarut di air tambak pada awal penebaran mencapai 5 mg/L di pagi hari antara pukul 07.00–08.00. Kincir dua daun dengan kapasitas 1 PK yang digunakan pada setiap petak sebanyak 3 unit. Menurut Ivan (2005), 1 unit kincir 1 PK hanya mampu mensuplai kebutuhan oksigen udang sebanyak 500 kg. Pada umur 80–90 hari bobot rata-rata udang telah mencapai 12–13 g/ekor, dengan perkiraan populasi udang masih 80%, maka produksi udang menjadi sekitar 2 ton per petak. Dengan jumlah kincir/petak hanya 3

Tabel 2. Kisaran beberapa parameter kualitas air pada budidaya vaname secara intensif dengan pemberian dosis probiotik berbeda

Table 2. The range of water quality parameter in vanamei pond using intensive system applied with various of dosages probiotic application

Parameter (Parametrics)	Perlakuan (Treatment)		
	A	B	C
Salinitas air (Water salinity) (ppt)	30-41	30-41	30-41
pH air (Water pH)	9.0-7.0	9.0-7.2	9.0-7.0
O ₂ terlarut (Dissolved Oxygen) (ppm)	2.5 ^b -7.0	1.9 ^a -6.6	2.7 ^b -7.3
Suhu air (Water temperature) (°C)	25.1-30.3	25.2-30.6	25.3-30.7

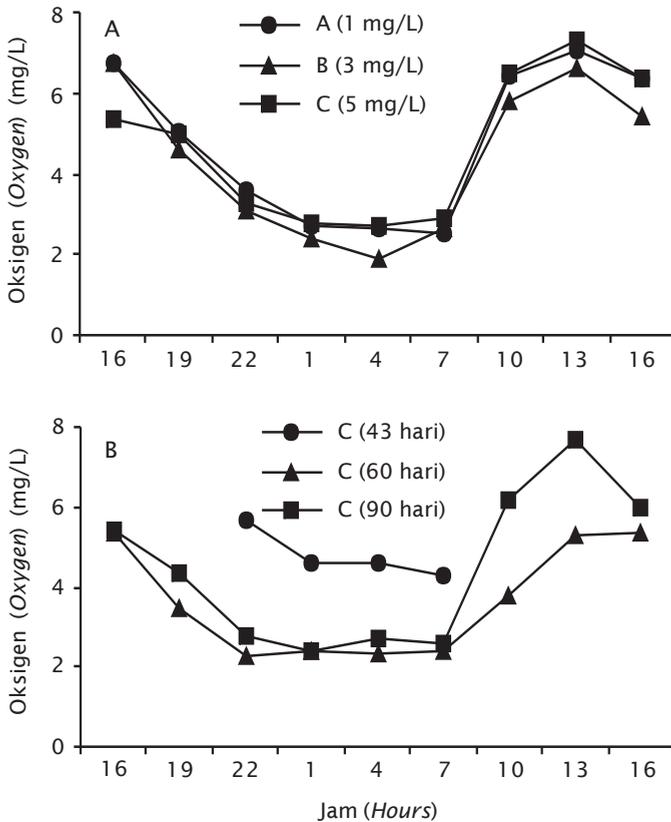
Nilai dalam baris yang sama diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata (Values in same row followed by the same superscript are not significantly different (P >0.05)

Keterangan (Remark): A= 1 mg/L, B= 3 mg/L, dan C= 5 mg/L

unit, sehingga hanya mampu mensuplai kebutuhan oksigen untuk 1.500 kg biomassa udang dalam tambak, sedangkan yang 500 kg biomassa udang kurang terpenuhi kebutuhan oksigennya. Sehingga pada jam kritis konsentrasi oksigen terlarut menjadi rendah seperti yang terlihat pada Tabel 2. Konsentrasi oksigen terendah yaitu terjadi di perlakuan B (1,92 mg/L) dijumpai pada pukul 04.00 pagi hari setelah masuk tiga bulan masa pemeliharaan udang di tambak, sedangkan pada umur 43 hari di perlakuan C pada pukul 01.00-07.00 pagi hari konsentrasi oksigen terlarut masih diatas 4 mg/L. Sedangkan pada umur 60 hari di petak yang sama mulai pukul 22.00-07.00 konsentrasi oksigen terlarut pada kisaran 2,25-2,39 mg/L (Gambar 2). Konsentrasi kandungan oksigen terlarut di perlakuan B (1,92 mg/L) tersebut secara signifikan lebih rendah (P <0,1) dibanding dengan kandungan oksigen terlarut di perlakuan A (2,53 mg/L) dan C (2,72 mg/L). Konsentrasi yang paling rendah pada perlakuan B, menyebabkan sintasan udang di perlakuan B paling rendah begitu juga produksinya dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Meskipun menurut Hopkins *et al.* (1991), konsentrasi oksigen terlarut yang memhatikan pada udang vaname adalah di bawah 1 mg/L.

Beberapa parameter kualitas air diduga berpengaruh pada laju pertumbuhan udang yang dibudidayakan. Li *et al.* (2007) melaporkan bahwa salinitas optimum untuk pertumbuhan udang vaname adalah 17 ppt. Sedangkan Bray *et al.* (1994) melaporkan bahwa pertumbuhan udang vaname pada

salinitas 5-15 ppt lebih tinggi secara signifikan dibandingkan pada salinitas 49 ppt. Pada penelitian ini salinitas air tambak jauh lebih tinggi dari salinitas optimum menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk budidaya udang vaname pola intensif yaitu 15-25 ppt (Anonimous, 2006). Salinitas air tambak pada waktu dilakukan penebaran benur vaname PL-10 telah mencapai 30 ppt dan sampai menjelang panen salinitas telah naik hingga mencapai 41 ppt di semua perlakuan (Tabel 2). Penebaran benur vaname pada salinitas yang lebih tinggi lagi telah dilakukan oleh Gunarto & Mansyur (2007) pada penelitian budidaya udang vaname pola tradisional plus, penebaran udang dilakukan pada salinitas 53 ppt dan panen dilakukan pada waktu salinitas telah turun menjadi 34 ppt dan diperoleh pertumbuhan udang vaname yang cepat, karena dengan masa pemeliharaan 76 hari udang telah mencapai ukuran 20-25 g. Dalam hal ini pertumbuhan udang vaname sangat dipengaruhi oleh sintasan udang ataupun padat tebar udang yang dibudidayakan, karena baik pada sintasan yang rendah maupun padat tebar yang rendah pertumbuhan udang sangat baik. Dengan demikian telah diketahui bahwa udang vaname mampu tumbuh baik pada salinitas tinggi 30-53 ppt. Salinitas juga berpengaruh pada konsumsi oksigen pada udang. Li *et al.* (2007) mendapatkan konsumsi oksigen udang menjadi lebih besar secara signifikan pada salinitas 3 ppt, dibandingkan pada salinitas 17 dan 32 ppt. Pada penelitian ini salinitas untuk pemeliharaan udang mencapai kisaran 30-41 ppt. Apakah pada salinitas tersebut kebutuhan oksigen juga



Gambar 2. Konsentrasi oksigen terlarut di air tambak selama 24 jam pada umur pemeliharaan udang 90 hari (A) dan pada umur pemeliharaan 43, 60 dan 90 hari di perlakuan C (B)

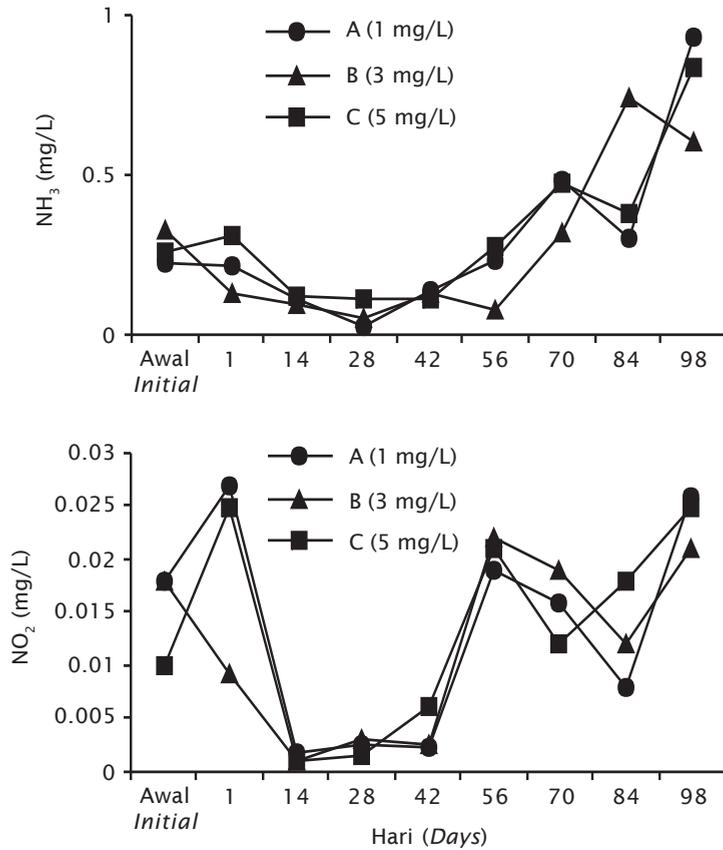
Figure 2. Dissolved oxygen concentration in pond water during 24 hours at day 90 (A) and at day 43, 60, and 90 of shrimp cultured in pond of treatment C (B)

masih lebih rendah atau bahkan menjadi lebih besar daripada di salinitas 3 ppt, masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Pada awal sebelum tebar kandungan amoniak dan nitrit cukup tinggi konsentrasinya di semua perlakuan masing-masing > 0,2 mg/L dan 0,01 mg/L (Gambar 3).

Tingginya konsentrasi amoniak di air pada waktu awal pemeliharaan kemungkinan akibat adanya pengaruh pemupukan dasar. Kisaran optimum konsentrasi amoniak dan nitrit di air tambak pemeliharaan *L. vannamei* masing-masing adalah 0,05–0,1 mg/L dan 0,01–0,05 mg/L (Adiwidjaya *et al.*, 2003). Li *et al.* (2007) pada penelitiannya di laboratorium menggunakan yuana vaname yang dipelihara pada salinitas berbeda (3, 17 dan 32 ppt) dan diekspose pada konsentrasi amonia berbeda

(0; 4; 6,67; 9,33; 12; 14,67; dan 17,33 mg/L) pada kondisi pH air 8,3 dan suhu air 29°C ± 0,5°C. Pada salinitas 3 ppt yuana vaname rentan pada amonia-nitrogen apabila mencapai konsentrasi 9,33 mg/L dan mengalami kematian sebanyak 50% apabila terekspose selama 96 jam. Sedangkan pada salinitas 17 ppt dan 32 ppt kematian yuana vaname masing-masing hanya sekitar 25% dan 2% dengan waktu ekspose yang sama.

Pada hari ke-14 dan 28, konsentrasi amoniak terus menurun mencapai 0,03 mg/L di perlakuan A. Hal ini kemungkinan amoniak banyak dikonsumsi oleh bakteri ataupun plankton yang tumbuh di tambak tersebut. Bakteri heterotrof sangat aktif menggunakan amoniak, terlebih jika tersedia sumber karbohidrat dan oksigen yang cukup (Samocha *et al.*, 2006).



Gambar 3. Fluktuasi amoniak-nitrogen (atas) dan nitrit-nitrogen (bawah) pada budidaya udang vaname pola intensif dengan penambahan dosis probiotik berbeda
 Figure 3. The fluctuation of ammonium-nitrogen (upper) and nitrite-nitrogen (lower) in intensive vannamei culture with various dosages of probiotic application

Sumber karbohidrat disediakan oleh dedak dan molase sebagai bahan untuk fermentasi probiotik yang ditebarkan di tambak setiap minggu. Sejalan dengan semakin lama pemeliharaan udang dalam tambak, maka konsentrasi amoniak dan nitrit semakin meningkat. Hal tersebut juga dilaporkan Lin *et al.* (2003) pada pemeliharaan udang windu di tambak. Pada 98 hari pemeliharaan konsentrasi amoniak telah mencapai 0,934 mg/L (A); 0,604 mg/L (B); dan 0,839 mg/L (A) dan konsentrasi nitrit telah mencapai 0,026 mg/L (A); 0,021 mg/L (B); dan 0,025 mg/L (C).

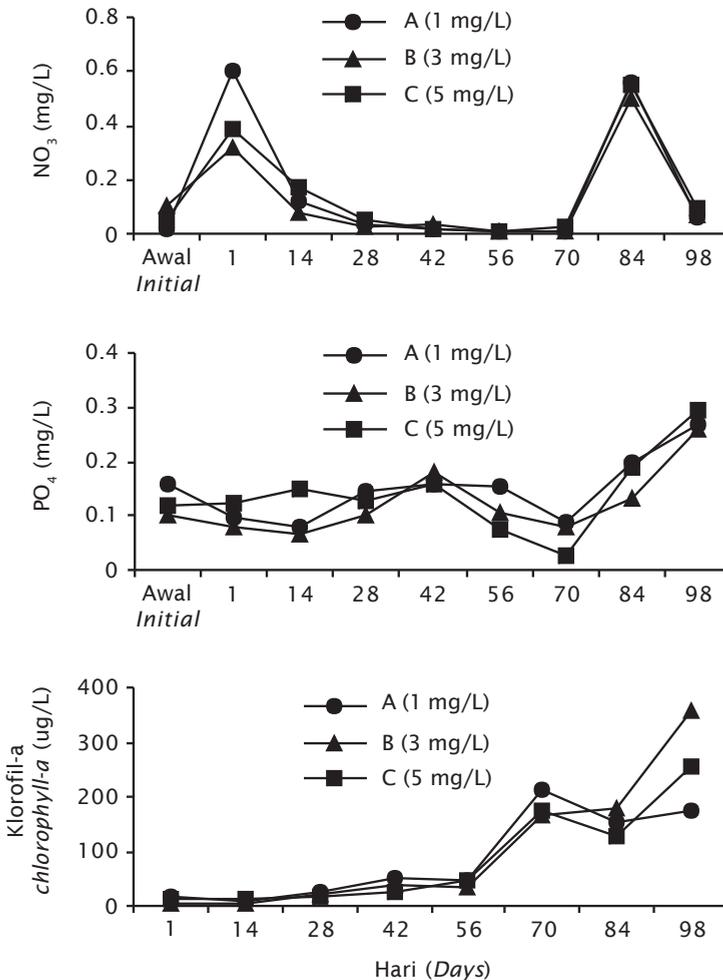
Pada awal penebaran hingga sebelum hari ke-42 nampak konsentrasi amoniak di air menurun. Menurut Moriarty *et al.* (2005), bakteri kelompok *Bacillus* sp., seperti yang terkandung pada probiotik yang digunakan

pada penelitian ini menghasilkan eksoenzim yang sangat efektif memecah rantai molekul yang besar seperti protein dan lemak yang pada akhirnya menjadi mineral kembali. Proses regenerasi nutrisi tersebut dapat berlangsung cepat apabila strain *Bacillus* sp. yang ditambahkan ke tambak frekuensinya lebih sering dan kepadatannya tinggi. Pada penelitian ini dosis fermentasi probiotik yang diaplikasikan di tambak paling tinggi adalah 5 mg/L/minggu dan ditebarkan ke tambak setelah populasi total bakteri mencapai 10^{12} cfu/mL (setelah tiga hari proses fermentasi) ternyata belum bisa mengatasi peningkatan amoniak yang terjadi setelah pemeliharaan udang mencapai hari ke-42. Peningkatan amoniak tersebut sebagai akibat dari hasil penguraian sisa pakan yang terakumulasi

semakin banyak, plankton yang mati dan juga dari sisa hasil ekskresi udang yang ukurannya semakin besar. Mulai pada hari ke-42 kemungkinan bakteri probiotik yang diaplikasikan diperkirakan tidak mampu lagi secara tuntas untuk mendegradasi sisa pakan dan sisa metabolisme udang secara cepat menjadi nutrisi dan mineral, maka terjadi penumpukan amoniak. Konsentrasi amoniak tersebut akan semakin meningkat terutama pada waktu panen. Choo & Tanaka (2000) melaporkan pada pemeliharaan udang windu secara intensif di Malaysia mendapatkan

konsentrasi amoniak mencapai 0,51–1,51 mg/L pada salinitas 36–39 ppt, suhu air 29°C–32°C dan pH air 7–8,3.

Nitrit merupakan produk peralihan dari amoniak yang merupakan hasil nitrifikasi bakteri pada amonia atau proses denitrifikasi pada nitrat, maka konsentrasi nitrit juga berfluktuasi. Pada penelitian ini konsentrasi nitrit sepanjang penelitian berlangsung relatif rendah. Konsentrasi nitrat di semua perlakuan nampak tinggi pada hari pertama setelah penebaran udang di tambak, di perlakuan A



Gambar 4. Hubungan antara konsentrasi nitrat (atas), fosfat (tengah), dan klorofil-a (bawah) pada budidaya udang vaname pola intensif di tambak

Figure 4. The relationship among nitrate (upper), phosphate (middle), and chlorophyll-a (lower) concentration in intensive vannamei pond culture with various dosages of probiotic application

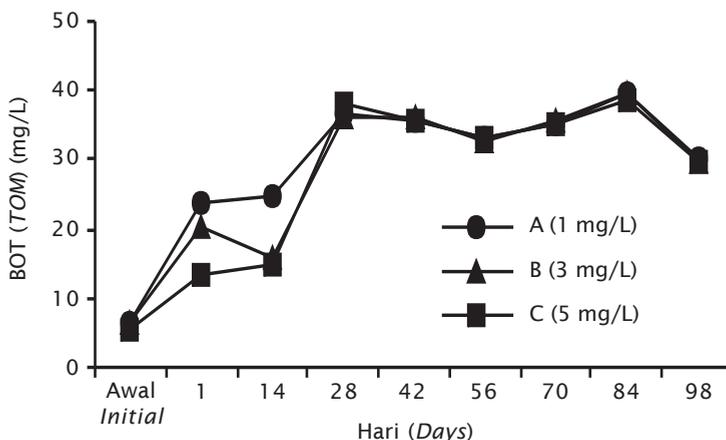
mencapai 0,6 mg/L; perlakuan B 0,32 mg/L; dan perlakuan C 0,39 mg/L. Hal tersebut kemungkinan akibat pengaruh dari pemupukan dasar yang dilakukan pada waktu proses persiapan tambak. Selanjutnya konsentrasi nitrat terus menurun hingga pada hari ke-70 yaitu mencapai 0,009 mg/L; 0,007 mg/L; dan 0,03 mg/L untuk masing-masing perlakuan A, B, dan C. Hal ini kemungkinan akibat penyerapan oleh fitoplankton. Setelah hari ke-70 mulai dilakukan pembuangan air sebanyak 3%-5% dari volume total. Dalam satu minggu penggantian air bisa dilakukan sampai dua kali di semua petak apabila dijumpai warna air yang terlalu pekat. Hal ini untuk menjaga konsentrasi oksigen terutama pada waktu malam hari agar tidak terlalu terjadi penurunan secara drastis, terutama pada jam-jam kritis. Sehingga nampak terjadi penurunan kandungan klorofil-a pada hari ke-84 (Gambar 4).

Hal ini kemungkinan banyak fitoplankton terbuang sehingga penyerapan terhadap nitrat berkurang, maka konsentrasi nitrat akan meningkat kembali. Pada hari ke-98, nampak terjadi penurunan konsentrasi nitrat secara tajam akibat adanya penyerapan oleh fitoplankton yang telah berkembang melimpah kembali setelah mendapatkan air yang baru. Hal ini dibuktikan dengan tingginya konsentrasi klorofil-a di semua perlakuan terutama pada hari ke-98 pemeliharaan udang dalam tambak. Sementara nutrisi yang lain

seperti fosfat, fluktuasinya tidak begitu tajam. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan fitoplankton terhadap fosfat tidak sebesar kebutuhannya terhadap nitrat untuk perkembangan populasinya. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Pirzan & Pong-Masak (2008) yang menyatakan bahwa rasio N/P di perairan dekat pantai biasanya kecil yang mengindikasikan bahwa laju pemakaian nitrogen oleh fitoplankton berlangsung cepat dan tidak sebanding dengan laju pemakaian fosfat.

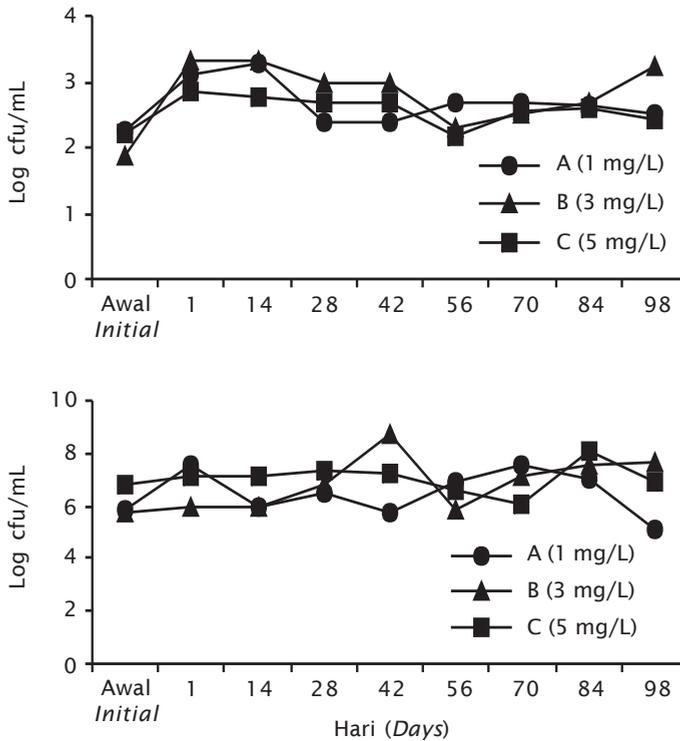
Pada hari ke-70 terjadi penurunan fosfat akibat mulai dilakukan pembuangan air. Pada periode selanjutnya konsentrasi fosfat terus meningkat hingga mencapai 0,268 mg/L (A); 0,259 mg/L (B); dan 0,293 mg/L (C) pada hari ke-98. Peningkatan konsentrasi fosfat tersebut merupakan hasil penguraian bahan organik terutama dari sisa pakan udang.

Konsentrasi BOT rendah yaitu sekitar 5-6 mg/L pada awal pemeliharaan, namun secara perlahan terus meningkat sejalan dengan semakin lamanya penelitian berlangsung (Gambar 5). Pada hari ke-28 pemeliharaan, konsentrasi BOT di semua perlakuan telah mencapai 36-38 mg/L dan konsentrasi paling tinggi diperoleh pada hari ke-84 yaitu 39 mg/L di semua perlakuan. Hal tersebut sejalan dengan mulai meningkatnya klorofil-a pada hari ke-28 dan penurunan nitrat secara signifikan di semua perlakuan.



Gambar 5. Fluktuasi konsentrasi BOT pada budidaya udang vaname pola intensif di tambak dengan dosis probiotik berbeda

Figure 5. The fluctuation of TOM concentration in intensive vannamei pond culture with various dosages of probiotic application



Gambar 6. Fluktuasi bakteri *Vibrio* sp. di air (atas) dan total populasi bakteri di air (bawah) tambak budidaya vaname dengan penambahan dosis probiotik yang berbeda

Figure 6. The fluctuation of total *Vibrio* sp. in pond water (upper) and total bacterial population in pond water (lower) of intensive vannamei pond culture with various of dosages probiotic application

Populasi Bakteri *Vibrio* sp.

Populasi bakteri *Vibrio* sp. di air pada periode awal sebelum penebaran adalah 10^2 cfu/mL di semua perlakuan, namun setelah penebaran nampak bahwa populasinya telah meningkat yaitu menjadi 10^3 cfu/mL. Populasi *Vibrio* sp. di air tambak perlakuan B, nampak paling tinggi sejak mulai penebaran benur di hari pertama dan keadaan ini terus berlangsung hingga umur pemeliharaan udang di tambak mencapai 42 hari (Gambar 6).

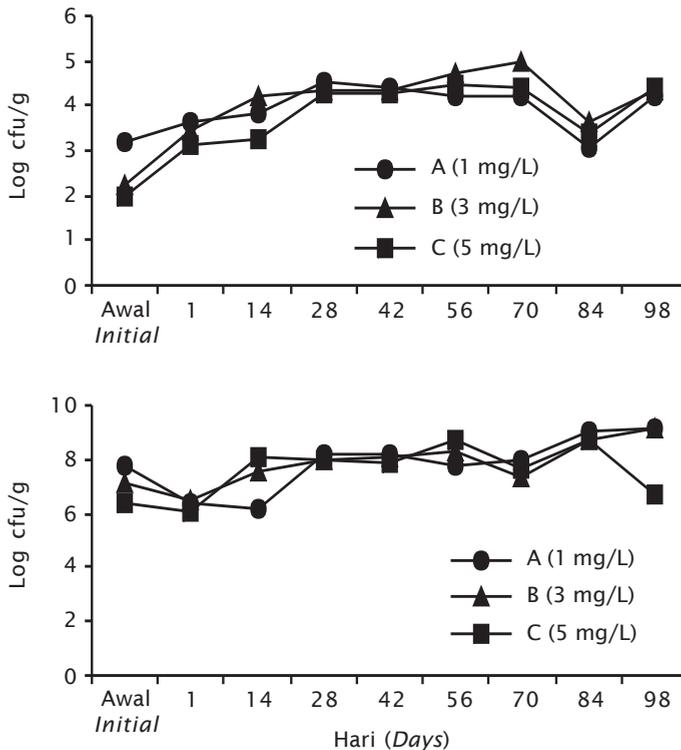
Populasi *Vibrio* sp. di air tambak perlakuan A lebih tinggi dan terendah di perlakuan C. Hal tersebut terus berlanjut hingga pemeliharaan udang di tambak mencapai 14 hari. Pada umur pemeliharaan ke-56 populasi *Vibrio* sp. di air tambak perlakuan C paling rendah dan berlanjut hingga umur pemeliharaan mencapai 98 hari. Sedangkan di

perlakuan B, pada hari ke-98 populasi *Vibrio* sp. di air kembali paling tinggi. Hal tersebut diduga menyebabkan sintasan udang di perlakuan B paling rendah, sehingga produksinya rendah.

Total populasi bakteri di air tambak pada periode awal sebelum penebaran mencapai 10^5 cfu/mL di perlakuan A dan B, sedangkan di perlakuan C, telah mencapai 10^6 cfu/mL. Periode awal adalah periode satu minggu sebelum penebaran dan probiotik telah diberikan sesuai dosis yang ditentukan di setiap perlakuan. Tujuan dari pemberian probiotik di periode awal adalah untuk menekan populasi *Vibrio* sp. di air sebelum udang ditebar. Sehingga diharapkan udang dapat tumbuh baik dengan sintasan yang tinggi. Pada periode pemeliharaan selanjutnya total populasi bakteri di air telah meningkat sampai 10^7 cfu/mL.

Populasi bakteri *Vibrio* sp. di sedimen tambak pada periode awal sebelum penebaran nampak paling rendah di perlakuan C (10^2 cfu/g), disusul perlakuan B (10^2 cfu/g), dan yang tertinggi di perlakuan A yaitu 10^3 cfu/g. Hal ini sejalan dengan dosis probiotik yang diaplikasikan sejak sebelum penebaran benur di setiap perlakuan, dimana pada dosis yang tertinggi (perlakuan C) populasi *Vibrio* sp. di sedimen tambak menjadi yang paling rendah sebagai akibat tekanan populasi bakteri probiotik dengan dosis aplikasi yang tertinggi yaitu 5 mg/L. Sebaliknya di perlakuan A, populasi *Vibrio* sp. paling tinggi di sedimen tambak pada periode awal sebelum tebar benur. Hal ini karena dosis probiotik yang diberikan paling rendah yaitu hanya 1 mg/L. Setelah penebaran benur vaname dan diberikan pakan, maka populasi *Vibrio* sp. di sedimen mulai meningkat dan puncaknya

mencapai 10^4 cfu/g di semua perlakuan pada hari ke-28 (Gambar 7). Di perlakuan B populasi *Vibrio* sp. meningkat lagi mencapai 10^5 cfu/g pada hari ke-70 pemeliharaan udang dalam tambak. Namun pada periode selanjutnya (hari ke-84) populasi *Vibrio* di sedimen menurun di semua perlakuan. Hal ini akibat mulai dilakukan penggantian air sebanyak 3%-5% dari volume total, sehingga populasi *Vibrio* sp. ikut terbuang keluar tambak. Meskipun demikian nampak bahwa pada periode pemeliharaan hari ke-56 hingga 84 populasi *Vibrio* sp. di perlakuan B, nampak lebih tinggi dibanding dengan perlakuan lainnya. Diduga populasi *Vibrio* sp. berpengaruh terhadap rendahnya sintasan dan produksi udang di perlakuan B dibandingkan perlakuan A dan C. Hal tersebut disebabkan konsentrasi oksigen terlarut perlakuan B rendah di bulan ketiga, dibanding dengan perlakuan A dan C, maka kemungkinan



Gambar 7. Fluktuasi total populasi *Vibrio* sp. di sedimen tambak (atas) dan total populasi bakteri di sedimen tambak (bawah) budidaya udang vaname pola intensif dengan penambahan dosis probiotik berbeda

Figure 7. The fluctuation of total *Vibrio* sp. population (upper) and total bacterial population (lower) in pond sediment of intensive *L. vannamei* culture with various dosages of probiotic application

populasi bakteri probiotik di perlakuan B kurang berkembang baik sehingga aktivitas penekanan terhadap populasi bakteri *Vibrio* sp. kurang berkembang baik, maka populasi *Vibrio* sp. di perlakuan B lebih tinggi daripada perlakuan A dan C.

KESIMPULAN

Dosis terbaik fermentasi probiotik yang diaplikasikan di tambak budidaya udang vaname pola intensif dengan padat tebar 50 ekor/m² adalah 5 mg/L/minggu. Dosis tersebut mampu menghasilkan sintasan (86,5% ± 4,2%) dan produksi udang vaname yang tinggi (5934 ± 62,90 kg/ha/musim tanam), serta menghasilkan nilai konversi pakan yang lebih efisien (1,37). Dosis 3 mg/L menghasilkan pertumbuhan, sintasan, produksi terendah, dan nilai konversi pakan yang paling tidak efisien.

UCAPAN TERIMA KASIH

Diucapkan terima kasih kepada rekan-rekan teknisi, Mansyur, Hakim, Ilham Supu, Sapar, Nail, Sutrisyani, Sarijana, dan Rohani yang telah membantu dengan penuh tanggung jawab, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Penelitian ini dilaksanakan dengan biaya APBN TA 2008.

DAFTAR ACUAN

Adiwidjaya, D., Rahardjo, S.P., Sutikno, E., Sugeng, & Subiyanto. 2003. Petunjuk teknis budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) sistem tertutup yang ramah lingkungan. Departemen Kelautan dan Perikanan Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau, Jepara, 19 hlm.

Amin & Pantjara, B. 2002. Penggunaan berbagai pupuk organik terhadap kelimpahan plankton pada bak terkontrol. *Prosiding Seminar Nasional "Inovasi teknologi tepat guna berorientasi agribisnis untuk pemberdayaan masyarakat dalam pembangunan pertanian wilayah"*. Badanlitbang Deptan, hlm. 263-269.

Anonimous. 2003. Kualitas air laut, Bagian 3. Cara uji amonia (NH₃-N) dengan biru endofenol secara spektrofotometri. Badan Standardisasi Nasional, 10 hlm.

Anonimous. 2006b. Produksi udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di tambak dengan

teknologi intensif. Standar Nasional Indonesia 01 - 7246-2006. Badan Standardisasi Nasional, 4 hlm.

- Avnimelech, Y. 1999. Carbon/Nitrogen ratio as control element in aquaculture systems. *Aquaculture*, 176: 227-235.
- Avnimelech, Y. 2007. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. *Aquaculture*, 264: 140-147.
- Bray, W.A., Lawrence, A.C., & Leung-Trujillo, J.R. 1994. The effect of salinity on growth and survival of *Penaeus vannamei*, with observation on interaction of IHNV virus and salinity, *Aquaculture*, 122: 133-146.
- Choo, P.S. & Tanaka, K. 2000. Nutrient levels in ponds during the grow-out and harvest phase of *Penaeus monodon* under semi-intensive or intensive culture. *Jircas Journal*, 8: 13-20.
- Clesceri, L.S., Greenberg, A.E., & Eaton, A.D. 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, 1015 Fifteenth Street, NW Washington, p. 4-103.
- Devaraja, T.N., Yusoff, F.M., & Shariff, M. 2002. Changes in bacterial populations and shrimp production in ponds treated with commercial microbial products. *Aquaculture*, 206: 245-256.
- De Yta, A.G., Rouse, D.B., & Davis, D.A. 2004. Influence of nursery on the growth and survival of *Litopenaeus vannamei* under pond production conditions. *Journal of the World Aquaculture Society*, 35(3): 356-365. <http://www.shrimpnews.com/MeetFlockers.html>. Shrimp news international. Meet the Flockers. Diakses tgl 21/12/2008.
- Gunarto, Tangko, A.M., Tampangalo, B.R., & Muliani. 2006. Budidaya udang windu (*Penaeus monodon*) di tambak dengan penambahan probiotik. *Jurnal Riset Akuakultur*, 1(3): 303-313.
- Gunarto & Mansyur, A. 2007. Budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di tambak dengan padat tebar berbeda menggunakan sistem pemupukan susulan. *Jurnal Riset Akuakultur*, 2(2): 167-176.
- Gunarto & Hendrajat, E.A. 2008. Budidaya udang vaname, *Litopenaeus vannamei* pola semi intensif dengan aplikasi beberapa jenis probiotik komersial. *Jurnal Riset Akuakultur*, 3(3): 339-349.

- Gunarto. 2008. Pengaruh penggunaan probiotik pada kualitas air budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pola semi intensif di tambak. *Makalah disajikan pada acara seminar Nasional Perikanan yang diselenggarakan oleh Masyarakat Akuakultur Indonesia*, Lampung 8-10 Juli 2008, hlm. 4-7.
- Hopkins, J.S., Stokes, A.D., Browdy, C.L., & Sandifer, P.A. 1991. The relationship between feeding rate, paddle-wheel aeration rate and expected dawn dissolved oxygen in intensive shrimp ponds. *Aquaculture Engineering*, 10: 281-290.
- Ivan, D.S. 2005. Biosekuriti budidaya *Litopenaeus vannamei* dan informasi beberapa penyakit. CP Prima, Surabaya, 26 hlm.
- Li, E., Chen, L., Zeng, C., Chen, X., Yu, N., Lay, Q., & Qin, J.G. 2007. Growth, body composition, respiration and ambient ammonia nitrogen tolerance of the yuwanee white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, at the different salinities. *Aquaculture*, 265: 385-390.
- Lin, Y.C. & Chen, J.C. 2003. Acute toxicity of nitrite on *Litopenaeus vannamei* (Boone) yuwanee at different salinity levels. *Aquaculture*, 224: 193-201.
- Martinez-Cordova, L., Porchas-Cornejo, R., Villareal-Coleman, H., Calderon-Perez, J.A., & Naranjo-Paramo, J. 1998. Evaluation of three feeding strategies on the culture of white shrimp *Penaeus vannamei* Boone 1931 in low water exchange ponds. *Aquaculture Engineering*, 17: 21-28.
- Matiasi, H.B., Yusoff, F.M., Syariff, M., & Azhari, O. 2002. Effect of commercial microbial products on water quality in tropical shrimp. *Asian Fisheries Science*, 15: 239-242.
- Moriarty, D.J.W., Decamp, O., & Lavens, P. 2005. Probiotic in aquaculture. *Aquaculture Asia Pacific Magazine*, September/October 2005, p. 14-16.
- Mathieu, C., Chim, L., Pham, D., Lemaire, P., Wabete, N., Jean-Louis, N., Schmidely, P., & Mariojous, C. 2008. Probiotic *Pediococcus acidilactici* application in shrimp *Litopenaeus stylirostris* culture subject to vibriosis in New Caledonia. *Aquaculture*, 275(1-4): 182-193.
- Pirzan, A.M. & Pong-Masak, P.R. 2008. Hubungan keragaman fitoplankton dengan kualitas air di P. Bauluang Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. *Biodiversitas*, 9(3): 217-221.
- Poernomo, A. 2004. Teknologi probiotik untuk mengatasi permasalahan tambak udang dan lingkungan budidaya. *Makalah disajikan pada simposium nasional tentang Perkembangan Ilmu dan Teknologi Inovasi dalam bidang Akuakultur*, pada tanggal 27 - 29 Januari 2004 di Semarang, 5 hlm.
- Samocha, T.M., Susmita, P., Mike, S., Abdul-Mehdi, A., Burger, J.M., Almeida, R.V., Zarrein, A., Harisanto, M., Horowitz, A., & D.L. Brock. 2007. Use of molasses as carbon source in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Engineering*, 36: 184-191.
- Strickland, J.D.H. & Parsons, T.R. 1972. A practical handbook of seawater analysis (2nd. Ed.). Fisheries Research Board of Canada, 310 pp.
- Verschuere, L., Rombaut, G., Sorgeloos, P., & Verstraete, W. 2000. Probiotic bacterial as biological control agents in aquaculture. *Microbial Mol. Biol. Rev.*, 64(4): 655-671.
- Wang, Y.B. 2007. Effect of probiotics on growth performance and digestive enzyme activity of the shrimp *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*, 269: 259-264.
- Yong, J.Z., Foster, I., Concuist, L., Dominy, W., Cedric, K.W., & Floyd, D.H. 2008. Determination of microbial community structures of shrimp floc cultures by biomarkers and analysis of floc amino acid profiles. *Aquaculture Research*, 39(2): 118-133.
- Zelaya, O., Rouse, D.B., & Davis, D.A. 2007. Growout of Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, stocked into production ponds at three different ages. *Journal of the World Aquaculture Society*, 38(1): 92-101.