

Pengaruh Pemberian Probiotik dengan Waktu Berbeda Terhadap Penurunan Amoniak dan Bahan Organik Total Media Pemeliharaan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

The Influence of Giving Probiotic with Different Periodicon Decreasing of Ammonia And Total Organic Matter in White Shrimp Culture Media (*Litopenaeus Vannamei*)

Vega Chrisnawati¹, Boedi Setya Rahardja² dan Woro Hastuti Satyantini^{3*}

¹Program studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga, Surabaya 60115;

^{2,3}Departemen Manajemen Kesehatan Ikan dan Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga

⁸woro_hastuti@yahoo.com

Abstrak

Kualitas air merupakan faktor utama dalam budidaya udang sehingga sistem pemeliharaan mutu air menjadi kunci utama keberhasilan budidaya udang vaname. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pemberian probiotik dengan waktu yang berbeda pada media pemeliharaan udang vaname (*L. vannamei*) memberikan pengaruh terhadap penurunan kandungan amoniak dan BOT. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan probiotik serta selang waktu pemberian yang berbeda berupa P0 (tanpa probiotik), Probiotik A; P1 (3 hari), P2 (5 hari) dan P3 (7 hari), Probiotik B; P4 (3 hari), P5 (5 hari) dan P6 (7 hari), Probiotik C; P7 (3 hari), P8 (5 hari) dan P9 (7 hari). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian probiotik mempengaruhi kandungan amoniak dan bahan organik total media pemeliharaan udang vaname. Nilai amoniak terendah didapatkan pada P4 (Probiotik B 3 hari sekali) yaitu 0,05 mg/L dengan nilai BOT pada minggu terakhir 53,72 mg/L. Nilai amoniak dan BOT tertinggi terdapat pada P0 (kontrol). Seluruh perlakuan dengan pemberian probiotik menurunkan amoniak media pemeliharaan. Nilai kelulushidupan perlakuan P4 memberikan hasil yang berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan P0. Parameter kualitas air lain selama pemeliharaan menunjukkan kisaran suhu 27-30°C, pH 7,0-7,9, oksigen terlarut (DO) 3,1-7,6 mg/l dan salinitas 15-19 ppt.

Kata Kunci: Probiotik, amoniak (NH₃), bahan organik total

Abstract

Water quality is a major factor in shrimp culture so maintenance that water quality system is the key factor of success of white shrimp culture. This research was conducted to determine the commercial probiotic on white shrimp (*L. vannamei*) culture media to decrease ammonia content and TOM. Research method used experimental test with different type of probiotic and giving periodic which are P0 (without probiotic). Probiotic A; P1 (3 days), P2 (5 days) and P3 (7 days). Probiotic B; P4 (3 days), P5 (5 days) and P6 (7 days). Probiotic C; P7 (3 days), P8 (5 days) and P9 (7 days). The results showed that probiotic bacteria influence the content of ammonia and total organic matter culture media of white shrimp. The lowest ammonia obtained in P4 (Probiotic B 3 days) is 0.05 mg/L and TOM is 53,72 mg/L in last week. The highest ammonia and TOM in P0 (Control). All treatments with addition of probiotic give lowers ammonia in culture media. Survival Rate (SR) in P4 give significantly different results ($P < 0.05$) to P0. Other water quality parameters measured during maintenance among other 27-30°C temperature, pH 7.0 to 7.9, Dissolved Oxygen (DO) from 3.1 to 7.6 mg/l and 15-19 ppt salinity.

Keyword : Probiotic, ammonia (NH₃), total organic matter

PENDAHULUAN

Usaha budidaya udang masih merupakan pilihan utama bagi para pembudidaya (Mishra, 2008). Budidaya udang yang telah banyak dilakukan saat ini adalah budidaya udang vaname. Hal tersebut dikarenakan adanya permasalahan dalam budidaya udang windu sehingga banyak pembudidaya beralih pada udang vaname. Namun tingkat produktivitas udang vaname cenderung kurang menentu bahkan sering terjadi kegagalan. Hal ini dikarenakan kurangnya perhatian terhadap kualitas air media pemeliharaan (Adiwijaya dkk., 2008).

Kualitas air terutama kadar amoniak dan bahan organik total yang melebihi ambang batas merupakan salah satu faktor penyebab penurunan produksi udang (Arifin dkk., 2007). Menurut Michele (2000), penumpukan bahan organik terjadi karena akumulasi feses dan eksoskeleton molting udang. Amoniak pada air pemeliharaan berasal dari proses amonifikasi bahan organik yang terdapat pada sisa pakan dan ekskresi amoniak secara langsung oleh udang (Yudiati, 2010). Menurut Anggika (2010), salah satu usaha untuk mengatasi penurunan kualitas air total (BOT) dilaksanakan di Laboratorium kering Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Surabaya. Penelitian berlangsung pada bulan September - November 2015.

akibat akumulasi limbah organik adalah dengan menggunakan teknologi yang memanfaatkan mikroorganisme yang mampu merombak bahan organik. Proses degradasi bahan organik akan berlangsung baik dengan adanya probiotik (Hartini, 2013) yang dapat menghasilkan zat-zat anorganik di perairan (Santos, 2014).

Lingkungan yang baik akan berpengaruh pada tingkat mortalitas yang menurun dan laju pertumbuhan udang yang baik selama pemeliharaan sehingga dapat meningkatkan produksi (Irianto, 2003). Pemberian probiotik pada media pemeliharaan akan memberikan manfaat baik, tetapi jika dilakukan secara terus menerus dapat menurunkan keefektifannya sehingga pemberian probiotik dengan waktu berselang diharapkan akan lebih efektif (Septiarini dkk., 2012).

Materi dan Metode

Penelitian dilaksanakan di Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Surabaya. Pengujian amoniak dan bahan organik

Bahan dan Alat

Akuarium berukuran 50x35x40cm 30 buah, klorin, air beralinitas 15 ppt, udang vaname berukuran 3-5 gr, pakan udang

komersil berupa pellet berprotein 35%, refraktometer, termometer, pH pen, DO meter dan spektrofotometer. Probiotik komersial A, probiotik B serta probiotik C. Amonium klorida, larutan fenol, natrium nitroprusida, natrium hipoklorit, larutan alkalin sitrat, asam sulfat, kalium permanganat, asam oksalat dan natrium oksalat.

Prosedur Kerja

A. Persiapan Penelitian

Persiapan alat dan bahan pemeliharaan udang vaname antara lain akuarium desterilisasi terlebih dahulu menggunakan klorin 150 ppm (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995) kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari. Air beralkalinitas 15 ppt diperoleh dari campuran air tawar dan air laut bersalinitas 30 ppt. Udang vaname berukuran 3-5 gr ditebar dengan kepadatan 250 ekor/m³ dalam akuarium sesuai penelitian Heptarina dkk. (2010). Probiotik komersial A (*Bacillus licheniformis*, *B. subtilis* dan *Lactobacillus plantarum*), probiotik B; (*Lactobacillus* sp., *Bacillus* sp., *Geobacillus* sp., *Nitrosomonas* sp dan *Nitrobacter* sp.) serta probiotik C; (*Lactobacillus* sp., *Bacillus* spp. dan *Nitrosomonas* sp.) dengan kepadatan bakteri 10⁶ CFU/ml.

B. Pengukuran Parameter Penelitian

Udang vaname dilakukan pemeliharaan selama 35 hari. Selama

pemeliharaan udang diberi pakan sebanyak empat kali sehari pada pukul 07.00, 12.00, 17.00 dan 22.00 berdasarkan penelitian Widagdo (2011). Pengukuran parameter suhu, DO, pH dan salinitas dilakukan dua kali sehari yaitu pada pagi hari (05.00) dan sore hari (16.00). Sedangkan amoniak dan BOT dilakukan pengukuran setiap satu minggu sekali. Pengukuran amoniak dilakukan dengan metode spektrofotometri secara fenat (SNI 06-6989.30-2005). Pengukuran BOT menggunakan metode titrimetri permanganat (SNI 06-6989.22-2004). Penghitungan SR dilakukan dengan menghitung jumlah udang yang bertahan hidup pada akhir pemeliharaan dibandingkan awal penelitian dikali 100%.

Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian ini dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan hasil dari setiap perlakuan. Dan dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (*Duncan's multiple range test*) untuk membandingkan perlakuan mana yang memberikan hasil terbaik (Toutenburg and Shalabh, 2009).

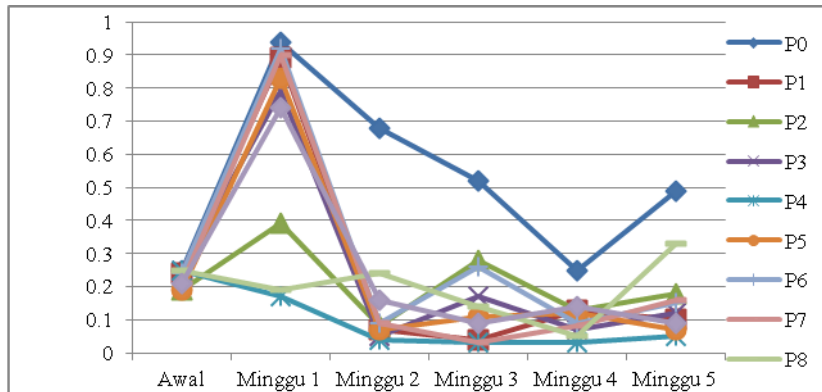
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Kadar Amoniak (NH₃)

Data hasil pengukuran menunjukkan kadar amoniak tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol (0.49 mg/L) di minggu relatif mengalami kenaikan pada semua perlakuan di minggu pertama kecuali pada perlakuan P4 dan P8 yang cenderung mengalami penurunan. Pada minggu kedua

ke-5 dan terendah perlakuan P4 (0.03 mg/L) di minggu ke-5. Kadar amoniak relatif mengalami kenaikan pada semua perlakuan mengalami penurunan kadar amoniak, sedangkan pada minggu terakhir relatif mengalami kenaikan sedikit di beberapa perlakuan.



Gambar 1. Kadar Amoniak (NH₃) setiap perlakuan selama pebelitian

Keterangan :

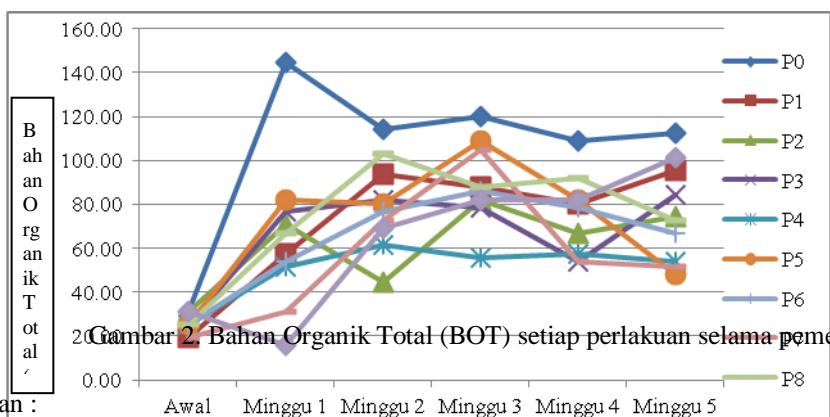
- P0 = Kontrol (tanpa pemberian probiotik)
- P1 = Pemberian probiotik A 3 hari
- P2 = Pemberian probiotik A 5 hari
- P3 = Pemberian probiotik A 7 hari
- P4 = Pemberian probiotik B 3 hari

- P5 = Pemberian probiotik B 5 hari
- P6 = Pemberian probiotik B 7 hari
- P7 = Pemberian probiotik C 3 hari
- P8 = Pemberian probiotik C 5 hari
- P9 = Pemberian probiotik C 7 hari

Bahan Organik Total (BOT)

Bahan organik total mengalami kenaikan di minggu ke-1 pada semua perlakuan kecuali perlakuan P9 (15.8 mg/l) yang mengalami penurunan. Minggu ke-2

hingga minggu terakhir pada semua perlakuan cenderung mengalami fluktuasi nilai bahan organik total.



Gambar 2. Bahan Organik Total (BOT) setiap perlakuan selama pemeliharaan

Keterangan :

- P0 = Kontrol (tanpa pemberian probiotik)
- P1 = Pemberian probiotik A 3 hari
- P2 = Pemberian probiotik A 5 hari

- P5 = Pemberian probiotik B 5 hari
- P6 = Pemberian probiotik B 7 hari
- P7 = Pemberian probiotik C 3 hari

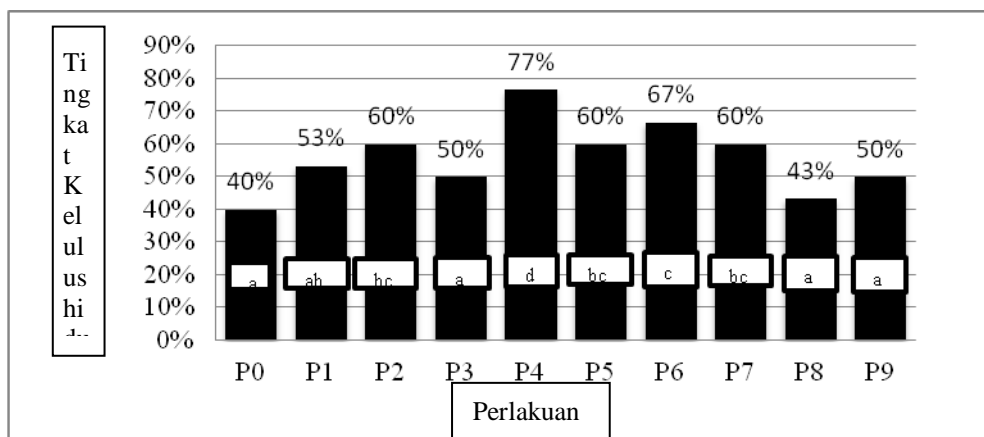
P3 = Pemberian probiotik A 7 hari
 P4 = Pemberian probiotik B 3 hari

P8 = Pemberian probiotik C 5 hari
 P9 = Pemberian probiotik C 7 hari

Kelulushidupan (survival rate / SR)

Data kelulushidupan udang vaname selama pemeliharaan menunjukkan nilai tertinggi kelangsunganhidup udang vaname pada perlakuan dengan pemberian probiotik B 3 hari sekali (77%)sedangkan perlakuan

kontrol memiliki nilai kelangsunganhidup yang paling rendah (40%). Nilai kelulushidupan udang vaname dapat dilihat pada Gambar 3 sebagai berikut:



Gambar 3. Kelulushidupan Udang Vaname

Kualitas Air

Kualitas air yang diukur terdiri dari suhu, pH, oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen/DO*) dan salinitas. Pengukuran dilakukan dua kali dalam sehari. Data rata-

rata nilai kualitas air pendukung selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 3. Berikut tabel rata-rata kualitas air selama penelitian:

Tabel 3. Data suhu, salinitas, pH dan DO setiap minggu selama penelitian

Parameter	Minggu ke									
	Pagi					Sore				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Suhu (°C)	27	28	28	29	29	28	30	30	30	30
Nilai pH	7.3	7.4	7.3	7.5	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4
DO (mg/L)	5.1	4.8	4.3	4.5	4.3	4.1	4.5	5.1	4.4	4.8
Salinitas (ppt)	17	18	19	17	17	17	18	18	16	17

and Randall, 2001). Hasil penelitian menunjukkan bahwa

Pembahasan

Amoniak merupakan hasil ekskresi dan dekomposisi mikroorganism yang bersifat toksik bagi hewan budidaya (Chew

kandungan

amoniak selama pemeliharaan berkisar antara 0.02-0.94 mg/L.

Menurut Adiwijaya dkk. (2003) kadar amoniak optimum pada air pemeliharaan udang vaname adalah 0.05-0.1 mg/L. Kadar amoniak mulai berpengaruh terhadap pertumbuhan sebesar 50% pada kadar 0.45 mg/L dan menyebabkan kematian pada kadar 1.29 mg/L (Suwoyono dan Mangampa, 2010).

Kadar amoniak hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan kontrol memiliki kadar amoniak yang paling tinggi dari minggu pertama sampai minggu akhir (0.25-0.94 mg/L) dan berbeda nyata dengan perlakuan lain. Kadar amoniak yang tinggi ini disebabkan tidak adanya penambahan bakteri probiotik untuk proses oksidasi reduksi amoniak. Amoniak dalam perairan terbentuk dari proses dekomposisi bahan organik oleh bakteri pendegradasi secara aerob (Herbert, 1999).

Kadar amoniak terendah selama penelitian terjadi pada perlakuan P4 dibandingkan pada perlakuan lainnya dan memberikan hasil yang berbeda nyata ($p < 0.05$) dengan perlakuan kontrol. Menurut pendapat Lazur (2007) menyatakan bahwa kadar amoniak optimal < 0.15 mg/L. Penurunan kadar amoniak pada perlakuan P4 terjadi disebabkan adanya proses nitrifikasi dan denitrifikasi oleh bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter* yang dimiliki probiotik B sehingga proses

reduksi amoniak berjalan lebih cepat daripada perlakuan tanpa penambahan bakteri probiotik. Sedangkan probiotik A tidak terdapat bakteri nitrifikasi dan probiotik C hanya mengandung bakteri *Nitrosomonas*. Amoniak digunakan sebagai sumber energi bagi bakteri nitrifikasi (*Nitrosomonas* dan *Nitrobacter*) dan mengoksidasi menjadi nitrit dan nitrat (Herbert, 1999).

Bahan Organik Total (BOT) pada perlakuan kontrol memiliki nilai yang relatif tinggi (108.70-144.73 mg/L) dibandingkan dengan perlakuan lain (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8 dan P9). Hal ini dikarenakan kurangnya aktivitas bakteri pendegradasi bahan organik terlarut pada media pemeliharaan sehingga terjadi penumpukan bahan organik seiring dengan lama waktu pemeliharaan.

Perlakuan dengan penambahan probiotik yang sama (Probiotik B) memiliki hasil terbaik pada perlakuan P4 (3 hari sekali). Perlakuan dengan penambahan probiotik C hasil terbaik terdapat pada perlakuan P7 (3 hari sekali). Kedua perlakuan tersebut memiliki hasil terbaik dibandingkan dengan penambahan probiotik lima hari sekali dan seminggu sekali. Hal ini dikarenakan intensitas pemberian probiotik lebih banyak sehingga jumlah bakteri menguntungkan dalam perairan juga lebih banyak. Menurut Adiwijaya dkk. (2003) kisaran kandungan

BOT yang optimal bagi udang vaname adalah <55 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan P4 memiliki nilai BOT yang optimal.

Bahan organik yang terakumulasi dalam perairan akan mengalami degradasi dengan menggunakan oksigen sebagai sumber energinya dan menghasilkan senyawa amoniak (NH_3), nitrit (NO_2^-) dan hidrogen sulfida (H_2S) yang dapat menyebabkan *blooming* fitoplankton (Santos, 2014). Peran bakteri probiotik dalam media pemeliharaan selama penelitian salah satunya adalah menjaga kestabilan bahan organik total, sehingga bahan organik yang terakumulasi mampu diturunkan nilainya melalui proses bioremediasi (Hartini, 2013).

Menurut Santos (2014) proses bioremediasi bahan organik dipengaruhi oleh kinerja enzim sebagai katalisis reaksi biokimia dalam air, sehingga mampu mempercepat proses degradasi bahan organik dan komponen toksik seperti amoniak. Enzim tersebut diproduksi oleh mikroorganisme seperti *Bacillus* sp (Soeka dan Sulistiani, 2011). Bakteri *Bacillus* sp. juga menggunakan amoniak untuk pertumbuhan dan sumber energi proses dekomposisi bahan organik (Higa and Parr, 1994).

Data nilai DO selama penelitian menunjukkan kisaran 4.1-5.1 mg/L. Menurut Suwoyono dan Markus (2010)

menyatakan kandungan oksigen terlarut optimum untuk budidaya udang vaname adalah >3 mg/L dengan toleransi 2 mg/L. Kandungan oksigen terlarut untuk proses reduksi oleh bakteri *Nitrosomonas* yaitu <4 mg/L dan untuk *Nitrobacter* 2 mg/L (Lekang, 2007).

Nilai pH hasil pengukuran selama penelitian yaitu berkisar antara 7.3-7.5 dengan suhu 27°C - 30°C dan salinitas 16-19 ppt.. Salinitas tersebut masih dalam batas aman karena udang vaname tergolong dalam spesies air payau yang mampu mentolerir fluktuasi salinitas yang tinggi (Boyd, 1998). Nilai pH dalam perairan dapat mempengaruhi reaksi kimiawi perairan seperti reaksi kesetimbangan amoniak dan amonium (Chew and Randall, 2001) serta dapat mempengaruhi tingkat toksisitas amoniak di perairan (Hargreaves and Tucker, 2004). Reaksi kimiawai dalam perairan akan berjalan dua kali lebih cepat pada suhu 30°C (Boyd, 1998).

Kualitas air media pemeliharaan selama penelitian berpengaruh terhadap tingkat kelangsungan hidup (SR) udang vaname. Hal ini dapat diketahui dari nilai SR udang vaname yang relatif lebih tinggi pada perlakuan dengan penambahan probiotik dengan nilai amoniak dan BOT yang rendah. Sedangkan pada perlakuan kontrol memiliki nilai SR yang paling rendah yaitu 40% dengan nilai amoniak dan BOT tertinggi.

Menurut Poernomo (1988) nilai amoniak yang tinggi mengakibatkan kerusakan pada jaringan insang sehingga fungsi insang sebagai alat pernafasan terganggu dan apabila berlangsung terus menerus maka akan menyebabkan kematian pada udang. Nilai amoniak yang tinggi

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pemberian probiotik dengan waktu yang berbeda pada media pemeliharaan udang vaname (*L. vannamei*) memberikan pengaruh terhadap kandungan amoniak dan bahan organik total. Pemberian

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

Adiwijaya, D., Spto P. R., Sutikno E., Sugeng dan Subiyanto. 2003. Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Sistem Tertutup Yang Ramah Lingkungan. Departemen Kelautan dan Perikanan. Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara. 29 hal.

Adiwijaya, D., Supito dan Iwan S. 2008. Penerapan Teknologi Budidaya Udang Vaname *L. vannamei* Semi-Intensif pada Lokasi Tambak Salinitas Tinggi. Hal 2

dapat meningkatkan konsumsi oksigen dalam jaringan, menurunkan konsentrasi ion dalam tubuh dan menurunkan kemampuan darah mengangkut oksigen (Wright and Fyhn, 2001) sehingga dapat menyebabkan kematian pada udang.

probiotik dengan waktu yang berbeda mampu menurunkan kandungan amoniak dan Bahan Organik Total (BOT) media pemeliharaan. Perlakuan terbaik dari penelitian ini adalah perlakuan P4 yaitu penambahan probiotik B tiga hari sekali.

Agustina, D. T., S. Marnani dan A. Irianto. 2006. Pengaruh Pola Pemberian Probiotik A3-51 Per Oral terhadap Kelangsungan Hidup Bawal Air Tawar (*Collosoma macropomum* Bry.) setelah Diuji Tantang dengan Bakteri *Aeromonas hydrophila*. 27 Juli 2006. 8 hal.

Anggika, W. 2010. Pengaruh Probiotik Terhadap Total Bakteri Pada Media Pemeliharaan, Kualitas Air Dan Kelangsungan Hidup Ikan Koi (*Cyprinus carpio* L). Universitas Sriwijaya.

Arifin, Z., Darmawan A., Ujang K., Abidin N., Adi S., Arief T., Ade I., Maskur M., Sutikno, Supito dan Syahrul L.

2007. *Penerapan Best Management Practices (BMP) pada Budidaya Udang Windu (Penaeus monodon Fabricius) Intensif*. Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara. 77 hal
- Boyd, C. E. 1998. *Water Quality for Pond Aquaculture*. Department of Fisheries and Allied Aquaculture. Auburn University, Alabama. USA. Page 16 – 17.
- Chew, S.F. and Randall D. J. 2001. Nitrogen Excretion: Ammonia Toxicity, Tolerance and Excretion. *Fish Physiology*, 20: 110-148.
- Hargreaves, J. A. and Tucker C. S. 2004. Managing Ammonia in Fish Ponds. *SRAC publication No. 4603.8 p.*
- Hartini, S., Ade D. S., dan Ferdinand H. T. 2013. Kualitas Air, Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Ikan Gabus (*Channa striata*) yang Dipelihara dalam Media dengan Penambahan Probiotik. *Akuakultur Rawa Indonesia*, 1(2) :192-202.
- Herbert, R. A. 1999. Nitrogen Cycling In Coastal Marine Ecosystems. Department Of Biological Science. University Of Dundee. Scotland. UK. *FEMS Microbiology Reviews* (23): 563-590.
- Irianto, A. 2003. *Probiotik Akuakultur*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. hal. 53-60, 85-86.
- Lazur, A. 2007. Growout Pond and Water Quality Management. *JIFSAN Good Aquacultural Practices Manual Section 6*. University of Maryland. 18 hal.
- Lekang, O. I. 2007. *Aquaculture Engineering: Ammonia Removal*. Page 121-130.
- Michele, L. M. 2000. Effectiveness of A Commercial Probiotic for Water and Sludge Anagement on An Inland Shrimp Aquaculture Farm in Thailand. The University of Western Ontario. Page 15.
- Mishra, R. R., Biswajit R. and Hrudayanthnath T. 2008. Water Quality Assessment of Aquaculture Ponds Located in Bhitarkanika Mangrove Ecosystem, Orissa, India. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 8: 71-77.
- Poernomo, A. 1988. Pembuatan Tambak Udang di Indonesia. Departemen Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balai Penelitian Perikanan Budidaya Pantai. Maros.
- Santos, G. 2014. Probiotics: An Essential Tool in Intensive Shrimp Aquaculture. 8 hal.
- Septiarini, E. H. dan Wardiyanto. 2012. Pengaruh Waktu Pemberian Probiotik Yang Berbeda Terhadap Respon Imun Non-Spesifik Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.) Yang Diuji Tantang Dengan Bakteri *Aeromonas salmonicida*. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan* 1(1): 39-46.
- SNI 06-6989.22-2004. 2004. Air dan Limbah – Bagian 22: Cara Uji Nilai Permanganat Secara Titrimetri. Badan Standarisasi Nasional (BSN). Jakarta. Hal 1-6.
- SNI 06-6989.30-2005. 2005. Air dan Limbah – Bagian 30: Cara Uji Kadar Amonia dengan Spektrofotometer Secara Fenat.

- Badan Standarisasi Nasional (BSN).
Jakarta. Hal 1-6.
- Soeka, Y. S., dan Sulistiani. 2011. Seleksi, Karakterisasi, dan Identifikasi Bakteri Penghasil Kitinase yang Diisolasi dari Gunung Bromo Jawa Timur. *Jurnal Natur Indonesia*.13(2).155-161.
- Suwoyono, H. S. dan Markus M. 2010. Aplikasi Probiotik dengan Konsentrasi Berbeda pada Pemeliharaan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau. Sulawesi Selatan. Hal 239-247.
- Toutenburg, H. and Shalabh. 2009. Statistical Analysis of Designed Experiments Third edition. Springer New York Dordrecht Heidelberg London. Page 144 – 145.
- Widagdo, P. 2011. Aplikasi Probiotik, Prebiotik dan Sinbiotik melalui Pakan pada Udang Vaname *Litopenaeus vannamei* yang Diinfeksi Bakteri *Vibrio harveyi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor. 29 hal.
- Wright, P. A. and Fyhn H. J. 2001. Nitrogen Excretion: Ontogeny of Nitrogen Metabolism and Excretion. *Fish Physiology* (20): 169 – 171.
- Yudiati, E., Zaenal A. dan Ita R. 2010. Pengaruh Aplikasi Probiotik Terhadap Laju Sintasan dan Pertumbuhan Tokolan Udang Vanamei (*Litopenaeus vannamei*), Populasi Bakteri *Vibrio*, serta Kandungan Amoniak dan Bahan Organik Media Budidaya. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 15 (3) 153-15.