

PENGARUH BIOREMEDIASI TERHADAP PERTUMBUHAN UDANG VANNAMEI (*LITOPENAEUS VANNAMEI*) YANG DIPELIHARA DALAM BAK BETON

*EFFECT OF BIOREMEDIATION ON THE GROWTH OF VANNAMEI SHRIMP
(LITOPENAEUS VANNAMEI) WHICH IS MAINTAINED IN CONCRETE TANKS*

Purnamawati¹, Mohammad Idham Shilman², Susilawati³, Budiman⁴ Slamet Tarno⁵

^{1,2,3,4,5} *Staff pengajar Jurusan Ilmu Kelautan dan Perikanan, Politeknik Negeri Pontianak
E-mail: Pur_polnep@yahoo.com*

ABSTRAK

Penggunaan bioremediasi merupakan salah satu cara untuk memperbaiki lingkungan budidaya dan menekan penyakit pada budidaya udang intensif. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi bioremediasi yang terbaik terhadap sintasan dan pertumbuhan udang vannamei (*Litopenaeus Vannamei*). Penelitian ini dilakukan di Hatchery Udang, *Center of Technology* (COT), Politeknik Negeri Pontianak. Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan konsentrasi bioremediasi 2,6 mL/m³/3 hari dan konsentrasi 2,0 mL/m³/3 hari. Udang vannamei berukuran panjang awal rata-rata 0,65±0,10 cm dan bobot awal rata-rata 0,8±0,01 g dipelihara dalam bak beton ukuran 4 x 3 x 1,5 m dengan padat tebar rata-rata 300 ekor/m², selama 60 hari. Udang diberi pakan pellet komersial dengan kadar protein ± 40%, frekuensi pemberian pakan 2 kali sehari (pagi dan sore) dengan dosis 8% per bobot rata-rata biomas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian bioremediasi dengan konsentrasi 2,0 mL/m³/3 hari menghasilkan nilai rata-rata sintasan, laju pertumbuhan spesifik dan efisiensi pemanfaatan pakan berturut-turut adalah 75,03%, 5,75%/hari dan 39,8%. Ketiga variabel tersebut memberikan pengaruh yang tidak berbeda signifikan bila dibandingkan dengan konsentrasi 2,6 mL/m³/3 hari.

Kata kunci: *Litopenaeus vannamei*, bioremediasi, bak beton.

ABSTRACT

The use of bioremediation as an attempt to improve the cultivation environment and suppress the disease proved to help overcome some of the problems on intensive shrimp farming. This study aims to determine the best concentration of bioremediation on survival and growth of Vannamei shrimp. Research carried out at Shrimp Hatchery Center of Technology (COT) of Pontianak State Polytechnic. Experiments applied completely randomized design. The treatment applied in this study consisted of two treatments including bioremediation concentration of 2.6 mL/m³ each 3 day and concentration of 2.0 mL/m³ each 3 day. Each treatment applied four replicates. The shrimp with an average initial length 0.65±0.10 cm and weight of 0.8±0.01 g reared in 8 units of concrete tank that are size 4 x 3 x 1.5 m³ with a stocking density 300 shrimp per m² for 60 days. The shrimp were fed of commercial feed with protein content about 40%, feeding 2 times a day (morning and afternoon) at a dose of 8% per weight of average biomass. The results showed that bioremediation concentration of 2.0 mL/m³ each 3 day could produce survival rate, specific growth rate and feed conversion ratio of 75.03%, 5.75%/day and 39.8%, respectively. All of the variable have no significant different with concentration of 2.6 mL/m³ each 3 day,

Keywords: *Litopenaeus Vannamei*, bioremediation, concrete tanks.

PENDAHULUAN

Udang vannamei merupakan udang introduksi yang mulai dibudidayakan beberapa tahun yang lalu, karena memiliki keunggulan antara lain sintasan tinggi dan pertumbuhannya cepat. Sintasan dan pertumbuhan merupakan

indikator tingkat keberhasilan dalam budidaya, karena kedua indikator tersebut mempengaruhi tonase biomas yang akan dihasilkan. Sintasan dan pertumbuhan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Perubahan kondisi lingkungan secara

drastis, tentu berpengaruh langsung terhadap produksi udang.

Penurunan produksi udang juga dipengaruhi oleh faktor kualitas air yang melebihi ambang batas untuk kehidupan udang vannamei. Salah satu faktor penyebab tersebut adalah kadar amoniak yang berasal dari hasil proses amonifikasi bahan organik yang terdapat pada sisa pakan dan ekskresi amoniak secara langsung oleh udang (Burhanuddin *et al.* 2016). Bahan organik yang berasal dari pakan yang tidak termakan, plankton mati, aplikasi pemupukan dan feces udang secara berkelanjutan akan terakumulasi di dasar perairan (Boyd, 1990). Pada proses dekomposisi nitrogen organik, penguraian nitrogen menjadi amonium, nitrit dan nitrat tidak menimbulkan efek toksik. Tetapi bila proses dekomposisi tidak berjalan sempurna, akan terbentuk hasil antara (amonia dan nitrit) yang bersifat toksik dan meskipun kadar rendah dapat menimbulkan gangguan pada organisme akuatik, bahkan mematikan. Oleh karena itu, pengendalian amoniak dan nitrit pada media budidaya udang secara biologis mutlak diperlukan. Hal ini dapat dilakukan dengan memacu aktivitas dekomposisi bahan organik secara aerobik, serta proses oksidasi amoniak menjadi nitrit dan nitrat.

Menurut Yudiati *et al.* (2010), pengendalian kualitas air secara biologis pada budidaya udang dapat dilakukan melalui aplikasi probiotik (bioremediasi). Bioremediasi juga memberikan efek positif terhadap udang baik itu sintasan, pertumbuhan, maupun FCR. Beberapa penelitian yang dilakukan, selain berpengaruh terhadap kualitas air aplikasi probiotik juga berpengaruh terhadap populasi bakteri vibrio (Dalmin *et al.*, 2001; Sambasivam *et al.*, 2003; Vaseharan & Ramasamy, 2003; Farzanfar, 2006; dan Balcázar & Rojas-Luna, 2007).

Probiotik merupakan suplemen pakan mikroba hidup yang secara menguntungkan mempengaruhi hewan inang dengan meningkatkan keseimbangan mikroba ususnya. Probiotik digunakan dalam budidaya untuk meningkatkan kinerja pertumbuhan melalui perbaikan pemanfaatan nutrisi, mengurangi penyakit dan mengembangkan sistem kekebalan tubuh (Irianto & Austin, 2002; Nayak *et al.* 2007; Zhou *et al.*, 2009; Das *et al.* 2017). Selain suplemen pakan, jenis probiotik tertentu berperan sebagai bioremediasi atau agen pengurai zat-zat berbahaya (Prihadi, 2003; Rusmiyati, 2015).

Jenis-jenis bakteri bioremediasi merupakan kelompok mikroorganisme terpilih yang menguntungkan seperti *Nitrosomonas* sp. dan *Nitrobacter* sp. (Prihadi, 2003; Rusmiyati, 2015). Kedua jenis bakteri ini sudah banyak digunakan untuk mempercepat proses

dekomposisi amonia (NH_3) menjadi nitrat (NO_3) dan akhirnya menjadi gas nitrogen (N_2) yang tidak berbahaya bagi udang.

Saat ini, bioremediasi sudah banyak digunakan oleh pembudidaya udang. Namun, konsentrasi yang diberikan tidak tetap dan relatif tinggi, yaitu sekitar $2,6 \text{ mL/m}^3/3$ hari. Di sisi lain, petunjukkan penggunaan dari produsen bersifat pendekatan sehingga kurang efisien. Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian penggunaan bioremediasi yang lebih efisien, namun tetap optimal bagi kelangsungan hidup dan pertumbuhan udang vanamei. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi bioremediasi yang lebih efisien pada pembesaran udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) dalam bak beton.

METODE PENELITIAN

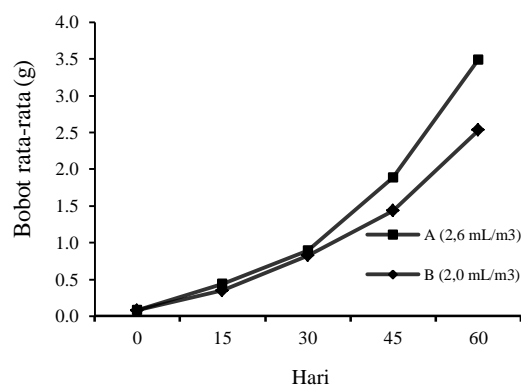
Penelitian ini dilakukan di Hatchery Udang *Center of Technology* (COT) Politeknik Negeri Pontianak. Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 2 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan yang digunakan pada penelitian ini adalah konsentrasi bioremediasi yang diberikan ke dalam media pemeliharaan, yaitu perlakuan A: $2,6 \text{ mL/m}^3/3$ hari (konsentrasi yang umumnya digunakan masyarakat, sebagai kontrol) dan perlakuan B: konsentrasi $2,0 \text{ mL/m}^3/3$ hari. Bioremediasi yang dipergunakan merupakan probiotik komersial yang mengandung bakteri *Nitrosomonas* sp. dan *Nitrobacter* sp. dengan kandungan masing-masing lebih dari 1×10^{11} CF. Udang uji yang digunakan adalah udang vannamei (*Litopenaeus Vannamei*) dengan panjang rata-rata awal $0,65 \pm 0,10$ cm dan bobot rata-rata awal $0,8 \pm 0,01$ g yang diperoleh dari unit pembenihan rakyat (UPR) di Lampung. Wadah yang digunakan berupa bak beton berukuran $4 \times 3 \times 2,0$ m sebanyak 8 buah yang diisi air hingga kedalaman 1,2 m. Jumlah benur yang ditebar sebanyak 300 ekor/ m^2 . Semua perlakuan diaerasi terus menerus. Benur diberi pakan berupa pellet komersial dengan kadar protein $\pm 40\%$, frekuensi pemberian pakan 2 kali sehari dengan dosis 8% per bobot rata-rata biomas. Sampling untuk mengamati pertumbuhan udang dilakukan setiap 15 hari sekali. Laju pertumbuhan bobot spesifik dihitung dengan menggunakan rumus Weatherley dan Gill (1989). Sintasan udang dihitung menurut Effendi (1997). Sedangkan efisiensi pakan dihitung dengan menggunakan rumus Abowei *et al.* (2011). Data yang diperoleh ditampilkan dalam bentuk grafik dan tabel. Untuk melihat perbedaan antar perlakuan dianalisis dengan Uji T-Student.

Pemantauan kualitas air terhadap suhu air, DO, Salinitas, pH air dilakukan setiap hari,

sedangkan Amonia, Nitrit, dan Alkalinitas pengamatan dilakukan pada awal, pertengahan dan akhir percobaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan udang vanamei pada awal pemeliharaan relatif lambat dan tidak begitu berbeda antara kedua perlakuan konsentrasi bioremediasi yang diaplikasikan. Setelah memasuki minggu ke tiga, udang mulai memperlihatkan pertumbuhan yang eksponensial, namun belum mencapai titik infleksi (Gambar 1). Pola pertumbuhan seperti ini merupakan gambaran umum organisme akuatik (Weatherley dan Gill, 1989; Effendi, 1997).



Gambar 1. Pertumbuhan bobot rata-rata udang vanamei selama penelitian

Tabel 1. Bobot Awal (Wo), Bobot Akhir (Wt), Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR), Efisiensi Pemanfaatan Pakan (EPP) dan Sintasan (SR) Udang Vanamei Pada Berbagai Perlakuan Selama Penelitian

| Parameter | Perlakuan | |
|--------------|-------------------------|-------------------------|
| | A | B |
| Wo (g) | 0,17±0,01 | 0,16±0,02 |
| Wt (g) | 6,99±1,94 ^a | 5,07±1,03 ^a |
| SGR (%/hari) | 6,19±0,40 ^a | 5,75±0,54 ^a |
| EPP (%) | 62,5±18,13 ^a | 39,8±7,59 ^a |
| SR (%) | 81,94±4,88 ^a | 75,03±3,56 ^a |

Keterangan : A (2,6 mL/m³/3 hari), B (2,0 mL/m³/3 hari); Angka yang diikuti *superscript* yang sama pada satu baris, menunjukkan tidak berbeda nyata (P>0,05).

Selama 60 hari pemeliharaan, perlakuan B (konsentrasi bioremediasi 2,0 mL/m³/3 hari) menghasilkan bobot akhir (Wt) rata-rata 5,07 g, laju pertumbuhan spesifik (SGR) rata-rata 5,75%/hari, efisiensi pemanfaatan pakan (EP) rata-rata 39,8%, dan sintasan (SR) rata-rata

75,03%. Meskipun performa produksi udang pada perlakuan tersebut lebih kecil dari perlakuan A (konsentrasi bioremediasi 2,6 mL/m³/3 hari), namun tidak menunjukkan perberbedaan yang nyata (P>0,05) (Tabel 1.).

Bobot udang rata-rata pada perlakuan A dan perlakuan B tidak menunjukkan perbedaan, hingga pada hari ke 60. Kedua perlakuan tersebut memiliki pertumbuhan yang baik dan cukup optimal. Kenaikan pertumbuhan bobot udang ini menggambarkan pakan yang diberikan dimanfaatkan secara efektif. Brigs (2004) menyatakan udang dapat tumbuh baik dengan tingkat pertumbuhan 1–1,5 g/minggu. Hal ini menunjukkan bahwa peranan bioremediasi dalam budidaya udang vanamei dapat menekan senyawa yang bersifat racun yang berada dalam air, sehingga kesehatan udang lebih baik dan nutrisi yang dikonsumsi dapat dimanfaatkan sepenuhnya untuk pertumbuhan. Nilai kualitas air selama pemeliharaan ditunjukkan pada Tabel 2.

Penggunaan bioremediasi dengan dosis yang tepat dan berkesinambungan berpengaruh pada kinerja bakteri bioremediasi dalam mendegradasi limbah organik yang berasal dari sisa pakan, plankton yang mati dan sisa hasil metabolisme udang yang ada di bak. Hal ini dapat dilihat dari kondisi kualitas air (terutama amonia dan nitrit) yang tidak menurun secara drastis dengan semakin lamanya pemeliharaan udang di bak.

Selain sisa metabolisme, ada beberapa faktor lingkungan yang berperan pada pertumbuhan udang, seperti keseimbangan tekanan osmotik cairan tubuh. Pakan yang dikonversi menjadi daging berkaitan dengan konsumsi pakan dan energi yang digunakan untuk osmoregulasi. Menurut Kangombe dan Brown (2008) semakin banyak jumlah pakan yang dikonsumsi dan semakin rendahnya energi yang digunakan untuk osmoregulasi, tentu akan mengakibatkan semakin banyak jumlah pakan yang dikonversi menjadi daging.

Berdasarkan Tabel 2, parameter kualitas air pada semua perlakuan masih dalam kisaran yang cukup baik, layak pada budidaya udang vanamei dalam bak beton. Hasil pengukuran ammonia (NH₃) air pada bak perlakuan A berkisar 0,02–0,05 mg/L, sedangkan pada perlakuan B sedikit lebih tinggi, yaitu 0,02–0,08 mg/L. Masih tingginya amonia pada perlakuan B, tentu ada kaitannya dengan lebih sedikitnya jumlah bioremediasi yang diberikan (2,0 mL/m³/3 hari), dibandingkan perlakuan A yang mencapai 3,6 mL/m³/3 hari. Dengan konsentrasi perlakuan B yang lebih kecil tentu jumlah bakteri *Nitrosomonas* sp. dan *Nitrobacter* sp. yang membantu proses dekomposisi juga sedikit,

sehingga kemampuan merombak amonia relatif lebih kecil bila dibanding perlakuan A.

Tabel 2. Kisaran Parameter Kualitas Air dalam Bak Selama Penelitian

| Parameter | Perlakuan | |
|---------------------------------------|-------------|-------------|
| | A | B |
| Ammonia (mg/L) | 0,02–0,05 | 0,02–0,08 |
| Nitrit (mg/L) | 0,01–0,15 | 0,02–0,20 |
| Oksigen terlarut (mg/L) | 4,85–6,02 | 4,87–6,00 |
| Alkalinitas (mg/L CaCO ₃) | 150–163 | 125–130 |
| pH | 7,0–8,0 | 7,2–8,1 |
| Salinitas (ppt) | 22–25 | 22–25 |
| Suhu (°C) | 27,25–29,14 | 27,15–29,02 |

Keterangan: A (2,6 mL/m³/3 hari), B (2,0 mL/m³/3 hari)

Secara umum, meskipun nilai ammonia pada penelitian ini relatif tinggi, namun keduanya masih memenuhi persyaratan untuk pemeliharaan udang. Sehingga kondisi udang pada kedua perlakuan dalam keadaan normal. Amonia dalam air dapat menjadi racun apabila konsentrasinya lebih tinggi daripada ambang batas yang diperbolehkan serta dalam keadaan anaerob, akan tetapi dalam keadaan oksigen yang cukup amonia dapat dirombak oleh bakteri *Nitrosomonas* sp dan *Nitrobacter* sp menjadi nitrat yang tidak berbahaya, bahkan menjadi nutrisi (Mangampa dan Burhanuddin, 2014). Konsentrasi amonia 0,65 ppm bersifat racun dan merupakan ambang batas mematikan bagi ikan (Prihadi, 2003). Kisaran amonia yang optimal untuk budidaya udang vannamei secara tradisional adalah 0,1 mg/L (Frias-Espericueta *et al.* 2000; Cobo *et al.* 2014; Gladys *et al.* 2018). Secara umum, pada salinitas rendah, kadar amonia yang dapat ditoleransi adalah 0,05 mg/L (Ramírez-Rochín *et al.* 2017).

Nitrit (NO₂) merupakan hasil antara dari proses nitrifikasi. Nitrit bersifat racun bagi ikan dan organisme perairan lainnya. Pada kadar 0,1 mg/L bersifat racun bagi ikan (Prihadi, 2003) dan kadar 0,25 mg/L merupakan batas konsentrasi mematikan (Poernomo, 1988). Konsentrasi nitrit pada perlakuan B relatif lebih besar dari perlakuan A. Hal ini berkaitan dengan konsentrasi bioremediasi yang ditambahkan ke dalam media kultur. Jadi, bila bioremediasi (*Nitrobacter* sp.) yang ditambahkan mencukupi, maka jumlah nitrit yang dioksidasi menjadi nitrat juga meningkat.

Hasil pengukuran oksigen terlarut (DO) air pada bak perlakuan A berkisar antara 4,85–6,02 mg/L sedangkan pada perlakuan B berkisar 4,87–

6,00 mg/L (Tabel1). Konsentrasi oksigen terlarut dalam media ini bergantung pada beberapa faktor diantaranya suplai oksigen dari aerator dan proses metabolisme organisme yang dibudidayakan. Konsentrasi oksigen terlarut (DO) pada budidaya udang vannamei intensif pada kondisi terbuka idealnya diatas 4,0 mg/L, sedangkan pada kondisi tertutup atau malam hari harus lebih tinggi dari 4,2 mg/L (Vinatea *et al.*, 2009). Hal ini berarti DO pada penelitian ini masih optimal untuk kehidupan udang. Selain itu, keberadaan oksigen dalam media cukup untuk proses dekomposisi bahan organik. Bila dibandingkan antar kedua perlakuan, perlakuan B mengalami fluktuasi yang lebih kecil. Hal ini ada hubungannya dengan konsentrasi yang lebih kecil pada perlakuan B dibandingkan perlakuan A.

Nilai total alkalinitas media pemeliharaan pada penelitian ini adalah 125–163 ppm. Nilai alkalinitas tersebut relatif tinggi namun masih tergolong optimal, karena masih berada pada kisaran 90–150 ppm (Sulistianto, 2008). Nilai total alkalinitas yang cukup tinggi tersebut berimplikasi pada pH air. Hasil pengukuran pH air pada perlakuan A berkisar antara 7,0 dan 8,0, sedangkan pada perlakuan B berkisar 7,2–8,1. Fluktuasi pH air relatif rendah karena daya sangga yang cukup tinggi dari alkalinitas air. Dilihat dari nilai pH, media pemeliharaan yang digunakan masih cukup baik dan berada pada rentang optimal untuk udang vannamei yaitu 6,6–8,6 (Gunalan *et al.*, 2011).

Salinitas air pada bak perlakuan A dan B berkisar antara 22–25 ppt. Menurut Boyd (1993) kisaran salinitas optimal untuk pertumbuhan udang vannamei adalah 15–25 ppt. Salinitas air 10–35 ppt masih memungkinkan untuk budidaya udang vannamei dengan teknologi semi intensif, sedangkan untuk teknologi intensif 15–25 ppt. Secara umum udang vannamei memiliki toleransi yang luas terhadap salinitas, artinya, dengan salinitas yang rendah udang vannamei mampu hidup dan tumbuh. Salinitas yang optimum menyebabkan nilai pertumbuhan dan efisiensi pemanfaatan pakan yang baik pada perlakuan A maupun perlakuan B. Pada salinitas optimal, gradien osmotik dalam kondisi normal, sehingga ikan lebih efisien dalam mencerna pakan dan pemanfaatan pakan tentu lebih optimal (Partridge dan Jenkins, 2002). Maka tinggi dan rendahnya efisiensi pakan dipengaruhi oleh besar tidaknya beban osmotik.

Pada gradien osmotik yang rendah (lingkungan sedikit hipertonik), sel-sel tubuh berada pada kondisi yang ideal, sehingga proses-proses fisiologis di dalam tubuh organisme perairan akan berjalan dengan normal. Pada kondisi demikian, proses penceranaan dan

penyerapan makanan akan berlangsung cepat, sehingga laju pengosongan lambung akan berjalan dengan cepat pula. Hal demikian akan menimbulkan rasa lapar yang diikuti dengan konsumsi pakan meningkat sehingga pakan yang dikonsumsi juga akan lebih banyak (Arjona *et al.* 2009; Purnamawati, 2017).

Nilai suhu yang didapat selama pemeliharaan pada ke dua perlakuan berkisar antara 27,15–29,14 °C. Suhu ini masih tergolong rendah untuk pemeliharaan udang vanname. Karena suhu akan mempengaruhi langsung terhadap nafsu makan udang. Bachruddin *et al.* (2018) menyatakan bahwa Suhu air yang optimum untuk budidaya udang vannamei berkisar antara 28–32°C.

Pada penelitian ini meskipun terlihat ada keterkaitan antara dosis bioremediasi dengan efektifitasnya dalam merombak limbah organik, namun perbedaannya tidak terlalu besar. Selain itu, perbedaan kualitas air yang ditimbulkan, tidak berpengaruh nyata terhadap performa pertumbuhan ikan. Dengan demikian, penggunaan konsentrasi bioremediasi yang lebih rendah dari konsentrasi yang biasa diaplikasikan masyarakat pada budidaya udang vannamei dapat meningkatkan efisiensi biaya produksi.

KESIMPULAN

Konsentrasi bioremediasi 2,0 mL/m³/3 hari lebih efisien dalam meningkatkan pertumbuhan, efisiensi pakan dan sintasan udang vannamei dibandingkan konsentrasi 2,6 mL/m³/3 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Abowei J. F. N., Ekubo E. T., 2011 Some principles and requirements in fish nutrition. *British Journal of Pharmacology and Toxicology* 2(4):163-178.
- Arjona J.F, Vargas-Chacoff L, Ruiz-Jarabo I, Goncalves O, Pascoa I, Río MPMD, & Mancera, JM. 2009. Tertiary stress responses in Senegalese sole (*Solea senegalensis* Kaup, 1858) to osmotic challenge: Implications for osmoregulation, energy metabolism and growth. *Aquaculture*. 287, 419-426.
- Balcazar J.L & Rojas-Luna T. 2007. Inhibitory Activity of Probiotic *Bacillus subtilis* UTM 126 Against *Vibrio* Species Confers Protection Against Vibriosis in Juvenile Shrimp (*Litopenaeus vannamei*), *Curr. Microbiol* 55, 409–412.
- Briggs M., Funge-Smith S., Subasinghe R. & Philips M. 2004. *Introductions and movement of Penaeus vannamei and Penaeus stylirostris in Asia and the Pacific*. FAO Regional Office for Asia and the Pacific. Bangkok.
- Boyd C.E, 1990. *Water Quality in Pond for Aquaculture*. Auburn University, Alabama. 482 p.
- Boyd C.E. 1993. Shrimp pond bottom soil and sediment management. Proceeding of the special session on shrimp farming. Wyban, J (ed). *World Aquac.Soc.*43-58.
- Bachruddin M., Sholichah M., Istiqomah S. & Supriyanto A. 2018. Effect of probiotic culture water on growth, mortality, and feed conversion ratio of Vaname shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone). IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 137 (2018) 012036 doi : 10.1088/1755-1315/137/1/012036. Halaman 1–7.
- Buikema A.L., Niederlehner B.R., & Cairns J.Jr. 1982. Biological monitoring, part IV toxicity 234 testing. *Water Res* 16, 239-262.
- Burhanuddin, Wahyu F. & Suratman. 2016. Aplikasi probiotik dengan konsentrasi yang berbeda terhadap pertumbuhan udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Octopus Jurnal Ilmu Perikanan* 5(1):462-465.
- Cobo M.L, Sonnenholzner S., Wille M., & Sorgeloos P. 2014. Ammonia tolerance of 254 *Litopenaeus vannamei* (Boone) larvae. *Aquac Res* 45:470-475.
- Dalmin G., K. Kathiresan, & A. Purushothama, 2001, Effect of probiotics on bacterial population and health status of shrimp in culture pond ecosystem. *Indian J Exp Biol*. 39: 939-942.
- Das S., Mondal K. & Haque S. 2017. A review on application of probiotic, prebiotic and synbiotic for sustainable development of aquaculture. *J. of Entomology and Zoology Studies* 5(2):422-429.
- Durai V, Gunalan B., Johnson P.M., Maheswaran M.L. & Pravinkumar M. 2015. Effect on white gut and white feces disease in semi intensive *Litopenaeus vannamei* shrimp culture system in south Indian state of Tamilnadu. *International Journal of Marine Science* 5(14):1-5
- Effendie M. I. 1997. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusatama, Yogyakarta. 159 hal.
- Frías-Espéricueta M. G., Harfush-Melendez M., & Páez-Osuna F. 2000. Effects of ammonia on 257 mortality and feeding of postlarvae shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Bull Environ Contam* 258 *Toxicol* 65, 98-103

- Farzanfar A. 2006. The use of probiotics in shrimp aquaculture. *FEMS Immunol Med Microbiol.* 48, 149-58.
- Gladys V-C., Martin G. Frías-Espericueta R.C. Vanegas-Pérez J.A. Pérez-Ramírez M. C. Chávez-Sánchez, Federico P.O. 2018. Acute Toxicity of Ammonia, Nitrite and Nitrate to Shrimp *Litopenaeus vannamei* Postlarvae in Low-Salinity Water. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* DOI: 10.1007/s00128-018-2355-z. Halaman 1-8.
- Gunalan, B., Soundarapandian P. Kumaran R. Anand T. & Kotiya A. S. 2011. First report on White Spot Syndrome Virus (WSSV) infection in white leg shrimp *Litopenaeus vannamei* (Crustacea, Penaeidae) under semi intensive culture condition in India. *AAFL Bioflux* 4(3):301-305.
- Irianto A, & Austin. 2002. Use of probiotics to control furunculosis in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *J Fish Dis* 25:1-10.
- Kang'ombe J & Brown J.A. 2008. Effect of Salinity on growth, feed utilization, and survival of *Tilapia rendalli* under laboratory conditions. *J Appl Aquac.* 20: 256-271.
- Partridge G.J. & Jenkins G.I. 2002. The effect of salinity on growth and survival of juvenile black bream (*Acanthopagrus butcheri*). *Aquaculture* 210: 219-230.
- Prihadi, T.H. 2003. Peranan biomediasi dan probiotik dalam meningkatkan kualitas perairan lingkungan budidaya. *Warta Penelitian Perikanan Indonesia* 9(2):17-22.
- Purnomo, A. 1988. *Pembuatan tambak udang di Indonesia*. BPPAP Maros, Puslitbang Perikanan. Jakarta.
- Purnamawati. 2017. Kinerja pertumbuhan ikan gabus (*Channa striata* Bloch.) pada lahan pasang surut melalui rekayasa kualitas air. *Disertasi Doktor*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ramírez-Rochín J, Frías-Espericueta MG, Fierro-Sañudo JF, Alarcón-Silva SG, Fregoso-289 López MG, Páez-Osuna F (2017) Acute toxicity of nitrite on white shrimp *Litopenaeus* 290 *vannamei* (Boone) juveniles in low-salinity water. *Aquac Res* 48, 2337-2343
- Mangampa, M., & Burhanuddin. 2014. Uji Lapang Teknologi Polikultur Udang Windu (*Penaeus Monodon* Fabr.), Ikan Bandeng (*Chanos Chanos* Forskal) dan Rumput Laut (*Gracilaria Verrucosa*) Di Tambak Desa Borimasunggu Kabupaten Maros. *Jurnal Saintek Perikanan.* 10(1): 30-36.
- Nayak SK, Swain P, & Mukherjee SC. 2007. Effect of dietary supplementation and vitamin c on the immune response of Indian major carp, *Labeo rohita* (Ham.). *Fish Shellfish Immunol* 23: 892-896.
- Sambasivam S, R. Chandran, & S.A. Khan, 2003, Role of probiotics on the environment of shrimp pond. *J Environ Biol.* 24: 103-106.
- 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.
- Vinatea L., Gálvez A.O., Venero J., Leffler J. & Browdy C. 2009. Oxygen consumption of *Litopenaeus vannamei* juveniles in heterotrophic medium with zero water exchange. *Pesq. agropec. bras., Brasília,* (44)5:534-538.
- Weatherley, A.H. & Gill, H.S. 1989. *The Biology of Fish Growth*. Acad. Press. London-Toronto.
- Yudiati, E, Arifin, Z. & Riniatsih, I. 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. *Ilmu Kelautan* 15 (3):153-158.
- Zhou X, Wang Y, & Li W. 2009. Effect of probiotic the larvae shrimp (*Penaeus vannamei*) based on water quality, survival rate and digestive enzyme activities. *Aquaculture* 287:349-353.