

PENGARUH PERGILIRAN JENIS BAKTERI PROBIOTIK BERBEDA TERHADAP SINTASAN DAN PRODUKSI UDANG WINDU DI TAMBAK EKSTENSIF

Muharijadi Atmomarsono dan Nurbaya

Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau
Jl. Makmur Dg. Sittaka No. 129, Maros 90512, Sulawesi Selatan
E-mail: hari_atmo@yahoo.com

(Naskah diterima: 9 Maret 2014; Revisi final: 30 Mei 2014; Disetujui publikasi: 3 Juni 2014)

ABSTRAK

Penelitian pergiliran jenis bakteri probiotik RICA berbeda ditujukan untuk mengetahui pergiliran jenis bakteri probiotik yang terbaik dalam peningkatan sintasan dan produksi udang windu di tambak ekstensif. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 12 petak tambak rakyat ukuran 0,2-0,4 ha dengan padat penebaran tokolan udang windu 2 ekor/m² dengan rancangan acak lengkap (RAL). Tiga perlakuan yang dicobakan adalah A) Pergiliran dua mingguan jenis probiotik RICA-1, RICA-2, dan RICA-3; B) Pergiliran dua mingguan jenis probiotik RICA-4, RICA-1, dan RICA-5; C) Pergiliran dua mingguan jenis probiotik RICA-4, RICA-5, dan RICA-3. Masing-masing perlakuan diaplikasikan pada empat petak tambak. Hasil penelitian menunjukkan, bahwa sintasan dan produksi udang windu rata-rata pada perlakuan A (50,14% dan 265,7 kg/ha/12 mg) berbeda tidak nyata ($P > 0,05$) dengan perlakuan C (53,32% dan 259,5 kg/ha/12 mg). Sintasan dan produksi udang windu rata-rata pada kedua perlakuan tersebut berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan B (35,67% dan 156,3 kg/ha/12 mg). Disimpulkan bahwa jenis bakteri probiotik yang digunakan dalam aplikasi secara pergiliran sangat menentukan efektivitasnya dalam menekan kandungan bahan organik total, amoniak, dan bakteri *Vibrio harveyi* dalam air tambak, sehingga berpengaruh terhadap sintasan dan produksi udang windu.

KATA KUNCI: pergiliran, bakteri probiotik, udang windu, produksi

ABSTRACT: *Effect of different alternate use of probiotic bacteria on survival rate and production of tiger shrimp cultured in extensive shrimp pond. By: Muharijadi Atmomarsono and Nurbaya*

*This research was aimed at finding out the best alternate use of the RICA probiotic bacteria on survival rate and and production of tiger shrimp cultured in extensive shrimp pond. Twelve shrimp ponds of 0.15-0.45 ha in size were used and stocked with 2 pcs of PL40/m² in completely randomized design. Three treatments tested here were A) Biweekly alternate use of RICA-1, RICA-2, and RICA-3; B) Biweekly alternate use of RICA-4, RICA-5, and RICA-3; C) Biweekly alternate use of RICA-4, RICA-5, and RICA-3. Four replications were applied for each treatment. The results showed that the average survival rate and production of reared tiger shrimp in treatment A (50.14% and 265.7 kg/ha/12 wks) were not significantly different ($P > 0.05$) with those of in treatment C (53.32% and 259.5 kg/ha/12 wks). Those results of these two treatments were significantly different ($P < 0.05$) with those of in treatment B (35.67% and 156.3 kg/ha/12 wks). It was concluded that species of probiotic bacteria applied alternately would affect their ability of decreasing total organic matter, ammonia, and *Vibrio harveyi* in the pond waters, thus finally affecting to survival rate and production of cultured tiger shrimp.*

KEYWORDS: *alternate, probiotic bacteria, tiger shrimp, production*

PENDAHULUAN

Sejak tahun 1990-an budidaya udang windu di tambak mengalami berbagai kasus kematian udang, baik akibat lingkungan perairan yang kurang mendukung maupun adanya serangan penyakit bakterial (terutama *Vibrio harveyi*) maupun viral (MBV, YHV, HPV, dan WSSV). Kasus ini terjadi di Indonesia (Atmomarsono *et al.*, 1993; Atmomarsono, 2004) maupun di negara-negara lain, seperti Thailand (Jiravanichpaisal *et al.*, 1994; Chanratchakool & Limsuwan, 1998), Taiwan (Kou *et al.*,

1998; Peng *et al.*, 2001), Filipina (Albaladejo *et al.*, 1998; Loh *et al.*, 1998), India (Vaseharan *et al.*, 2003), Australia (Spann *et al.*, 1995), Jepang (Itami *et al.*, 1998; Kono *et al.*, 2004), dan Amerika (Dhar *et al.*, 2001).

Metode penanggulangan penyakit pada udang windu dengan menggunakan obat-obatan dan antibiotik telah banyak dilakukan baik di dalam maupun di luar negeri. Meskipun metode ini cukup efektif, namun sangat tidak dianjurkan karena adanya bahaya residu obat-obatan dan antibiotik pada organisme budidaya dan bahkan beberapa

jenis antibiotik yang sering digunakan dalam penanggulangan penyakit udang windu sudah dilarang oleh pemerintah. Pencegahan penyakit udang windu melalui pengelolaan limbah budidaya udang menggunakan tandon dan biofilter juga telah dirintis beberapa tahun lalu dan sampai sekarang masih terus dikembangkan untuk lebih menyempurnakan metode yang telah ada (Atmomarsono *et al.*, 1995; Muliani *et al.*, 1998; Gunarto *et al.*, 2003). Namun demikian hasilnya belum sesuai yang diharapkan dan kasus-kasus penyakit di tambak pun masih terus terjadi. Hal inilah yang mendasari sehingga perlu dicari alternatif untuk penanggulangan penyakit udang windu di tambak.

Salah satu alternatif dalam upaya penanggulangan penyakit pada budidaya udang adalah pemanfaatan bakteri probiotik yang bersifat non patogen dan memiliki kemampuan mengurangi koloni bakteri patogen, menghambat pertumbuhan bakteri patogen, menghambat komunikasi antara sel-sel bakteri sehingga tidak terjadi korum sensing yang dapat menyebabkan timbulnya sifat patogen (Suwanto, 2000), membunuh bakteri patogen, dapat berfungsi sebagai bakteri pengurai dan menetralkan kualitas air, serta memungkinkan sebagai makanan di dalam perairan. Sumber-sumber bakterisida dan bakteri probiotik yang telah diteliti antara lain air dan sedimen laut, karang, air dan sedimen tambak, serta daun mangrove (Tjahyadi *et al.* 1994; Rosa *et al.*, 1997; Hala 1999; Haryanti *et al.*, 2000; Muliani *et al.*, 2003; Muliani *et al.*, 2004). Atmomarsono *et al.* (2009b) melaporkan, bahwa tingginya sintasan pasca larva udang windu pada skala laboratorium terutama disebabkan oleh kemampuan bakteri probiotik asal laut BL542 dalam menekan perkembangbiakan bakteri *Vibrio* spp.

Beberapa keuntungan dalam penggunaan bakteri probiotik untuk penanggulangan penyakit antara lain: 1) Lebih aman daripada berbagai bahan kimia; 2) Tidak terakumulasi dalam rantai makanan; 3) Adanya proses reproduksi yang dapat mengurangi pemakaian berulang; 4) Organisme sasaran jarang yang menjadi resisten terhadap agen probiotik dibandingkan dengan resistensinya terhadap bahan kimia atau antibiotik; 5) Dapat dipakai untuk pengendalian secara bersama-sama dengan cara proteksi yang telah ada. Pemanfaatan bakteri probiotik asal tambak yang dikombinasikan dengan bakteri asal laut dan mangrove, diharapkan dapat lebih efektif dalam mengatasi persoalan penyakit yang timbul pada budidaya udang. Hasil penelitian tahun 2008 (Atmomarsono *et al.*, 2008) menunjukkan, bahwa aplikasi lima (5) jenis bakteri secara sekaligus ataupun secara pergiliran ternyata dapat meningkatkan sintasan dan produksi udang windu di tambak. Hasil penelitian tahun 2009 (Atmomarsono *et al.*, 2009a) memperlihatkan, bahwa aplikasi bakteri probiotik RICA (BPPBAP) secara pergiliran (BT951 bulan I, MY1112 bulan II, BL542 bulan III, dan BT951 bulan IV) pada budidaya udang windu dengan kepadatan 8 ekor/m² dapat meningkatkan produksi 96% dan sintasan 67% di atas produksi dan sintasan udang di tambak tanpa pemberian probiotik. Penggunaan

kombinasi bakteri probiotik BL542+MR55+BT951 dan atau pergilirannya (BL542 bulan I, MR55 bulan II, dan BT951 bulan III) menghasilkan sintasan udang windu tertinggi pada skala laboratorium (Muliani *et al.*, 2009). Pada tahun 2010 kedua perlakuan di atas belum mampu mengungguli aplikasi probiotik secara pergiliran BT951 (I), MY1112 (II), BL542 (III), BT951 (IV) dalam meningkatkan sintasan dan produksi udang windu di tambak. Atmomarsono & Rachmansyah (2011) melaporkan, bahwa pergiliran tiga jenis probiotik RICA tersebut juga dapat meningkatkan produksi di tambak udang windu intensif (padat penebaran 20 ekor/m²) sebesar 33% dibandingkan produksinya di tambak tanpa probiotik. Selanjutnya Atmomarsono *et al.* (2012) melaporkan, bahwa aplikasi probiotik RICA secara pergiliran RICA-1 (BT951) bulan ke-1, RICA-2 (MY1112) bulan ke-2, dan RICA-3 (BL542) bulan ke-3 mampu menghasilkan sintasan rata-rata 65% dan produksi rata-rata 243 kg/ha/3 bulan di tambak sederhana/ekstensif di Desa Wiring Tasi, Kecamatan Suppa, Kabupaten Pinrang. Hasil ini sekitar dua kali lipat daripada sintasan dan produksi rata-rata di tambak masyarakat di tempat yang sama pada tahun 2011.

Tulisan ini merupakan hasil penelitian pengujian beberapa jenis probiotik RICA yang diaplikasikan secara pergiliran tiap dua minggu di tambak udang windu sistem sederhana/ekstensif. Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui jenis bakteri probiotik RICA yang terbaik dalam aplikasi secara pergiliran untuk meningkatkan sintasan dan produksi udang windu di tambak ekstensif plus.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di tambak rakyat (ekstensif plus) di Kelurahan Bonto Langkassa Kecamatan Minasatene Kabupaten Pangkep dengan menggunakan 12 petak tambak berukuran 0,2-0,4 ha antara awal bulan Mei hingga Agustus 2013. Penelitian dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga (3) perlakuan pergiliran jenis bakteri probiotik RICA dan masing-masing dengan empat (4) ulangan. Padat penebaran tokolan udang windu yang diaplikasikan adalah 2 ekor/m² (20.000 ekor/ha), dengan pemberian pakan tambahan antara bulan kedua dan ketiga sebanyak 10% dan menurun hingga 2% dari total biomass per hari.

Perlakuan pergiliran jenis bakteri probiotik RICA yang diuji adalah:

- A = Pergiliran jenis RICA-1, RICA-2, dan RICA-3 setiap dua minggu,
- B = Pergiliran jenis RICA-4, RICA-1, dan RICA-5 setiap dua minggu,
- C = Pergiliran jenis RICA-4, RICA-5, dan RICA-3 setiap dua minggu.

Aplikasi probiotik dilakukan setiap minggu dengan dosis 0,2 – 0,5 ppm (sekitar 2-5 L/ha tambak dengan kedalaman air sekitar satu meter) dari hasil kultur bakteri

probiotik RICA selama tiga (3) hari. Bakteri probiotik RICA-1 hingga RICA-5 adalah isolat bakteri asal perairan Sulawesi Selatan yang merupakan koleksi Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau (BPPBAP = *Research Institute for Coastal Aquaculture*). RICA-1 adalah isolat bakteri asal tambak, yang diidentifikasi sebagai *Brevibacillus laterosporus*. RICA-2 adalah isolat bakteri asal mangrove, yang diidentifikasi sebagai *Serratia marcescens*, RICA-3 adalah isolat bakteri asal sedimen laut, yang diidentifikasi sebagai *Pseudoalteromonas* sp. Edeep-1, RICA-4 adalah isolat asal makroalga, yang diidentifikasi sebagai *Bacillus subtilis*, dan RICA-5 adalah isolat asal makroalga, yang diidentifikasi sebagai *Bacillus licheniformis*.

Cara kultur bakteri probiotik mengikuti prosedur yang disampaikan oleh Atmomarsono (2012), yaitu dengan menggunakan tepung ikan (400 g), dedak halus (1.000 g), ragi roti (100 g), molase (500 g), dan bakteri probiotik RICA 200 mL untuk setiap 20 L air tambak. Untuk menghindari adanya bakteri lain yang tumbuh, maka tepung ikan dan dedak halus harus dimasak terlebih dahulu dengan air tambak (biarkan mendidih selama 10-15 menit). Molase dan ragi roti dimasukkan ke dalam campuran tersebut setelah api dimatikan. Kemudian bakteri probiotik dimasukkan ke dalam campuran bahan kultur yang telah dingin. Pengadukan dilakukan dengan aerasi secara terus-menerus selama 3-4 hari.

Pengamatan terhadap kualitas air tambak (pH air, salinitas, alkalinitas total, bahan organik total/BOT, amoniak, nitrit, dan nitrat) dilakukan setiap dua minggu. Sedangkan sintasan dan produksi udang windu diamati pada akhir penelitian (12 minggu). Data kualitas air ditabulasikan dan dianalisis secara deskriptif, sedangkan data sintasan dan produksi udang windu dianalisis secara statistik (Steel & Torrie, 1981).

HASIL DAN BAHASAN

Kualitas Air Tambak

Pada Tabel 1 terlihat bahwa pada keseluruhan petak tambak (12 petak), kisaran salinitas air antara awal bulan Mei hingga Agustus 2013 adalah 5-35 ppt. Hal ini relatif merata, karena perubahan salinitas air dari akhir musim penghujan hingga memasuki musim kemarau. Perubahan kenaikan salinitas air ini cenderung diikuti oleh kenaikan alkalinitas total air tambak (56,3-153,7 mg/L setara CaCO_3),

namun tidak diikuti oleh perubahan pH air secara nyata (7,25-8,57).

Ketiga perlakuan yang dicobakan, yaitu pergiliran jenis bakteri probiotik RICA berbeda tidak berpengaruh terhadap perubahan salinitas, alkalinitas total, maupun pH air tambak. Nilai kisaran alkalinitas total air tambak pada perlakuan A (56,3-136,6 mg/L setara CaCO_3) adalah relatif sama dengan perlakuan B (68,9-127,2 mg/L setara CaCO_3) dan C (74,2-153,7 mg/L setara CaCO_3) (Tabel 1).

Secara umum pada keseluruhan petakan, pH dan salinitas air tambak masih cukup layak untuk kehidupan normal udang windu yang disarankan oleh Atmomarsono (2004). Namun nilai alkalinitas total air tambak pada awal penebaran (awal Mei) masih kurang layak, yaitu di bawah 80 mg/L setara CaCO_3 pada musim penghujan. Untuk mengatasi hal ini dapat dilakukan dengan aplikasi kapur dolomit sebanyak 3-5 mg/L setiap habis hujan atau bisa juga diberikan 1-2 kali/minggu secara rutin. Nilai alkalinitas yang rendah memungkinkan terjadinya fluktuasi pH harian hingga lebih dari 0,5, misal pH air pada pagi hari 7,2 kemudian siang hari berubah menjadi 8,0 dan sore hari menjadi 9,0. Hal ini dapat menyebabkan terjadinya stres pada udang windu yang dipelihara. Selain itu, nilai alkalinitas yang rendah juga dapat menyebabkan fitoplankton susah tumbuh di air, sehingga udang windu yang dipelihara mengalami kekurangan makanan alami.

Pada Tabel 2 terlihat, bahwa kisaran nilai bahan organik total (BOT) pada tambak perlakuan jenis probiotik C (6,80-28,47 mg/L) cenderung lebih baik daripada perlakuan A (8,85-34,63 mg/L) maupun perlakuan B (9,43-46,23 mg/L). Pada awal penebaran, kandungan BOT memang rendah, namun dengan bertambahnya umur udang kandungan BOT ini semakin meningkat. Hal ini dimungkinkan karena adanya akumulasi sisa pakan dan kotoran udang windu. Peningkatan kandungan bahan organik total hingga di atas 30 mg/L dilaporkan oleh Madeali *et al.* (2009) dapat memicu perkembangbiakan bakteri patogen *Vibrio harveyi*.

Dari pengujian ini nampak, bahwa perlakuan pergiliran jenis probiotik C dan A relatif lebih baik daripada B. Hal ini mengingat, bahwa pada perlakuan C terdapat dua jenis bakteri pengendali BOT dan sekaligus *Vibrio harveyi*, yaitu RICA-4 (*Bacillus subtilis*) dan RICA-3 (*Pseudoalteromonas* sp. Edeep-1) yang diaplikasikan secara pergiliran sebelum

Tabel 1. Nilai kisaran pH, alkalinitas total, dan salinitas air pada perlakuan pergiliran jenis probiotik yang berbeda di tambak percobaan
Table 1. Range value of pH, total alkalinity and water salinity at different alternate use of probiotic bacteria in experimental pond

Perlakuan pergiliran jenis	pH air	Alkalinitas total (mg/L setara CaCO_3)	Salinitas (ppt)
A = RICA-1, 2, 3	7,25-8,53	56,3-136,6	5-35
B = RICA-4, 1, 5	7,28-8,46	68,9-127,2	5-35
C = RICA-4, 5, 3	7,26-8,57	74,2-153,7	5-35

Tabel 2. Nilai kisaran kandungan bahan organik total (BOT), amoniak, nitrit, dan nitrat air tambak pengujian bakteri probiotik RICA di tambak percobaan
 Table 2. Range value of BOD, ammonium, nitrite and nitrate at different alternate use of probiotic bacteria in experimental pond

Perlakuan pergiliran jenis	BOT (mg/L)	TAN (mg/L)	Nitrit (mg/L)	Nitrat (mg/L)
A = RICA-1, 2, 3	8,85-34,63	0,1188-0,6978	0,0050-0,1763	0,0335-0,8773
B = RICA-4, 1, 5	9,43-46,23	0,1019-0,7476	0,0056-0,4140	0,0675-08196
C = RICA-4, 5, 3	6,80-28,47	0,1188-0,4869	0,0061-0,2218	0,0718-0,9236

dan sesudah probiotik RICA-5 (*Bacillus licheniformis*). Demikian pula halnya pada perlakuan A yang relatif lebih baik daripada perlakuan B, karena pada perlakuan A juga terdapat dua jenis bakteri pengendali BOT dan sekaligus *V. harveyi*, yaitu RICA-1 (*Brevibacillus laterosporus*) dan RICA-3 yang juga diaplikasikan sebelum dan sesudah probiotik RICA-2 (*Serratia marcescens*). Dua jenis bakteri pengendali BOT dan sekaligus *V. harveyi* pada perlakuan B (RICA-4 dan RICA-1) kurang berfungsi bagus, karena keduanya memiliki fungsi sama namun diaplikasikan secara berurutan. Dengan demikian dapat dikatakan, bahwa pergiliran jenis probiotik yang diaplikasikan sangat menentukan efektivitasnya dalam memperbaiki kualitas lingkungan perairan tambak.

Mengingat bahwa yang terukur pada saat penetapan kandungan amoniak dalam air adalah total amonium nitrogen (TAN), maka nilai kandungan amoniak dihitung berdasarkan pH, suhu, dan salinitas air (Boyd, 1990). Berdasarkan Tabel 2, kandungan total amonium nitrogen (TAN) dalam air tambak pada awal penebaran relatif sama (sekitar 0,11 mg/L), kemudian meningkat sesuai masa pemeliharaan. Kisaran kandungan TAN pada perlakuan C (0,1188-0,4869 mg/L) relatif lebih rendah daripada perlakuan A (0,1188-0,6978 mg/L) dan B (0,1019-0,7476 mg/L). Hal ini membuktikan, bahwa pergiliran jenis probiotik C relatif lebih baik daripada probiotik A dan B dalam menurunkan kandungan TAN dan amoniak dalam air tambak. Berdasarkan pH (7,2-8,6), suhu (27°C-31°C), dan salinitas air tambak (5-35 ppt) yang disampaikan Boyd (1990), maka secara umum kandungan amoniak dalam air tambak untuk semua perlakuan ini (sekitar 5% dari kandungan TAN, yaitu kurang dari 0,0375 mg/L) masih cukup layak untuk kehidupan normal udang windu.

Kisaran kandungan nitrit (NO₂-N) dalam air tambak perlakuan probiotik A (0,0050-0,1763 mg/L) relatif lebih rendah daripada perlakuan C (0,0061-0,2218 mg/L) dan B (0,0056-0,4140 mg/L). Pada Tabel 2 juga terlihat, bahwa kisaran kandungan nitrat dalam air tambak perlakuan probiotik C (0,0718-0,9236 mg/L) relatif lebih tinggi daripada perlakuan probiotik A (0,0335-0,8773 mg/L) dan B (0,0675-08196 mg/L). Hal ini menunjukkan, bahwa pergiliran jenis probiotik C memiliki kemampuan lebih dalam mengurai kandungan bahan organik total dalam air tambak, yang selanjutnya diubah menjadi amoniak,

nitrit, dan akhirnya nitrat. Pergiliran jenis probiotik A menduduki urutan kedua setelah probiotik C dalam melakukan proses tersebut. Dengan demikian dapat dikatakan, bahwa perlakuan pergiliran jenis probiotik C (pergiliran jenis RICA-4, RICA-5, dan RICA-3) lebih baik daripada perlakuan A (pergiliran jenis RICA-1, RICA-2, dan RICA-3) dan B (pergiliran jenis RICA-4, RICA-1, dan RICA-5).

Secara umum ketiga pergiliran jenis probiotik RICA mampu menekan kandungan bahan organik total (walaupun pernah naik di atas 30 mg/L), amoniak (< 0,0375 mg/L) dan nitrit (< 0,5 mg/L) yang merupakan stressor bagi udang windu di tambak (Chen & Chin, 1988 dalam Atmomarsono *et al.*, 2009b). Kandungan nitrit yang aman untuk pemeliharaan pascalarva udang windu adalah di bawah 4,5 mg/L.

Sintasan dan Produksi Udang Windu

Hasil penelitian menunjukkan, bahwa rata-rata sintasan udang windu pada perlakuan A (50,14±5,99%) berbeda tidak nyata (P>0,05) dengan perlakuan C (51,87±7,12%). Namun rata-rata sintasan pada kedua perlakuan tersebut berbeda nyata (P<0,05) lebih baik daripada perlakuan B (35,67±5,33%) (Tabel 3). Hal yang sama juga diperlihatkan oleh produksi udang windunya. Rata-rata produksi udang windu pada perlakuan A (265,7±49,7 kg/ha/90 hari) berbeda tidak nyata (P>0,05) dengan perlakuan C (265,2±32,7 kg/ha/90 hari), namun keduanya berbeda nyata (P<0,05) dengan perlakuan B (156,3±16,1 kg/ha/90 hari). Hal ini menunjukkan, bahwa pergiliran jenis bakteri probiotik A dan C menghasilkan sintasan dan produksi udang windu yang relatif sama, namun keduanya nyata lebih baik daripada perlakuan B. Hal ini diduga ada hubungannya dengan kemampuan kedua pergiliran jenis probiotik tersebut dalam memperbaiki kualitas air, baik kandungan bahan organik total (BOT), total amonium nitrogen (TAN), nitrit, dan nitrat. Dengan kondisi kualitas air yang relatif lebih baik, maka memungkinkan udang windu pada perlakuan A dan C akan hidup dan tumbuh lebih baik daripada perlakuan B.

KESIMPULAN

Dari uraian di atas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: 1) pergiliran jenis bakteri probiotik menentukan

Tabel 3. Rata-rata sintasan dan produksi udang windu di tambak percobaan

Table 3. Survival rate and production of shrimp cultured with RICA probiotic treatment at experimental pond culture

Perlakuan pergiliran jenis	Sintasan (%)	Produksi (kg/ha/90 hari)
A = RICA-1, 2, 3	50,14 ± 5,99 ^A	265,7 ± 49,7 ^A
B = RICA-4, 1, 5	35,67 ± 5,33 ^B	156,3 ± 16,1 ^B
C = RICA-4, 5, 3	51,87 ± 7,12 ^A	265,2 ± 32,7 ^A

efektivitasnya dalam memperbaiki kualitas air tambak; 2) pergiliran jenis probiotik C (RICA-4, RICA-5, dan RICA-3) dapat digunakan sebagai alternatif pergiliran jenis probiotik A (RICA-1, RICA-2, dan RICA-3) dalam memperbaiki kualitas air, sintasan, dan produksi udang windu di tambak; 3) sintasan dan produksi udang windu pada perlakuan A dan C lebih baik daripada perlakuan B; dan 4) kandungan bahan organik total, amoniak, nitrit, dan nitrat pada perlakuan A dan C relatif lebih baik daripada perlakuan B.

DAFTAR ACUAN

- Albaladejo, J.D., Tapay, L.M., Migo, V.P., Alfafara, 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. p. 252-253. In Flegel TW. (Ed.). *Advances in shrimp biotechnology*. National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Bangkok.
- Atmomarsono, M. (2004). Pengelolaan kesehatan udang windu, *Penaeus monodon* di tambak. *Aquacultura Indonesiana*, 5(2), 73-78.
- Atmomarsono, M. (2012). Kemampuan Probiotik RICA dalam mengelola kualitas air tambak udang windu. *Majalah INFHEM*, Jakarta, 1(1), 8-9.
- Atmomarsono, M., Insani, I., & Kusnendar, E. (2012). Laporan Akhir Kegiatan IPTEKMAS "Model Penerapan IPTEK Budidaya Udang Windu di Kabupaten Pinrang, Sulsel". Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya. Jakarta. 50 pp.
- Atmomarsono, M., Madeali, M. I., Muliani, Tompo, A. (1993). Kasus penyakit udang windu di Kabupaten Pinrang. Hal. 35-40. *Dalam* Hanafi., A., Atmomarsono, M. dan Ismawati, S. (Eds). *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Perikanan Budidaya Pantai, Maros*.
- Atmomarsono, M., Madeali, M.I., Tompo, A., Muliani, Nurbaya, Susianingsih, E., Kadriah, I.A.K., Tampangallo, B.R., Nurjanna, & Fajrihanif, A. (2008). Aplikasi Penggunaan Bakteri Probiotik di Tambak. Laporan Teknis Tahun Anggaran 2008. Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau. Maros. 29 pp.
- Atmomarsono, M., Madeali, M.I., Muliani, Nurbaya, Susianingsih, E., & Tampangallo, B.R. (2009a). Aplikasi Bakteri Probiotik di Tambak Udang Windu. Laporan Teknis Tahun Anggaran 2009. Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau. Maros, 29 hlm.
- Atmomarsono, M., Muliani, & Nurbaya. (2009b). Penggunaan bakteri probiotik dengan komposisi berbeda untuk perbaikan kualitas air dan sintasan pascalarva udang windu. *Jurnal Riset Akuakultur* 4(1), 73-83.
- Atmomarsono, M., & Syah, R. (2011). Pencegahan penyakit pada budidaya udang windu di tambak melalui aplikasi bakteri probiotik RICA. P. 585-593. *Dalam* Sudradjat, A., Azwar, Z.I., Supriyadi, H., Syah, R., Sumiarsa, G.S., Kristanto, A.H., Imron, Parenrengi, A., Insan, I., & Kusriani, E. (Eds). *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2011*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya. Jakarta.
- Boyd, C.E. (1990). *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Birmingham Publishing Co, Birmingham, Alabama, USA, 482 pp.
- Chanratchakool, P., & Limsuwan, C. (1998). Application of PCR and Formalin treatment to prevent White Spot Disease in Shrimp. p. 287-289. In Flegel TW. (Ed.). *Advances in shrimp biotechnology*. National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Bangkok.
- 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, 2835-2845.
- 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.
- Haryanti, Sugama, K., Tsumura, S., & Nishijima, T. (2000). Vibriostatic bacterium isolated from seawater: Potentiality as probiotic agent in the rearing of *Penaeus monodon* larvae. *Ind. Fish. Res. J.*, 6, 26-32.
- Itami, T., Maeda, M., Suzuki, N., Tokushige, K., Nakagawa, A., Henning, O., Kondo, M., Kasornchandra, J., Hirono, I., Aoki, T., Kusuda, & Takahashi, Y. (1998). Possible prevention of White Spot Syndrome (WSSV) in kuruma shrimp, *Penaeus japonicus*, in Japan. p. 291-295. In Flegel TW. (Ed.). *Advances in shrimp biotechnology*. National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Bangkok.

- Jiravanichpaisal, P., Miyazaki, T., & Limsuwan, C. (1994). Histopathology, biochemistry, and pathogenicity of *Vibrio harveyi* infecting black tiger prawn *Penaeus monodon*. *J. Aqua. Anim. Health.*, 6, 27-35.
- 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.
- Kou, G.H., Peng, S.E., Chiu, Y.L., & Lo, C.F. (1998). Tissue distribution of white spot syndrome virus (WSSV) in shrimp and crabs. p. 267-271. *In* Flegel TW. (Ed.). *Advances in shrimp biotechnology*. National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Bangkok.
- Loh, P.C., Cesar, E., Nadala, Jr, B., Tapay, L.M., & Lu, Y. (1998). Recent developments in Immunologically-Based and cell culture protocols for the specific detection of shrimp viral pathogen. p. 255-259. *In* Flegel TW. (Ed.). *Advances in shrimp biotechnology*. National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Bangkok.
- Madeali, M.I., Atmomarsono, M., Muliani, & Tompo, A. (2009). Pengaruh konsentrasi bahan organik total (BOT) terhadap patogenesis bakteri *Vibrio alginolyticus* pada udang windu. 6 pp. *Dalam* Djumanto, Dwiytno, Chasanah, E., Heruwati, E.S., Irianto, H.E., Saksono, H., Yusuf, I.B.L., Basmal, J., Murniyati, Murwantoko, Probosunu, N., Rosmawaty, P., Rustadi, Ustadi (Eds.). *Prosiding Seminar Nasional Tahunan VI*. Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan Tahun 2009. Jilid II Bioteknologi Perikanan. UGM, Yogyakarta.
- Muliani, Atmomarsono, M., & Madeali, M. I. (1998). Pengaruh penggunaan kekerangan sebagai biofilter terhadap kelimpahan dan komposisi jenis bakteri pada budidaya udang windu (*Penaeus monodon*) dengan sistem resirkulasi air. *J. Pen. Perik. Ind.*, 3, 54-61.
- Muliani, Nurbaya, & Atmomarsono, M. (2009). Penggunaan bakteri probiotik asal laut, tambak, dan mangrove pada pemeliharaan udang windu, *Penaeus monodon*. Pada skala laboratorium. Laporan hasil Penelitian . Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau. 20 hal.
- Muliani, Nurbaya, Atmomarsono, M., Tompo, A. (2004). Eksplorasi Bakteri tambak dari Tanaman Mangrove Sebagai Bakteri Probiotik Pada Budidaya Udang Windu *Penaeus monodon*. Laporan hasil Penelitian . Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau, 18 hlm.
- 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.
- 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.
- Rosa, D., Zafran, Taufik, I., & Girsang, M.A. (1997). Pengendalian *Vibrio harveyi* secara biologis pada larva udang windu (*Penaeus monodon*): I. Isolasi Bakteri Penghambat. *J. Penel. Perik. Ind.*, 3, 1-10.
- Spann, K.M., Vickers, J.E., & Lester, R.J.G. (1995). Lymphoid organ virus of *Penaeus monodon* from Australia. *Diseases of Aquatic Organism.*, 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.
- Suwanto, A., Yogiara, Suryanto, D., Tan, I., & Puspitasari, E. (2000). Selected protocols. Training Course on Advances in Molecular Biology Techniques to Assess Microbial Diversity. Bogor, 28 pp.
- 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., 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.