

PENGARUH PERBEDAAN WAKTU APLIKASI PROBIOTIK TERHADAP KUALITAS AIR DAN SINTASAN PASCA LARVA UDANG WINDU (*Penaeus monodon*)

Muliani, Nurbaya, dan Muharijadi Atmomarsono

Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau
Jl. Makmur Dg. Sitakka, Maros, Sulawesi Selatan 90511
E-mail: *mulianim@yahoo.com*

(Naskah diterima: 11 Mei 2009; Disetujui publikasi: 25 Januari 2010)

ABSTRAK

Penelitian ditujukan untuk mengetahui pengaruh waktu pemberian probiotik yang berbeda terhadap perubahan kualitas air dan sintasan udang windu dalam skala laboratorium. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Basah Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau (BRPBAP), Maros menggunakan 21 buah akuarium berukuran 40 cm x 30 cm x 27 cm yang diisi tanah tambak setebal 10 cm dan air laut salinitas 28 ppt sebanyak 15 L serta 30 ekor pascalarva udang windu. Probiotik yang digunakan adalah kombinasi BL542+BT951+MY1112 dengan perlakuan; (A) aplikasi probiotik pada awal sampai akhir penelitian; (B) aplikasi probiotik pada minggu ke-II sampai akhir penelitian; (C) aplikasi probiotik pada minggu ke-IV sampai akhir penelitian; (D) aplikasi probiotik pada minggu ke-VI sampai akhir penelitian; (E) aplikasi probiotik pada minggu ke-VIII sampai akhir penelitian; (F) aplikasi probiotik pada minggu ke X sampai akhir penelitian; (G) kontrol (tanpa probiotik), masing-masing diulang 3 kali. Penelitian berlangsung selama 12 minggu. Pengamatan parameter kualitas air dilakukan setiap 2 minggu yang meliputi; total bakteri, total *Vibrio* spp., BOT, $\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$. Sedangkan pengamatan sintasan udang windu dilakukan pada akhir penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi probiotik pada minggu ke-IV dapat menekan konsentrasi BOT dan $\text{NH}_3\text{-N}$, menurunkan total *Vibrio* sp. sehingga berdampak kepada peningkatan sintasan udang windu.

KATA KUNCI: probiotik, kualitas air, sintasan, *Penaeus monodon*

ABSTRACT: *The effect of different application time of probiotic on water quality and survival rate of tiger shrimp (Penaeus monodon) postlarvae. By: Muliani, Nurbaya, and Muharijadi Atmomarsono*

The aim of this experiment was to study the effect of different application time of probiotic on water quality and survival rate of tiger shrimp postlarvae reared in laboratory scale. This experiment was conducted in the wet laboratory of the Research Institute for Coastal Aquaculture (RICA), Maros using 21 aquaria of 40 cm x 30 cm x 27 cm in size. Each aquarium was layered with 10 cm of pond sediment at the bottom, then filled with 15 L of 28 ppt pond water, and stocked with 30 individual of tiger shrimp postlarvae. Probiotic bacteria used in this study were BL542+BT951+MY1112. Times of probiotic application were; (A) from the beginning to the end of the experiment; (B) from the second week to the end of the experiment; (C) from the fourth week to the end of the experiment; (D) from the sixth week to the end of the experiment; (E) from the eighth week to the end of the experiment; (F) from the tenth week to the end of the experiment; (G) control (without probiotic application). Each treatment was arranged

in triplicate. The research lasted for 12 weeks. TOM (Total Organic Matter), $\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$, total bacteria, and total *Vibrio* spp. were monitored weekly. Survival rate of the tiger shrimp larvae was measured at the end of the experiment. The result showed that application of probiotic from the fourth week to the end of the experiment decreased TOM and $\text{NH}_3\text{-N}$ concentrations, total *Vibrio* sp., and eventually increased tiger shrimp survival rate.

KEYWORDS: probiotic, water quality, survival rate, *Penaeus monodon*

PENDAHULUAN

Kasus penyakit pada budidaya udang beberapa tahun terakhir ini, melanda Indonesia dan negara-negara lain seperti Thailand (Pasharawipas *et al.*, 1998; Ruangpan *et al.*, 1998; Sukhumsirichart *et al.*, 1998), Taiwan (Peng *et al.*, 2001), Filipina (Albaladejo *et al.*, 1998; Loh *et al.*, 1998), India (Vaseeharan *et al.*, 2003), Australia (Spann *et al.*, 1995), Jepang (Kono *et al.*, 2004), dan Amerika (Dhar *et al.*, 2001), kini sedikit demi sedikit mulai dapat teratasi. Hal ini bukan karena penyakit virus sebagai penyebab utamanya yang dapat diatasi, akan tetapi terutama karena substitusi dari udang windu ke vaname, meskipun pada kenyataannya bahwa udang vaname juga tidak terlepas dari serangan penyakit terutama WSSV (Rodriguez *et al.*, 2003; Sanchez-Martinez *et al.*, 2007). Penggunaan bakteri probiotik sebagai bakteri pengurai bahan organik juga memberikan kontribusi terhadap perbaikan lingkungan budidaya yang berefek pada peningkatan kesehatan udang sehingga tidak mudah stres dan terserang penyakit.

Perkembangan usaha budidaya di bidang perikanan memacu perkembangan penggunaan probiotik (Waston *et al.*, 2008), baik melalui pakan maupun ditebar langsung dalam media budidaya. Hal ini juga memacu kegiatan eksplorasi bakteri-bakteri alam dari berbagai sumber yang potensial digunakan sebagai probiotik dan biokontrol. Beberapa sumber bakteri probiotik yang telah dikaji antara lain air laut dan sedimen (Muliani *et al.*, 2003; Tjahjadi *et al.*, 1994), koral (Radjasa *et al.*, 2005), hatcheri (Rosa *et al.*, 1997; Hala 1999; Haryanti *et al.*, 2000), daun mangrove (Muliani *et al.*, 2004), dan tambak udang (Muliani *et al.*, 2006), dari seabream (*Sparus aurata*, L.) (Chabrilion *et al.*, 2006), dari usus ikan-ikan lele (Sugita *et al.*, 2007), dari ikan nila (Aly *et al.*, 2008a), dari usus ikan (Balcazar *et al.*, 2008).

Beberapa jenis bakteri yang biasa digunakan sebagai probiotik di antaranya

Bacillus sp., *Basillus subtilis*, *Lactobacillus* spp., *Brevibacillus* sp., *Pseudomonas* sp., *Pseudoalteromonas* sp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Vibrio alginolyticus*, *Vibrio carcarie*, dan lain-lain. Penggunaan bakteri probiotik sudah sangat meluas di hampir semua kegiatan budidaya diantaranya, pemeliharaan larva kepiting (Nogami & Maeda, 1992), larva rajungan (Susanto *et al.*, 2005), dan budidaya artemia (Villamil *et al.*, 2003). Pada budidaya ikan, penggunaan probiotik dijumpai pada pemeliharaan rainbow trout (Brunt & Austin, 2005; Brunt *et al.*, 2007), ikan karper (*Labeo rohita*) (Kumar *et al.*, 2006; Banerjee *et al.*, 2007), pematangan gonad ikan hias (Ghosh *et al.*, 2007), pemeliharaan ikan nila (*Tilapia nilotica*) (Aly *et al.*, 2008a, Wang *et al.*, 2008), larva ikan sebelah (flatfish) *Senegalese sole* (Makridis *et al.*, 2008), larva gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L) (Suzer *et al.*, 2008), dan budidaya ikan kakap putih (seabass) (Rengpipat *et al.* 2008). Macey & Coyne (2005), melaporkan penggunaan bakteri probiotik pada budidaya abalon. Penggunaan probiotik pada budidaya udang juga telah banyak dilaporkan, seperti pada budidaya udang windu (Meunpol *et al.*, 2003; Vaseeharan & Ramasamy, 2003; Vaseeharan *et al.*, 2004; Lio-Po *et al.*, 2005; Gunarto *et al.*, 2006a, 2006b; Vijayan *et al.*, 2006), budidaya udang *Penaeus chinensis* (Li *et al.*, 2006), budidaya udang vanamei (udang putih) (Nejad *et al.*, 2006), budidaya udang galah (Keysami *et al.*, 2007), pemeliharaan larva udang (Decamp *et al.*, 2008), dan budidaya udang stylorostris (udang putih) (Castex *et al.*, 2008).

Berkat penggunaan probiotik, maka tidak sedikit pembudidaya yang meraup keuntungan besar karena hasil panen udang yang melimpah, namun sebaliknya banyak juga mengalami kerugian yang tidak sedikit akibat kegagalan panen meskipun telah menggunakan probiotik. Hal ini disebabkan oleh beberapa hal di antaranya, jenis, dosis, dan cara aplikasi probiotik yang kurang tepat. Beberapa tahun terakhir ini Balai Riset

Perikanan Budidaya Air Payau (BRPBAP) telah mengembangkan penggunaan probiotik yang diisolasi dari laut, mangrove, maupun tambak. Probiotik ini diharapkan dapat berperan lebih aktif terhadap perbaikan lingkungan budidaya. Beberapa kajian terhadap probiotik tersebut telah dilakukan, seperti komposisi jenis (Nurbaya *et al.*, 2007a; 2007b), jenis dan kepadatan probiotik (Muliani *et al.*, 2007), pergiliran pemberian probiotik (Muliani *et al.*, 2008a), dan rasio jenis bakteri probiotik (Muliani *et al.*, 2008b). Aspek lain yang sangat penting untuk diketahui dalam penggunaan probiotik adalah waktu pemberian probiotik yang efektif, hal ini berkaitan erat dengan efisiensi biaya dan saat penumpukan bahan organik di dasar tambak. Jika probiotik terlalu cepat diberikan, sementara konsentrasi bahan organik di dasar tambak masih rendah, maka penggunaan probiotik tidak efisien dan akan menambah biaya operasional. Sebaliknya jika probiotik terlambat diberikan maka penumpukan bahan organik di dasar tambak akan memicu berkembangnya organisme patogen yang dapat membahayakan hewan budidaya. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian untuk mengetahui waktu yang efektif untuk pemberian probiotik yang dilakukan dalam skala laboratorium yang akan menjadi dasar nantinya untuk pengembangan di lapangan.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kesehatan Ikan dan Lingkungan, Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau (BRPBAP), Maros mulai Juli sampai dengan Oktober 2008 menggunakan akuarium yang berukuran 40 cm x 30 cm x 27 cm yang diisi air tambak sebanyak 15 L. Hewan uji yang digunakan berupa benur windu PL 22 sebanyak 30 ekor/wadah yang sebelumnya telah dilakukan pengecekan bebas WSSV dengan PCR.

Perlakuan dan Rancangan

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan beda waktu aplikasi probiotik. Probiotik yang digunakan adalah kombinasi BL542+ BT951+MY1112 dengan perlakuan; (A) aplikasi probiotik pada awal sampai akhir penelitian; (B) aplikasi probiotik pada minggu ke-II sampai akhir penelitian; (C) aplikasi probiotik pada minggu

ke-IV sampai akhir penelitian; (D) aplikasi probiotik pada minggu ke-VI sampai akhir penelitian; (E) aplikasi probiotik pada minggu ke-VIII sampai akhir penelitian; (F) aplikasi probiotik pada minggu ke-X sampai akhir penelitian; dan (G) kontrol (tanpa probiotik). Masing-masing perlakuan diulang 3 kali. Pengamatan parameter kualitas air dilakukan setiap 2 minggu yang meliputi BOT (bahan organik total), $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, dan $\text{PO}_4\text{-P}$ dalam air. Total bakteri dan total *Vibrio* spp. dalam air dan sedimen juga diamati 2 kali seminggu, sedangkan pengamatan sintasan udang dilakukan pada akhir penelitian.

Analisis Data

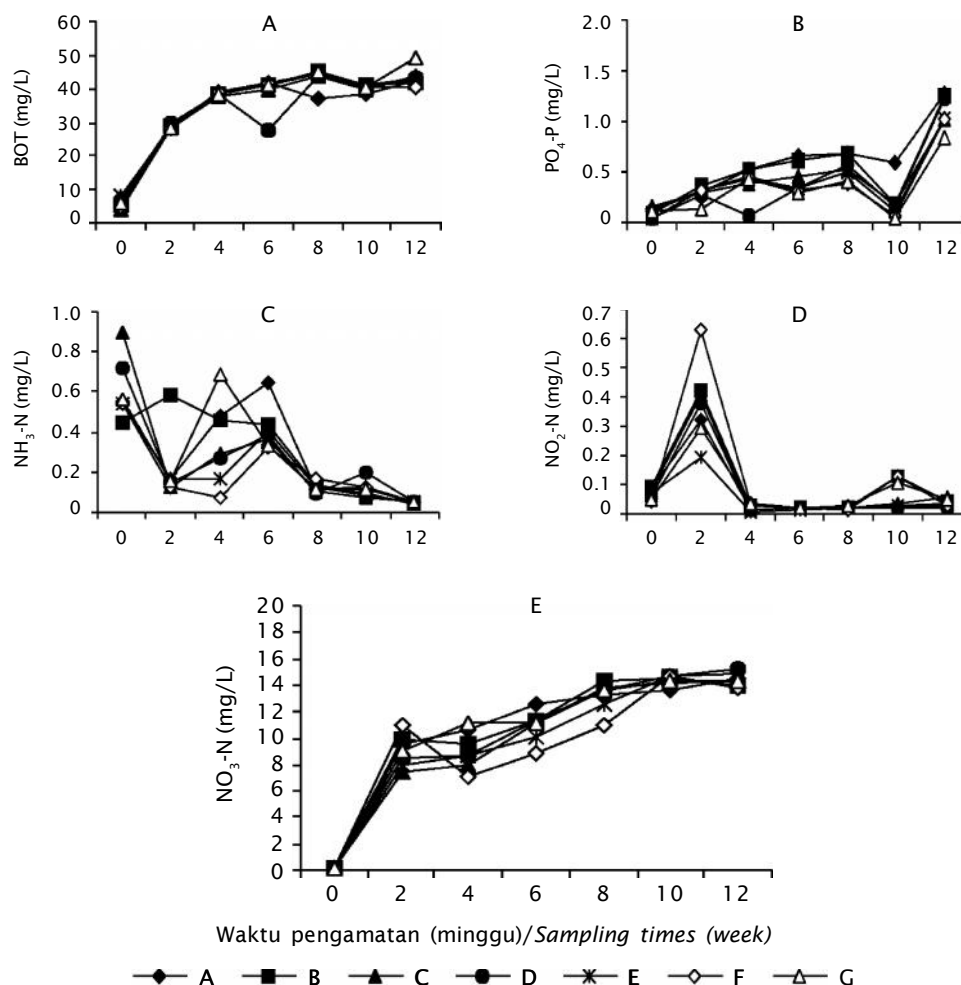
Data sintasan udang windu yang diperoleh dianalisis ragam dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (Steel & Torrie, 1981). Sedangkan data kualitas air dan bakteri dianalisis secara deskriptif dalam bentuk tabel dan grafik, dan hanya data pada akhir penelitian yang dianalisis ragam dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (Steel & Torrie, 1981).

HASIL DAN BAHASAN

Peubah Kualitas Air

BOT

Konsentrasi BOT selama penelitian disajikan pada Gambar 1A. Pada gambar tersebut terlihat bahwa konsentrasi BOT dari awal hingga minggu keempat mengalami peningkatan dan selanjutnya cenderung stabil hingga minggu ke-12 (akhir penelitian), kecuali pada perlakuan D yang mengalami penurunan pada minggu keenam dan naik kembali pada minggu kedelapan dan stabil hingga minggu ke-12 (akhir penelitian). Namun demikian ada kecenderungan bahwa konsentrasi BOT pada perlakuan C lebih rendah dibanding perlakuan lainnya dari awal hingga minggu ke-10. Pada minggu ke-12 (akhir penelitian) konsentrasi BOT terendah pada perlakuan F (pemberian probiotik pada minggu ke-10) dan tertinggi pada kontrol (tanpa pemberian probiotik) dan secara statistik keduanya berbeda nyata ($P < 0,05$), namun tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dengan perlakuan lainnya. Gunarto *et al.* (2006a) melaporkan, bahwa konsentrasi BOT pada tambak yang menggunakan probiotik komersil berkisar 7,05-14,8 mg/L, sedangkan yang tidak menggunakan probiotik berkisar 8,4-



Keterangan (Notes):

- (A) Aplikasi probiotik pada awal sampai akhir penelitian (*Probiotic was applied from the beginning to the end of the experiment*)
- (B) Aplikasi probiotik pada minggu ke-II sampai akhir penelitian (*Probiotic was applied from the second week to the end of the experiment*)
- (C) Aplikasi probiotik pada minggu ke-IV sampai akhir penelitian (*Probiotic was applied from the fourth week to the end of the experiment*)
- (D) Aplikasi probiotik pada minggu ke-VI sampai akhir penelitian (*Probiotic was applied from the sixth week to the end of the experiment*)
- (E) Aplikasi probiotik pada minggu ke-VIII sampai akhir penelitian (*Probiotic was applied from the eighth weeks to the end of the experiment*)
- (F) Aplikasi probiotik pada minggu ke-X sampai akhir penelitian (*Probiotic was applied from the teenth week to the end of the experiment*)
- (G) Kontrol/tanpa probiotik (*Control/without probiotic application*)

Gambar 1. Konsentrasi BOT (A), $PO_4\text{-P}$ (B), $NH_3\text{-N}$ (C), $NO_2\text{-N}$ (D), dan $NO_3\text{-N}$ (E) (mg/L) dalam air pemeliharaan pascalarva udang windu selama penelitian

Figure 1. Concentration of total organik matter (A), $PO_4\text{-P}$ (B), $NH_3\text{-N}$ (C), $NO_2\text{-N}$ (D), and $NO_3\text{-N}$ (E) (mg/L) in the rearing media of tiger shrimp postlarvae during the experiment

17,0 mg/L. Konsentrasi BOT pada penelitian ini jauh lebih rendah dibanding dengan hasil penelitian sebelumnya dengan menggunakan bakteri yang sama tetapi tidak dikombinasikan (Muliani *et al.*, 2005). Akan tetapi relatif sama dengan hasil penelitian yang menggunakan probiotik yang diisolasi dari laut, mangrove dan tambak dengan kombinasi jenis dan kepadatan yang berbeda, di mana konsentrasi BOT berkisar antara 11,0-20,7 mg/L (Muliani *et al.*, 2007).

PO₄-P

Konsentrasi PO₄-P selama penelitian disajikan pada Gambar 1B. Pada gambar tersebut terlihat bahwa konsentrasi PO₄-P dari awal hingga minggu kedelapan mengalami peningkatan yang sangat kecil. Setelah memasuki minggu ke-10, konsentrasi PO₄-P pada beberapa perlakuan mengalami penurunan, dan pada perlakuan lainnya relatif stabil. Peningkatan konsentrasi PO₄-P yang cukup signifikan pada semua perlakuan terjadi pada minggu ke-12 (akhir penelitian), terutama pada perlakuan A, B, dan D. Pada akhir penelitian konsentrasi PO₄-P tertinggi pada perlakuan A yaitu 1,2807 mg/L dan terendah pada kontrol yaitu 0,8507 mg/L. Konsentrasi PO₄-P pada penelitian ini relatif lebih tinggi dibanding konsentrasi PO₄-P pada penelitian sebelumnya yang menggunakan rasio bakteri probiotik yaitu berkisar antara 0,29843 mg/L pada perlakuan O (BL536, BL542 10⁴cfu/mL + BR931, MY1112 10⁴cfu/mL + MR55, BT951 10⁴cfu/mL) sampai dengan 0,3823 mg/L pada perlakuan M (BL536, BL542 10²cfu/mL + BR931, MY1112 10²cfu/mL + MR55, BT951 10⁴cfu/mL) (Muliani *et al.*, 2008a). Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa konsentrasi PO₄-P pada akhir penelitian pada A, B, dan D berbeda nyata (P<0,05) dengan kontrol, namun tidak berbeda nyata (P>0,05) dengan perlakuan lainnya.

NH₄-N

Konsentrasi NH₄-N selama penelitian disajikan pada Gambar 1C. Pada gambar tersebut terlihat bahwa konsentrasi NH₄-N mengalami penurunan yang sangat drastis dari awal penelitian hingga minggu kedua terutama pada perlakuan C meskipun pada perlakuan ini probiotik baru diaplikasikan setelah minggu ke-IV. Meskipun konsentrasi NH₄-N mengalami peningkatan pada minggu keempat dan keenam, namun pada perlakuan C, konsentrasi

NH₄-N relatif lebih rendah terutama setelah memasuki minggu ke-VIII dan ke-X. Sedangkan pada perlakuan B, konsentrasi NH₄-N relatif stabil dari awal hingga minggu kedua, kemudian menurun hingga akhir penelitian yaitu 0,0404 mg/L. Konsentrasi NH₄-N pada penelitian ini jauh lebih rendah dibanding penelitian sebelumnya yang menggunakan rasio bakteri probiotik yang berbeda yaitu antara 0,1770 mg/L pada perlakuan S sampai dengan 0,3393 mg/L pada kontrol (Muliani *et al.*, 2008a). Hasil uji statistik menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata (P>0,05) terhadap konsentrasi NH₄-N pada semua perlakuan.

NO₂-N

Konsentrasi NO₂-N selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 1D. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa konsentrasi NO₂-N mengalami peningkatan dari awal hingga memasuki minggu kedua. Setelah minggu keempat konsentrasi NO₂-N kembali menurun dan stabil hingga akhir penelitian. Pada saat itu konsentrasi NO₂-N tertinggi pada perlakuan C (pemberian pada minggu ke-IV sampai akhir penelitian) yaitu 0,0575 mg/L dan terendah pada perlakuan D yaitu 0,0228 mg/L. Konsentrasi NO₂-N pada penelitian ini jauh lebih rendah dibanding hasil penelitian sebelumnya yang menggunakan probiotik dengan komposisi jenis dan kepadatan yang berbeda yaitu berkisar antara 0,2933-1,6141 mg/L (Muliani *et al.*, 2007). Demikian juga yang menggunakan probiotik tunggal yaitu berkisar antara 0,2390 mg/L pada perlakuan yang menggunakan probiotik BL542 sampai dengan 0,2670 mg/L pada perlakuan yang menggunakan probiotik BR931 (Muliani *et al.*, 2008b). Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa konsentrasi NO₂-N pada perlakuan C berbeda nyata (P<0,05) dengan konsentrasi NO₂-N pada perlakuan D, E, dan F, namun tidak berbeda nyata (P>0,05) dengan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian bakteri probiotik yang dimulai pada minggu ke-IV dapat menurunkan konsentrasi NO₂-N lebih baik dibandingkan pemberian probiotik yang dimulai pada minggu ke-VI, minggu ke-VIII, dan minggu ke-X.

NO₃-N

Konsentrasi NO₃-N disajikan pada Gambar 1E. Pada gambar tersebut terlihat bahwa konsentrasi NO₃-N selama penelitian

mengalami peningkatan, kecuali pada perlakuan F yang mengalami peningkatan pada minggu kedua tapi kembali menurun pada minggu keempat. Namun demikian konsentrasi $\text{NO}_3\text{-N}$ pada perlakuan tersebut kembali meningkat pada minggu berikutnya. Dari minggu kedua hingga minggu ke-12 (akhir penelitian), konsentrasi $\text{NO}_3\text{-N}$ pada semua perlakuan relatif stabil. Konsentrasi $\text{NO}_3\text{-N}$ pada akhir penelitian tertinggi pada perlakuan D yaitu 15,249 mg/L dan terendah pada perlakuan F yaitu 13,800 mg/L. Konsentrasi $\text{NO}_3\text{-N}$ pada penelitian ini jauh lebih tinggi dibanding pada penelitian sebelumnya yaitu penggunaan probiotik secara tunggal yaitu 1,3006 mg/L pada perlakuan yang menggunakan isolat MY1112 dan 2,2037 mg/L pada perlakuan yang menggunakan isolat MR55 (Muliani *et al.*, 2008b). Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata ($P>0,05$) terhadap konsentrasi $\text{NO}_3\text{-N}$ antar semua perlakuan.

Populasi Bakteri

Total bakteri dalam air dan sedimen

Total bakteri dalam air selama penelitian disajikan pada Gambar 2A. Pada gambar tersebut terlihat bahwa total bakteri mengalami penurunan dari awal hingga memasuki minggu kedua. Dari minggu kedua hingga minggu ke-10 total bakteri dalam air relatif stabil dan kembali mengalami kenaikan pada minggu ke-12 (akhir penelitian), meskipun peningkatan tersebut tidak terlalu signifikan. Pada akhir penelitian total bakteri tertinggi pada perlakuan C (pemberian pada minggu ke-IV sampai akhir penelitian) yaitu $8,32 \times 10^9$ CFU/mL dan terendah pada perlakuan G (kontrol) yaitu $2,88 \times 10^8$ CFU/mL. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pada akhir penelitian total bakteri dalam air pada perlakuan C berbeda nyata ($P<0,05$) dengan perlakuan D dan G (kontrol) dan tidak berbeda nyata ($P>0,05$) dengan perlakuan lainnya.

Adapun total bakteri dalam sedimen dapat dilihat pada Gambar 2B. Pada gambar tersebut terlihat bahwa total bakteri dalam sedimen dari awal hingga minggu keenam mengalami kenaikan namun kenaikan tersebut sangat kecil. Setelah memasuki minggu kedelapan total bakteri cenderung stabil hingga akhir penelitian dan tertinggi pada perlakuan A dan terendah pada perlakuan F. Hasil analisa statistik menunjukkan bahwa total bakteri

dalam sedimen pada akhir penelitian pada perlakuan A berbeda nyata ($P<0,05$) dengan perlakuan F tetapi tidak berbeda nyata ($P>0,05$) dengan perlakuan lainnya.

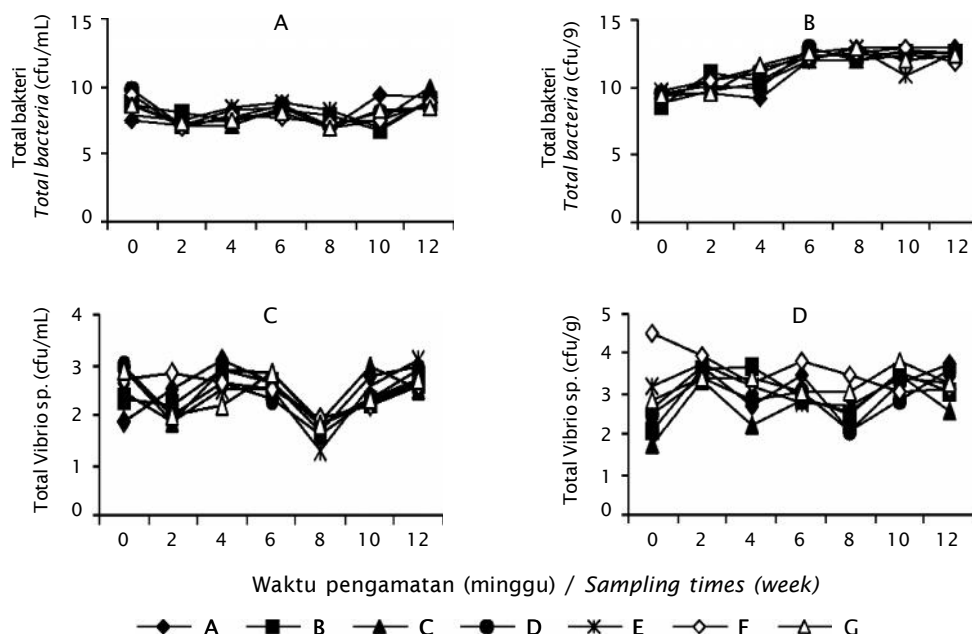
Penelitian sebelumnya dengan probiotik yang sama dengan komposisi dan kepadatan yang berbeda, total bakteri pada air pemeliharaan udang windu tertinggi yaitu $3,1 \times 10^8$ CFU/mL (Muliani *et al.*, 2007), sedangkan pada penggunaan probiotik dengan rasio yang berbeda tertinggi adalah $1,51 \times 10^8$ CFU/mL (Muliani *et al.*, 2008a). Total bakteri pada air pemeliharaan nauplius di hatcheri, mysis di bak, dan postlarva di tambak pembesaran udang putih (*Fenneropenaeus indicus*) tidak berbeda nyata antara yang menggunakan probiotik komersil dari jenis *Bacillus* spp. dengan kontrol (tanpa penggunaan *Bacillus* spp.) (Nejad *et al.*, 2006). Pada penggunaan probiotik komersil di tambak dilaporkan bahwa total bakteri pada air dan sedimen masing-masing berkisar antara $1,2 \times 10^4$ – $5,5 \times 10^5$ CFU/mL dan $1,20 \times 10^6$ – $1,0 \times 10^7$ CFU/g (Gunarto *et al.*, 2006a). Devaraja *et al.* (2002) melaporkan bahwa total bakteri pada air dan sedimen tambak yang menggunakan probiotik komersil produk 1 masing-masing $5,40 \times 10^3$ – $1,78 \times 10^4$ CFU/mL dan $2,70 \times 10^5$ – $1,24 \times 10^6$ CFU/g. Sedangkan yang menggunakan bakteri probiotik komersil produk 2, total bakteri pada air dan sedimen masing-masing $2,48 \times 10^4$ – $6,82 \times 10^4$ CFU/mL dan $5,60 \times 10^5$ – $1,06 \times 10^6$ CFU/g. Hal ini menunjukkan bahwa total bakteri pada penggunaan probiotik dalam penelitian ini relatif lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan probiotik komersil yang dilakukan di tambak. Ini menunjukkan bahwa probiotik yang digunakan berkembang dengan baik atau merangsang perkembangan bakteri alam yang telah ada dalam wadah penelitian lebih baik dibanding probiotik komersil yang digunakan di tambak. Menurut Poernomo (2004), bahwa probiotik yang diaplikasikan ke dalam tambak harus mampu hidup di dalam tambak, mampu tumbuh, berkembang biak, dan mampu berfungsi aktif pada bidang masing-masing sesuai yang diharapkan.

Total *Vibrio* spp. dalam air dan sedimen

Total *Vibrio* spp. dalam air selama penelitian disajikan pada Gambar 2C. Pada gambar tersebut terlihat total bakteri *Vibrio* spp. dalam air berfluktuasi dari awal hingga akhir

penelitian. Pada minggu kedua total *Vibrio* spp. pada beberapa perlakuan mengalami penurunan, namun ada juga yang mengalami kenaikan yaitu terjadi pada perlakuan A (pemberian probiotik pada awal sampai akhir penelitian), sedang pada perlakuan F (pemberian pada minggu ke-X sampai akhir penelitian) relatif stabil. Penurunan yang signifikan terjadi pada minggu kedelapan, hal ini terjadi pada semua perlakuan, kecuali pada

perlakuan F yang penurunan sangat kecil karena memang pada perlakuan ini probiotik baru diaplikasikan pada minggu ke-X. Penurunan tertinggi terjadi pada perlakuan E (pemberian probiotik pada minggu ke-VII). Memasuki minggu ke-10 total *Vibrio* spp. dalam air kembali meningkat dan terus meningkat hingga minggu ke-12 (akhir penelitian) kecuali pada perlakuan C (pemberian pada minggu ke-IV sampai akhir penelitian) yang mengalami



Keterangan (Notes):

- (A) Aplikasi probiotik pada awal sampai akhir penelitian (*Probiotic was applied from the beginning to the end of the experiment*)
- (B) Aplikasi probiotik pada minggu ke-II sampai akhir penelitian (*Probiotic was applied from the second week to the end of the experiment*)
- (C) Aplikasi probiotik pada minggu ke-IV sampai akhir penelitian (*Probiotic was applied from the fourth week to the end of the experiment*)
- (D) Aplikasi probiotik pada minggu ke-VI sampai akhir penelitian (*Probiotic was applied from the sixth week to the end of the experiment*)
- (E) Aplikasi probiotik pada minggu ke-VIII sampai akhir penelitian (*Probiotic was applied from the eighth weeks to the end of the experiment*)
- (F) Aplikasi probiotik pada minggu ke-X sampai akhir penelitian (*Probiotic was applied from the tenth week to the end of the experiment*)
- (G) Kontrol/tanpa probiotik (*Control/without probiotic application*)

Gambar 2. (A) Total bakteri dalam air pemeliharaan (CFU/mL), (B) Total bakteri dalam sedimen (CFU/g), (C) Total *Vibrio* spp. dalam air pemeliharaan (CFU/mL), dan (D) Total *Vibrio* spp. dalam sedimen (CFU/g) selama penelitian

Figure 2. (A) Total bacteria in the rearing media (CFU/mL), (B) Total bacteria in the sediment (CFU/g), (C) Total *Vibrio* sp. in the rearing media (CFU/mL), and (D) Total *Vibrio* sp. in the sediment (CFU/g) during the experiment

penurunan, meskipun secara statistik tidak berbeda nyata ($P>0,05$) terhadap perlakuan lainnya.

Total *Vibrio* spp. dalam sedimen selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 2D. Seperti halnya total *Vibrio* spp. dalam air, total *Vibrio* spp. dalam sedimen juga berfluktuasi dari awal hingga akhir penelitian. Pada minggu kedua mengalami peningkatan, namun kembali menurun setelah memasuki minggu keempat meskipun tidak pada semua perlakuan karena ada perlakuan yang justru mengalami kenaikan. Perlakuan F memperlihatkan pola yang lain dari perlakuan lainnya, karena dari awal hingga akhir penelitian total *Vibrio* spp. pada perlakuan tersebut cenderung mengalami penurunan meskipun sempat mengalami kenaikan pada minggu keenam, namun kembali menurun pada minggu ketujuh hingga akhir penelitian. Pada akhir penelitian, konsentrasi *Vibrio* spp. terendah pada perlakuan C (pemberian pada minggu ke-IV sampai akhir penelitian), namun demikian secara statistik tidak berbeda nyata ($P>0,05$) dengan perlakuan lainnya.

Kecenderungan rendahnya populasi *Vibrio* spp. dalam air dan sedimen pada perlakuan yang diberi probiotik mulai minggu ke-IV

disebabkan penekanan oleh bakteri probiotik yang digunakan, dimana pada perlakuan tersebut total bakteri justru cenderung lebih tinggi baik dalam air maupun dalam sedimen. Hal ini berarti bahwa probiotik yang digunakan berkembang dengan baik dan menyebabkan terjadinya penekanan pada populasi *Vibrio* spp. baik dalam air maupun dalam sedimen. Hasil uji tantang secara *In Vitro* yang dilakukan oleh Banerjee *et al.* (2007), menunjukkan bahwa probiotik dari *Bacillus* sp. dapat menurunkan populasi *V. alginolyticus* VaM11 dan *V. parahaemolyticus* VpM1 dari 10^8 menjadi 10^2 CFU/mL.

Sintasan Udang Windu

Sintasan udang windu pada akhir penelitian disajikan pada Tabel 1. Pada tabel tersebut terlihat bahwa sintasan udang windu tertinggi pada perlakuan C (pemberian probiotik pada minggu ke-IV sampai akhir penelitian) yaitu 70% disusul oleh perlakuan B (pemberian pada minggu ke-II sampai akhir penelitian) yaitu 66,7% dan terendah pada perlakuan G (kontrol) yaitu 34,6%. Pada penelitian sebelumnya yang menggunakan rasio bakteri probiotik dalam skala laboratorium, sintasan pascalarva udang

Tabel 1. Sintasan udang windu (%) pada akhir penelitian dengan perbedaan waktu aplikasi probiotik

Table 1. Survival rate (%) of black tiger shrimp at the end of the experiment

Perlakuan (<i>Treatments</i>) Waktu aplikasi probiotik <i>Times of probiotik application</i>	Sintasan <i>Survival rate (%)</i>
A = Aplikasi probiotik pada awal hingga akhir penelitian (<i>From the beginning to the end of the experiment</i>)	43.3 ^{bc}
B = Aplikasi probiotik pada minggu ke II hingga akhir penelitian (<i>From the seconds week to the end of the experiment</i>)	66.7 ^{ab}
C = Aplikasi probiotik pada minggu ke IV hingga akhir penelitian (<i>From the fourth week to the end of the experiment</i>)	70.0 ^a
D = Aplikasi probiotik pada minggu ke-VI hingga akhir penelitian (<i>From the sixth week to the end of the experiment</i>)	40.0 ^c
E = Aplikasi probiotik pada minggu ke VIII hingga akhir penelitian (<i>From the eighth week to the end of the experiment</i>)	48.9 ^{abc}
F = Aplikasi probiotik pada minggu ke X hingga akhir penelitian (<i>From the tenth week to the end of the experiment</i>)	41.1 ^{bc}
G = Kontrol (<i>Control</i>)/Without probiotic	34.6 ^c

windu mencapai 81,3%-93,3% (Muliani *et al.*, 2008a).

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa sintasan udang windu pada perlakuan C (aplikasi probiotik pada minggu ke-IV sampai akhir penelitian) berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan lainnya kecuali dengan perlakuan B (aplikasi probiotik pada minggu ke-II sampai akhir penelitian). Dari data tersebut menunjukkan bahwa pemberian probiotik pada minggu ke-II dan minggu ke-IV setelah penebaran memberi efek yang lebih baik terhadap sintasan udang windu. Hal ini diduga disebabkan jika pemberian probiotik terlalu cepat sementara kualitas air masih dalam keadaan normal maka efek probiotik tersebut belum kelihatan, demikian pula jika pemberian probiotik terlambat maka kualitas air sudah terlanjur memburuk sehingga pemberian probiotik tidak berdampak lagi. Hal ini dapat dilihat dari data total bakteri dalam air pada perlakuan C relatif lebih tinggi dibanding dengan perlakuan lainnya, bahkan berbeda nyata dengan perlakuan D dan G, sementara total *Vibrio* spp. dan nilai kualitas air yang dianggap berbahaya relatif lebih rendah. Kondisi seperti ini memberi kontribusi pada peningkatan sintasan pasca larva udang windu pada perlakuan tersebut.

KESIMPULAN

- Tingginya total bakteri dalam air dan sedimen pada perlakuan yang diberi probiotik mulai minggu ke-IV hingga akhir penelitian berbanding terbalik dengan total *Vibrio* spp.
- Konsentrasi BOT, $\text{NH}_4\text{-N}$, dan $\text{NO}_2\text{-N}$ pada perlakuan aplikasi probiotik mulai minggu ke-IV hingga akhir penelitian relatif lebih rendah dibanding perlakuan lainnya.
- Tingginya sintasan udang windu pada perlakuan yang diberi probiotik pada minggu ke-IV sampai dengan akhir penelitian ($P < 0,05$) membuktikan bahwa bakteri probiotik tersebut mampu menekan bakteri *Vibrio* spp.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada rekan-rekan peneliti dan teknisi baik yang terlibat langsung maupun tidak, diucapkan terima kasih yang setinggi-tingginya atas terlaksananya penelitian ini. Penelitian ini dibiayai oleh APBN T/A 2008 dengan judul kegiatan "Riset Budidaya Udang

Windu", sub kegiatan "Pencegahan penyakit udang windu melalui penggunaan bakteri probiotik".

DAFTAR ACUAN

- Albaladejo, J.D., Tapay, L.M., Migo, V.P., Alfara, C.G., Somga, J.R., Mayo, S.L., Miranda, R.C., Natividal, K., Magbanua, F.O., Itami, T., Matsumura, M., Nadala, E.C.B., & Loh, P.C. 1998. Screening for shrimp viruses in the Philippines. In Flegel TW. (Ed.). *Advances in shrimp biotechnology*. National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Bangkok, p. 252-253.
- Balcazar, J.L., Vendrell, D., Blas, I.D., Zarzuela, I.R., Muzquiz, J.L., & Girones, O. 2008. Characterization of probiotic properties of lactic acid bacteria isolated from intestinal microbiota of fish. *Aquaculture*, 278: 188-191.
- Banerjee, S., Devaraja, T.N., Shariff, M., & Yusoff, F.M. 2007. Comparison of four antibiotics with indigenous marine *Bacillus* spp. in controlling pathogenic bacteria from shrimp and artemia. *Journal of Fish Diseases*, 30: 383-389.
- Brunt, J. & Austin, B. 2005. Use of a probiotic to control lactococcosis and streptococcosis in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Journal of Fish Diseases*, 28: 693-701.
- Brunt, J., Fyzul, A.N., & Austin, B. 2007. The development of probiotics for control of multiple bacteria diseases of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Journal of Fish Diseases*, 30: 573-579.
- Castex, M., Chim, L., Pham, D., Lemaire, P., Wabete, N., Nicolas, J.L., Schmidely, P., & Mariojous, C. 2008. Probiotic *P. acidilactici* application in shrimp *Litopenaeus stylirostris* culture subject to vibriosis in New Caledonia. *Aquaculture*, 275: 182-193.
- Chabrillon, M., Ario, S., Rosales, P.D., Balebona, M.C., & Morinigo, M.A. 2006. Interferente of *Listonella anguillarum* with potential probiotic microorganisms isolated from farmed gilthead seabream (*Sparus aurata*, L.). *Aquaculture Research*, 37: 78-86.
- Decamp, O., Moriaty, D.J.W., & Lavens, P. 2008. Probiotics for shrimp larviculture: review of field data from Asia and Latin America. *Aquaculture Research*, 39: 334-338.
- 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.
- Dhar, A.K., Roux, M.M., & Klimpel K.R. 2001. Detection and quantification of infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus and *White Spot Syndrome Virus* in shrimp using real-time quantitative PCR and SYBR green chemistry. *Journal of Clinical Microbiology*, 39: 2,835-2,845.
- Ghosh, S., Sinha, A., & Sahu, C. 2007. Effect of probiotic on reproductive performance in female livebearing ornamental fish. *Aquaculture Research*, 38: 518-526.
- Gunarto, Tangko, A.M., Tampangallo, B.R., & Muliani. 2006a. Budidaya udang windu (*Penaeus monodon*) di tambak dengan penambahan probiotik. *J. Riset Akuakultur*, 1: 303-313.
- Gunarto, Muslimin, Muliani, & Sahabuddin. 2006b. Analisis kejadian serangan *White Spot Syndrome Virus* (WSSV) dengan beberapa parameter kualitas air pada budidaya udang windu menggunakan sistem tandon dan biofilter. *J. Riset Akuakultur*, 1: 255-270.
- Hala, Y. 1999. *Penggunaan gen penanda molekular untuk deteksi pelekatan dan kolonisasi vibrio harveyi pada larva udang windu (Penaeus monodon)*. Disertasi. Bogor. Institut Pertanian Bogor, Program Pascasarjana, 91 hlm.
- Haryanti, Sugama, K., Tsumura, S., & Nishijima, T. 2000. Vibriostatic bacterium isolated from seawater: Potentiality of probiotic agent in the rearing of *Penaeus monodon* larvae. *Ind. Fish. Res. J.*, 6: 26-32.
- Keysami, M.A., Saad, C.R., Sijam, K., Daud, H.M., & Alimon, A.R. 2007. Effect of *Bacillus subtilis* on growth development and survival of larvae *Macrobrachium rosenbergii* (de Maan). *Aquaculture Nutrition*, 13: 131-136.
- Kono, T., Savan, R., & Itami, T. 2004. Detection of white spot syndrome virus in shrimp by loop-mediated isothermal amplification. *J. Virol. Methods*, 115: 59-65.
- Kumar, R., Mukherjee, S.C., Prasad, K.P., & Pai, A.K. 2006. Evaluation of *Bacillus subtilis* as a probiotic to Indian major carp *Labeo rohita* (Ham.). *Aquaculture Research*, 37: 1,215-1,221.
- Li, J., Tan, B., Mai, K., Ai, Q., Zhang, W., Xu, W., Liufu, Z., & Ma, H. 2006. Comparative study between probiotic bacterium *Arthrobacter* XE-7 and chloramphenicol on protection of *Penaeus chinensis* post-larvae from pathogenic vibrios. *Aquaculture*, 253: 140-147.
- Lio-Po, G.D., Leoano, E.M., Penaranda, M.M.D., Villa-Franco, A.U., Sombito, C.D., & Guanson, N.G. 2005. Anti-luminous *Vibrio* factors associated with the 'green water' grow-out culture of the tiger shrimp *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 250: 1-7.
- Loh, P.C., Cesar, E., Nadala, J.R.B., Tapay, L.M., & Lu, Y. 1998. Recent developments in Immunologically-Based and cell culture protocols for the specific detection of shrimp viral pathogen. In Flegel TW. (Ed.). *Advances in shrimp biotechnology*. BIOTEC. The National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Bangkok, Thailand, p. 255-259.
- Macey, B.M. & Coyne, V.E. 2005. Improve growth rate and resistance in farmed *Halotis midae* through probiotic treatment. *Aquaculture*, 245: 249-261.
- Makridis, P., Martins, S., Reis, J., & Dinid, M.T. 2008. Use of probiotic bacteria in the rearing of Senegalese sole (*Solea senegalensis*) larvae. *Aquaculture Research*, 39: 627-634.
- Meunpol, O., Lopinyosiri, K., & Menasveta, P. 2003. The effects of ozone and probiotics on the survival of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Aquaculture*, 220: 437-448.
- Muliani, Suwanto, A., & Hala, Y. 2003. Isolasi dan karakterisasi bakteri asal laut Sulawesi untuk biokontrol penyakit vibriosis pada larva udang windu (*Penaeus monodon* Fab.). *Hayati*, 10: 6-11.
- Muliani, Nurbaya, Tompo, A., & Atmomarsono, M. 2004. Eksplorasi bakteri filosfer dari tanaman mangrove sebagai bakteri probiotik pada budidaya udang windu *Penaeus monodon*. *J. Pen. Perik. Ind.*, 2: 47-57.
- Muliani, Nurbaya, & Tompo, A. 2005. Pengaruh jenis dan konsentrasi bakteri probiotik terhadap kualitas air dan sintasan pascalarva udang windu yang dipapar dengan *White Spot Syndrome Virus* (WSSV). dalam Subagja, J., Samiarti, E., Kasiandari, R.S., Pratiwi, R., Nuringtyas, T.R. (Eds.). *Prosiding Seminar Nasional dan Kongres Bilogi XIII Dalam Rangka Luxtrum X*,

- Fakultas Biologi Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Muliani, Nurbaya, & Atmomarsono, M. 2006. Penapisan bakteri yang diisolasi dari tambak udang sebagai kandidat probiotik pada budi daya udang windu, *Penaeus monodon*. *J. Riset Akuakultur*, 1: 73-85.
- Muliani, Susianingsih, E., & Nurbaya. 2007. Perubahan kualitas air dan sintasan udang windu (*Penaeus monodon*) dalam laboratorium yang ditritmen dengan bakteri probiotik dengan komposisi jenis dan kepadatan yang berbeda. *Dalam* Achmad, T., Haryanti, Giri, N.A., Sumiarsa, G., Rachmansyah, I. (Eds.). *Pengembangan Teknologi Budidaya Perikanan*. Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut. Badan Riset Kelautan dan Perikanan, p. 286-294.
- Muliani, Nurbaya, & Madeali, M.I. 2008a. Total bakteri, *Vibrio* spp., *Sulfat Reduction Bacteria* (SRB), dan *Sulfur Oxidizing Bacteria* (SOB) dalam wadah pemeliharaan udang windu dengan pemberian bakteri probiotik sistem bergilir. *Dalam* Litaay, M., Fachrudin, Sukendarsi, E., Zulkifli, A. (Eds.). *Prosiding Seminar Nasional Biologi XIX*. Makassar 9-10 Juli 2008, hlm. 134-139.
- Muliani, Nurbaya, & Tampangallo, B. R. 2008b. Pengaruh rasio bakteri probiotik terhadap perubahan kualitas air dan sintasan udang windu, *Penaeus monodon* dalam akuarium. *J. Riset Akuakultur*, 3: 33-42.
- Nejad, S.Z., Resaei, M.H., Takami, G.A., Lovett, D.L., Mirvaghefi, A.R., & Shakouri, M. 2006. The effect of *Bacillus* spp. bacteria used as probiotics on digestive enzyme activity, survival and growth in the Indian white shrimp *Fenneropenaeus indicus*. *Aquaculture*, 252: 516-524.
- Nogami, K. & Maeda, M. 1992. Bacteria as biocontrol agents for rearing larvae of the crab *Portunus triberculatus*. *J. Fish. Aquat. Sci.*, 49: 2,373-2,376.
- Nurbaya, Nurhidayah, Muliani, & Atmomarsono, M. 2007a. Pengaruh jenis dan konsentrasi bakteri probiotik terhadap perubahan kualitas air dan sintasan udang windu yang dipapar dengan *Vibrio harveyi*. *Dalam* Achmad, T., Haryanti, Giri, N.A., Sumiarsa, G., Rachmansyah, I. (Eds.). *Pengembangan Teknologi Budidaya Perikanan*. Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut. Badan Riset Kelautan dan Perikanan, hlm. 34-41.
- Nurbaya, Nurhidayah, Muliani, & Madeali, M.I. 2007b. Pengaruh perbedaan komposisi bakteri probiotik terhadap kualitas air dan sintasan udang windu (*Penaeus monodon*). *Dalam* Purnomo, Fajar, M., Yaniharto, D., Febriani, M., Sudaryono, A. (Eds.). *Prosiding seminar Aquaculture Indonesia 2007*. Surabaya, hlm. 62-67.
- Pasharawipas, T., Sriurairatana, S., Direkbusarakom, S., Donayadol, Y., Thakua, S., Ruangpan, L., & Flegel, T.W. 1998. Luminous *Vibrio harveyi* associated with tea brown gill syndrome in black tiger shrimp. *In* Flegel T.W. (Ed.). *Advances in shrimp biotechnology*. BIOTEC. The National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Bangkok, Thailand, p. 213-216.
- Peng, S.E., Lo, C.F., Lin, S.C., Chen, L.L., Chang, Y.S., Liu, K.F., Su, M.S., & Kou, G.H. 2001. Performance of WSSV-infected and WSSV-negative *Penaeus monodon* postlarvae in culture ponds. *Dis. Aquat. Org.*, 46: 165-172.
- Poernomo, A. 2004. Technology of probiotics to solve the problems in shrimp pond culture and the culture environment. Paper presented in the National Symposium on Development and Scientific and Technology Innovation in Aquaculture, Semarang, January 27-29, 2004, 24 pp.
- Radjasa, O.K., Martens, T., Grassart, H.P., Sabdono, A., Simon, M., & Bachtar, T. 2005. Antibacterial property of a coral-associated bacterium *Pseudoalteromonas luteoviolacea* against shrimp pathogenic *Vibrio harveyi* (In vitro study). *Hayati*, 12: 71-81.
- Rengpipat, S., Rueangruklikhit, T., & Piyatiratitivorakul, S. 2008. Evaluations of lactic acid bacteria as probiotics for juvenile seabass *Lates calcarifer*. *Aquaculture Research*, 39: 134-143.
- Rodriguez, J., Bayot, B., Amano, Y., Panchana, F., de Blas, I., Alday, V., & Calderon, J. 2003. White spot syndrome virus infection in culture *Penaeus vannamei* (Boone) in Ecuador with emphasis on histopathology and ultrastructure. *J Fish Dis.*, 26: 439-450.
- Rosa, D., Zafran, Tufik, I, & Girsang MA. 1997. Pengendalian *Vibrio harveyi* secara biologis pada larva udang windu (*Penaeus monodon*): I. Isolasi Bakteri Penghambat. *J. Pen. Perik. Indonesia*, 3: 1-10.
- Ruangpan, L. 1998. Luminous bacteria associated with shrimp mortality. *In* Flegel, T.W. (Ed.). *Advances in shrimp biotechnology*.

- National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Bangkok, Thailand, p. 205-211.
- Spann, K.M., Vickers, J.E., & Lester, R.J.G. 1995. Lymphoid organ virus of *Penaeus monodon* from Australia. *Dis. Aquat. Org.*, 23: 127-134.
- Steel, R.G.D. & Torrie, J.H. 1981. Principles and procedures of statistics. A biometrical approach (2nd edition). International Student Edition. McGraw-Hill International Book Company, 633 pp.
- Sugita, H., Ohta, K., Kuruma, A., & Sagesaka, T. 2007. An antibacterial effect of *Lactococcus lactis* isolated from the intestinal tract of the amur catfish, *Silurus asotus* Linnaeus. *Aquaculture Research*, 38: 1,002-1,004.
- Sukhumsirichart, W., Wongteerasupaya, C., Boonsaeng, V., Panyim, S., Sriurairatana, S., Withyachumnarnkul, B., & Flegel, T.W. 1998. Genome organization and detection of Hepatopancreatic Parvovirus (HPV) from *Penaeus monodon* in Thailand. In Flegel, T.W. (Ed.). *Advances in shrimp biotechnology*. BIOTEC. The National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Bangkok, Thailand, p. 261-262.
- Sanchez-Martinez, J.G., Aguirre-Guzman, G., & Mejia-Ruiz, H. 2007. White Spot Syndrome Virus in cultured shrimp: A review. *Aquaculture*, 38: 1,339-1,354.
- Susanto, B., Setyadi, I., Syahidah, D., Marzuqi, M., & Rusdi, I. 2005. Penggunaan bakteri probiotik sebagai kontrol biologi dalam produksi massal benih rajungan (*Portunus pelagicus*). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 11: 15-23.
- Suzer, C., Coban, D., Kamaci, H.O., Saka, S., & Firat, K. 2008. *Lactobacillus* spp. bacteria as probiotics in gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.) larvae: Effect on growth performance and digestive enzyme activities. *Aquaculture*, 280: 140-145.
- Tjahjadi, M.R., Angka, S.L., Suwanto, A. 1994. Isolation and evaluation of marine bacteria for biocontrol of luminous bacterial diseases in tiger shrimp larvae (*Penaeus monodon* Fab.). *Aspac. J. Mol. Biol. Biotechnol.* 2: 347-352.
- Vaseeharan, B. & Ramasamy, P. 2003. Control of pathogenic *Vibrio* spp. by *Bacillus subtilis* BT23, a possible probiotic treatment for black tiger shrimp *Penaeus monodon*. *Lett. Appl. Microbiol.*, 36: 83-87.
- Vaseeharan, B., Jayakumar, R., & Ramasamy, P. 2003. PCR-base detection of White Spot Syndrome Virus in cultured and captured crustaceans in India. *Lett. Appl. Microbiol.*, 37: 443-447.
- Vaseeharan, B., Lin, J., & Ramasamy, P. 2004. Effect of probiotics, antibiotic sensitivity, pathogenicity, and plasmid profiles of *Listonella anguillarum*-like bacteria isolated from *Penaeus monodon* culture system, *Aquaculture*, 241: 77-91.
- Vijayan, K.K., Singh, I.S.B., Jayaprakash, N.S., Alavandi, S.V., Pai, S.S., Preeta, R., Rajan, J.J.S., & Santiago, T.C. 2006. A brackishwater isolate of *Pseudomonas* PS-102, a potential antagonistic bacterium against pathogenic vibrios in penaeid and non-penaeid rearing systems. *Aquaculture*, 251: 192-200.
- Villamil, I., Firgueras, A., Planas, M., & Novon, B. 2003. Control of *Vibrio alginolyticus* in artemia culture by treatment with bacterial probiotics. *Aquaculture*, 219: 43-56.
- Wang, Y.B., Tian, Z.Q., Yao, J.T., & Li, W.F. 2008. Effect of probiotics, *Enterococcus faecium*, on tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth performance and immune response. *Aquaculture*, 277: 203-207.
- Waston, A.K., Kaspar, H., Lategan, M.J., & Gibson, L. 2008. Probiotics in aquaculture: The need, principles and mechanisms of action and screening processes. *Aquaculture*, 274: 1-14.