

Waktu penggantian pakan alami oleh pakan buatan terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup postlarva udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) selama pemeliharaan di media bersalinitas rendah

Substitution time of natural food by artificial diet on survival rate and growth of pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) postlarvae during rearing in low salinity media

Ferdinand Hukama Taqwa¹, Daniel Djokosetiyanto², Ridwan Affandi³

¹ Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya

² Departemen Budidaya Perairan, FPIK, Institut Pertanian Bogor

³ Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, FPIK, Institut Pertanian Bogor

ABSTRACT

This research was conducted to determine natural food substitution time by artificial diet after salinity acclimatization from 20 ppt until 2 ppt, which can increase survival and growth of (*Litopenaeus vannamei*) postlarvae during rearing period. Design experiment was completely randomized design with five treatments and three replications of natural food *Chironomus* sp. (60% of crude protein) substitution time by artificial diet (40% of crude protein) at day: 1 (A), 7 (B), 14 (C), 21 (D) and full natural food without artificial diet (E) during 28 days rearing period. White shrimp postlarvae and rearing media in this experiment based from best result of earlier research that is PL₂₅ from acclimatization in media 2 ppt with addition of potassium 25 ppm to freshwater media. The densities of PL₂₅ white shrimp were 20 PLs/50 liters of 2 ppt media. The result of this experiment showed that the use of artificial diet as soon as after salinity acclimatization (PL₂₅) gave best performance production compared to which only that was given natural food *Chironomus* sp. during experiment or with treatment by artificial diet substitution at day-7, day-14 or day-21, shown with the highest value of food consumption level, protein retention, energy retention, daily growth rate and food efficiency. Survival rate of PL₅₄ was above 80% and not significant different between treatment. That is supported by chemical-physical value of water quality still in range appropriate to survival rate of white shrimp post larvae during a rearing period. The result of this experiment indicated that requirement nutrient of PL₂₅ in low salinity did not fulfilled if only rely on natural food, so that require artificial diet with nutrition content to support growth and survival rate of white shrimp post larvae more maximal.

Key words: salinity, natural food, artificial diet, Pacific white shrimp

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan waktu penggantian pakan alami oleh pakan buatan yang tepat selama masa pemeliharaan postlarva udang vaname di media bersalinitas rendah setelah melalui masa aklimatisasi penurunan salinitas dari 20 ppt hingga 2 ppt, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup. Rancangan percobaan berupa rancangan acak lengkap dengan perlakuan yang diterapkan berupa waktu penggantian pakan alami *Chironomus* sp. (kadar protein 62%) oleh pakan buatan (kadar protein 40%) pada hari ke-1 (A), ke-7 (B), ke-14 (C), ke-21 (D) dan pakan alami (E) selama masa pemeliharaan. Postlarva udang vaname dan media pemeliharaan yang dipergunakan selama percobaan mengacu pada hasil terbaik yang didapatkan dari penelitian pendahuluan yaitu berupa PL₂₅ hasil aklimatisasi di media bersalinitas 2 ppt dengan penambahan kalium 25 ppm ke media air tawar pengencer. Padat tebar sebanyak 20 ekor/50 liter/wadah. Hasil percobaan menunjukkan bahwa pemberian pakan buatan yang diberikan segera setelah masa aklimatisasi salinitas (pada awal pemeliharaan PL₂₅) memberikan performa produksi budidaya terbaik bila dibandingkan dengan yang hanya diberi pakan alami selama masa pemeliharaan maupun waktu penggantian pakan alami oleh pakan buatan pada hari ke-7, ke-14 dan hari ke-21 yang ditunjukkan dengan tingkat konsumsi pakan, retensi protein, retensi energi, laju pertumbuhan harian dan efisiensi pakan yang tertinggi. Kelangsungan hidup di akhir pemeliharaan (PL₅₄) di atas 80% dan tidak berbeda nyata antar perlakuan. Hal ini ditunjang oleh nilai fisika kimia air yang berada dalam kisaran yang layak selama masa pemeliharaan. Hasil percobaan ini menunjukkan bahwa kebutuhan nutrisi pada stadia PL₂₅ di media bersalinitas rendah tidak terpenuhi jika hanya mengandalkan pakan alami sehingga perlu ditunjang dari pakan buatan dengankandungan nutrisi yang dapat mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup yang lebih maksimal.

Kata kunci: salinitas, pakan alami, pakan buatan, udang vaname.

PENDAHULUAN

Di Indonesia, prospek budidaya udang vaname di tambak bersalinitas rendah sangat menjanjikan mengingat di beberapa daerah, banyak terdapat tambak yang bersalinitas rendah bahkan mendekati 0 ppt. Selain itu budidaya udang air laut di air tawar dapat mencegah terjangkitnya penyakit terutama virus dan bakteri penyebab kematian udang (Sugama, 2002). Kegiatan budidaya udang vaname sekarang ini tidak hanya dilakukan di air payau tetapi telah berkembang sampai ke air tawar bersalinitas rendah. Budidaya udang vaname di tambak air tawar bersalinitas rendah telah dipraktekkan di beberapa negara seperti Thailand, Amerika Serikat dan Amerika Latin (Sugama, 2002). Berbagai metode dan teknik aklimatisasi udang vaname ke media bersalinitas rendah telah banyak dikembangkan diantaranya oleh McGraw *et al.* (2002), Davis *et al.* (2002), dan Saoud *et al.* (2003). Kendala yang masih dijumpai pada tahap pemeliharaan lanjutan udang vaname di media pemeliharaan bersalinitas rendah yaitu masih tingginya tingkat mortalitas sehingga produksi budidaya belum maksimal.

Pada pemeliharaan lanjutan setelah diadaptasikan ke media bersalinitas rendah ternyata kelangsungan hidup postlarva udang vaname masih rendah. Oleh sebab itu selain faktor lingkungan, ternyata faktor pakan memegang peranan penting yang perlu diperhatikan untuk meningkatkan kelangsungan hidup dan pertumbuhan menjadi lebih baik. Hal ini didasarkan bahwa untuk menunjang proses fisiologis dalam rangka menopang kelangsungan hidup dan pertumbuhan, organisme hidup membutuhkan makanan sebagai sumber energi dan materi. Pada stadia larva sumber makanan yang biasa digunakan adalah makanan alami, namun penggunaan pakan alami yang berlanjut secara praktis dan ekonomis tidak menguntungkan. Demikian juga kandungan gizi pakan alami seringkali sudah tidak sesuai lagi dengan kebutuhan postlarva udang vaname. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui saat yang tepat dilakukan penggantian pakan alami oleh pakan buatan yang dapat memacu kelang-

sungan hidup dan pertumbuhan postlarva udang vaname selama pemeliharaan di media bersalinitas rendah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi Hewan Air, Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, FPIK IPB. Wadah berupa 15 unit akuarium berukuran 59x2x40 cm. Metode penelitian yang digunakan adalah model eksperimental laboratorium. Ruang lingkup penelitian meliputi pemeliharaan PL₂₅ hingga PL₅₃ udang vaname di media bersalinitas 2 ppt dengan kadar kalsium 37 ppm dan kadar kalium 51 ppm yang diberi perlakuan perbedaan waktu penggantian pakan buatan. Benih diaklimatisasikan sebelumnya melalui pengenceran salinitas dengan air tawar yang telah ditambahkan kalsium 50 ppm dan kalium 25 ppm secara gradual dari stadia PL₂₀ hingga PL₂₄ selama 4 hari. Rancangan percobaan berupa rancangan acak lengkap dengan perlakuan yang diterapkan berupa waktu penggantian pakan alami oleh pakan buatan pada hari ke-1 (A), ke-7 (B), ke-14 (C), ke-21 (D) dan pakan alami (E) selama masa pemeliharaan dengan perulangan sebanyak 3 kali. Pakan yang diberikan berupa pakan udang komersil (kadar air 10,68%, kadar protein 40,71% bobot kering) dan pakan alami *Chironomus* sp. beku (kadar air 89,26%, kadar protein 62,76% bobot kering). Pada masing-masing wadah akuarium volume 50 liter diisi dengan air bersalinitas 2 ppt dan ditebar postlarva berjumlah 20 individu. Pemberian pakan untuk postlarva 4 kali per hari secara *ad libitum*. Penggantian air dilakukan setiap hari sebanyak 30-40% dengan air pengganti yang telah dipersiapkan sebelumnya, dan dilaksanakan sebelum pemberian pakan pada siang hari. Penyifonan sisa-sisa pakandilakukan sekali sehari sebelum penggantian air.

Variabel yang diamati beserta acuan formulasinya meliputi kelangsungan hidup postlarva (Effendie, 2002), laju pertumbuhan harian (Huisman, 1976), efisiensi pakan (Takeuchi, 1988), retensi protein (Takeuchi, 1988) dan retensi lemak (Takeuchi, 1988). Pengukuran sifat fisika dan kimia air media

meliputi suhu, salinitas, oksigen terlarut, pH, kesadahan, alkalinitas, amonia dan nitrit (APHA, 1976). Data penelitian yang diperoleh yaitu kelangsungan hidup, laju pertumbuhan harian, efisiensi pakan, retensi protein dan retensi lemak diuji secara statistik (ANOVA) dan dianalisis lanjut dengan uji Duncan menggunakan program SAS versi 6.12. Data kualitas air ditabulasi dan diinterpretasikan secara deskriptif.

HASIL

Hasil pengukuran parameter fisika kimia media pemeliharaan untuk setiap perlakuan selama penelitian disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan data tersebut, secara umum masih berada dalam kisaran yang optimum untuk kehidupan postlarva udang vaname, kecuali untuk nilai amonia dan nitrit yang berada dalam kisaran yang tinggi.

Selain hasil pengukuran parameter fisika-kimia air, diperoleh juga data rerata bobot akhir, kelangsungan hidup, laju pertumbuhan harian, efisiensi pakan, retensi protein dan retensi lemak, yang disajikan pada Tabel 2. Postlarva-25 udang vaname dan media pemeliharaan yang dipergunakan selama percobaan mengacu pada hasil terbaik yang didapatkan pada hasil penelitian pendahuluan tentang aklimatisasi postlarva udang vaname yaitu berupa postlarva hasil

aklimatisasi pada media bersalinitas 2 ppt dengan kandungan kalsium 37 ppm dan kalium 51 ppm.

PEMBAHASAN

Kisaran nilai fisika kimia media pemeliharaan selama penelitian untuk parameter suhu, pH, O₂ terlarut (DO), kesadahan total dan alkalinitas masih dalam kisaran yang layak untuk pemeliharaan postlarva udang vaname sehingga mampu mendukung kelangsungan hidup dan pertumbuhan postlarva udang vaname.

Kandungan amonia dan nitrit cenderung semakin tinggi seiring waktu pemeliharaan postlarva udang vaname selama 28 hari. Nilai amonia dan nitrit yang cukup tinggi pada penelitian ini disebabkan karena proses dekomposisi sisa pakan dan sisa metabolisme postlarva udang vaname. Kandungan amonia yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada insang dan mengurangi kemampuan darah untuk mengangkut oksigen, sedangkan kandungan nitrit yang tinggi dapat menyebabkan terhambatnya pengikatan oksigen oleh darah (Boyd, 1991). Nilai kelangsungan hidup yang cukup tinggi pada penelitian ini menandakan bahwa postlarva udang vaname masih mampu mentolerir nilai amonia dan nitrit yang terkandung di media pemeliharaan selama penelitian dilaksanakan.

Tabel 1. Kisaran nilai fisika kimia air selama penelitian.

Parameter	Perlakuan (waktu penggantian pakan alami oleh pakan buatan, stadia PL)					Kisaran Optimum
	A (Hari ke-1, PL ₂₅)	B (Hari ke-7, PL ₃₂)	C (Hari ke-14, PL ₃₉)	D (Hari ke-21, PL ₄₆)	E (Pakan alami, PL ₂₅)	
Suhu (°C)	28-29	27,5-29	28-29	28-29,5	27,5-29	28-32 ^a
Salinitas (ppt)	2	2	2	2	2	15-25 ^b
pH (unit)	7,2-9,3	7,2-9,1	7,2-8,8	7,2-8,7	7,2-8,4	6,0-9,0 ^c
DO (mg/L)	5,76-6,90	5,76-6,70	5,76-6,70	5,76-6,60	5,76-6,70	3,50-7,50 ^d
Kesadahan (mg/L)	132,13- 234,23	136,64- 294,29	135,14- 300,30	138,14- 312,31	141,14- 297,30	20-150 mg/L CaCO ₃ ^e
Alkalinitas (mg/L)	67,66- 107,46	91,54- 167,16	79,60- 318,40	79,60- 318,40	75,62- 394,02	>20 mg/L CaCO ₃ ^f
Amonia (mg/l)	0,36-1,64	0,10-0,22	0,10-2,16	0,10-1,86	0,10-1,22	<0,1 mg/L ^g
Nitrit (mg/l)	0,12-2,28	0,12-1,33	0,12-1,26	0,12-1,25	0,12-0,48	<0,05 mg/L ^h

Keterangan : a. Hirono (1992) dalam Budiardi (1998)
b. Haliman dan Adijaya (2007)
c. Boyd (1991)
d. Adiwidjaya *et al.* (2003)

e. Stickney (1979)
f. Boyd (1991)
g. Liu (1989)
h. Adiwidjaya *et al.* (2003)

Tabel 2. Rerata beberapa parameter uji selama penelitian.

Parameter	Perlakuan (waktu penggantian pakan alami oleh pakan buatan, stadia PL)				
	A (Hari ke-1, PL ₂₅)	B (Hari ke-7, PL ₃₂)	C (Hari ke-14, PL ₃₉)	D (Hari ke-21, PL ₄₆)	E (Pakan alami, PL ₂₅)
Bobot akhir (gram)*	0,80 ± 0,02	0,58 ± 0,04	0,36 ± 0,02	0,28 ± 0,01	0,21 ± 0,01
Kelangsungan hidup (%)	90,00 ± 5 ^a	88,33 ± 2,89 ^a	85,00 ± 5 ^a	81,67 ± 2,89 ^a	85,00 ± 5 ^a
Laju pertumbuhan (%)*	12,10 ± 0,10 ^a	10,79 ± 0,29 ^b	8,98 ± 0,16 ^c	7,97 ± 0,14 ^d	6,87 ± 0,18 ^e
Efisiensi pakan (%) [#]	13,77 ± 0,70 ^a	13,33 ± 0,50 ^a	9,96 ± 0,50 ^b	6,45 ± 0,29 ^c	5,86 ± 0,24 ^c
Retensi protein (%) [#]	19,63 ± 1,56 ^a	19,43 ± 0,70 ^a	13,38 ± 1,05 ^b	7,62 ± 0,3 ^c	5,33 ± 0,13 ^d
Retensi lemak (%) [#]	8,85 ± 0,76 ^a	7,21 ± 0,26 ^b	5,87 ± 0,57 ^c	5,58 ± 0,24 ^c	3,23 ± 0,11 ^d

Keterangan: huruf superskrip di belakang nilai standar deviasi yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$) antar perlakuan, *: bobot basah; #: bobot kering.

Nilai kelangsungan hidup yang cukup baik ini (81,67-90%) terutama disebabkan postlarva udang vaname telah beradaptasi dengan lingkungan salinitas 2 ppt dan juga menunjukkan bahwa organ pencernaan udang stadia PL₂₅ telah bekerja dengan baik sehingga dapat memanfaatkan berbagai jenis pakan yang diberikan. Bray *et al.* (1994) menyatakan bahwa postlarva udang vaname termasuk golongan *euryhaline* yang dapat hidup dan tumbuh dengan baik pada kisaran salinitas yang tinggi, antara 1 hingga 40 ppt jika ditunjang oleh kesesuaian jenis pakan yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidupnya. Tingkat kelangsungan hidup tinggi pada perlakuan dengan waktu penggantian pakan alami oleh pakan buatan pada awal pemeliharaan selama masa pemeliharaan 28 hari terutama disebabkan oleh jenis dan jumlah pakan yang diberikan sudah sesuai dengan stadia postlarva udang vaname dan cukup mendukung kebutuhan nutrisi postlarva udang vaname untuk meningkatkan pertumbuhannya. Kelangsungan hidup postlarva udang vaname yang diperoleh pada penelitian ini lebih baik dari hasil penelitian Roy *et al.* (2007) dimana tingkat kelangsungan hidup postlarva udang vaname selama 14 hari pemeliharaan di media bersalinitas 4 ppt dengan kadar kalium 10 hingga 40 ppm berkisar antara 46,3-55,0%. Perbedaan kelangsungan hidup ini terutama disebabkan oleh perbedaan penggunaan media pemeliharaan, dimana pada penelitian ini menggunakan air laut asli yang diencerkan dengan air tawar, sedangkan penelitian pembanding menggunakan *artificial sea water*.

Cuzon *et al.* (2004) menyatakan bahwa pada salinitas rendah, udang akan memanfaatkan protein sebagai sumber asam amino untuk mempertahankan diri dari tekanan osmotik dan sebagian untuk pertumbuhan. Lebih lanjut dijelaskan bahwa laju pertumbuhan udang vaname yang dipelihara pada salinitas rendah akan lebih tinggi bila diberi pakan buatan dengan kadar protein 50% bila dibandingkan pakan buatan kadar protein 30%. Kadar protein pakan udang sebesar 40% yang digunakan pada penelitian ini, diduga telah mampu menggantikan peran pakan alami *Chironomus* sp. untuk memenuhi kebutuhan nutrisi postlarva udang vaname berkaitan dengan kondisi salinitas media yang rendah. Laju pertumbuhan udang yang lebih tinggi akan diiringi dengan semakin meningkatnya konsentrasi protein di hemolymph yang menandakan bahwa metabolisme protein meningkat ketika udang diberi pakan dengan kadar protein tinggi. Konsentrasi protein hemolymph yang tinggi menandakan bahwa pada hemolymph udang dapat menyimpan protein setelah melalui aklimasi salinitas (Marangos *et al.*, 1989; dalam Cuzon *et al.*, 2004).

Nilai efisiensi pakan adalah perbandingan antara pertambahan bobot tubuh dengan jumlah pakan yang dikonsumsi. Postlarva udang vaname yang mengkonsumsi pakan buatan pada awal pemeliharaan mempunyai nilai efisiensi pakan tertinggi yaitu 13,77%, sedangkan postlarva uji yang tidak mengkonsumsi pakan buatan (hanya pakan alami *Chironomus* sp.) mempunyai nilai efisiensi pakan terendah (5,86%) dengan pertambahan bobot paling rendah. Nilai efisiensi pakan tertinggi pada perlakuan dengan

pemberian pakan buatan di awal pemeliharaan menunjukkan bahwa saat stadia PL₂₅ telah membutuhkan pasokan nutrisi yang lebih tinggi sehingga tingkat konsumsi pakan postlarva udang vaname juga akan meningkat. Akibatnya postlarva mampu memanfaatkan energi yang terdapat dalam pakan terutama karbohidrat dan lemak pakan secara efisien untuk berbagai aktivitas hidup tanpa mengganggu porsi protein pakan yang digunakan untuk tumbuh. Hal ini membuktikan bahwa adanya perbedaan waktu penggantian pakan alami oleh pakan buatan menyebabkan pemanfaatan jumlah protein oleh postlarva udang vaname juga berbeda. Lovell (1988) menyatakan bahwa kebutuhan energi untuk *maintenance* harus dipenuhi terlebih dahulu dan apabila berlebihan, maka kelebihannya akan digunakan untuk pertumbuhan.

Rendahnya konsumsi pakan akan menyebabkan rendahnya nutrisi-nutrien pakan seperti protein dan lemak terserap oleh postlarva udang vaname sehingga protein dan lemak yang disimpan dalam tubuh juga rendah, yang pada akhirnya menyebabkan pertumbuhan biomassa postlarva semakin rendah. Kandungan protein di dalam pakan sangat berperan dalam menunjang pertumbuhan postlarva udang vaname. Pertumbuhan dan retensi protein terendah yang terdapat pada perlakuan E diduga kandungan protein dan non-protein yang terdapat pada pakan alami *Chironomus* sp. sudah tidak mampu memenuhi kebutuhan protein tubuh postlarva udang vaname untuk meningkatkan pertumbuhannya saat stadia PL₂₅ atau lebih.

Retensi lemak tertinggi dicapai oleh perlakuan A sebesar 8,85%, sedangkan terendah terdapat pada perlakuan E yaitu 3,32%. Retensi lemak menurun sejalan dengan semakin rendahnya retensi protein tubuh postlarva uji pada setiap perlakuan. Retensi lemak perlakuan A yang tinggi diduga postlarva mensintesis lemak dari nutrisi non lemak. Hasil analisis proksimat pakan menunjukkan bahwa pada perlakuan yang diberikan pakan buatan menerima sumber energi dari non-protein (BETN) pakan yang relatif tinggi dibandingkan yang hanya diberi pakan alami *Chironomus* sp. selama masa pemeliharaan. Hal ini kemungkinan me-

nyebabkan terjadi sintesis lemak yang berasal dari karbohidrat (glukosa) yang terjadi pada organ hati dan jaringan lemak (Linder, 1992). Selanjutnya, untuk dapat menekan biaya penggunaan pakan alami yang mahal dan kurang praktis, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang waktu penggantian pakan alami dengan pakan buatan pada stadia postlarva udang vaname yang lebih muda ketika dipelihara di media bersalinitas rendah.

KESIMPULAN

Pemberian pakan buatan yang diberikan pada awal masa pemeliharaan (stadia PL₂₅) yaitu segera setelah masa aklimatisasi salinitas dari 20 ppt hingga 2 ppt selesai dilakukan, memberikan kelangsungan hidup dan pertumbuhan postlarva udang vaname yang terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwidjaya, D., Rahardjo, S.P., Sutikno, E., Sugeng, Subiyanto, 2003. Petunjuk teknis budidaya udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*) sistem tertutup yang ramah lingkungan. Departemen Kelautan dan Perikanan Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau, Jepara.
- American Public Health Association (APHA). 1976. Standard methods for the examination of water and wastewater. 4th edition. American Public Health Association, Washington DC. 1193 p.
- Boyd, C.E., 1991. Water Quality Management and Aeration in Shrimp Farming. Pedoman Teknis dan Proyek Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Jakarta.
- Bray, W.A., Lawrence, A.L., Leung-Trujillo, J.R., 1994. The effect of salinity on growth and survival of *Penaeus vannamei*, with observations on the interaction of IHHN virus and salinity. *Aquaculture* 122, 133–146.
- Budiardi, T., 1998. Evaluasi kualitas air, pengelolaan air dan produksi udang windu *Penaeus monodon* Fabr. pada budidaya intensif. [Tesis] IPB: Bogor.
- Cuzon, G., Lawrence, A., Gaxiol, G., Rosa,

- C., Guillaume, J., 2004. Nutrition of (*Litopenaeus vannamei*) reared in tanks or in ponds. *Aquaculture* 235, 513–551.
- Davis, D.A., Saoud, I.P., McGraw, W.J., Rouse, D.B., 2002. Consideration for (*Litopenaeus vannamei*) reared in inland low salinity waters. In: Cruz-Suarez I.E., Rieque-Marie D., Tapia-Salazar M., Gaxiola-Cortes M.G., Simoes, N. (Eds.). *Avances en nutrición acuícola VI memories del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola 3 al 6 de September del 2002*. Cancun, Quintana Roo. p 73–90.
- Effendie, M.I., 2002. *Biologi Perikanan*. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusatama.
- Haliman, R.W., Adijaya, D., 2007. *Udang Vannamei*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Huisman, E.A., 1976. Food conversion efficiencies at maintenance and production level of carp, *Cyprinus carpio* and rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Aquaculture* 9, 259–273.
- Linder, M.C., 1992. *Biokimia Nutrisi dan Metabolisme dengan Pemakaian secara Klinis*. Departement of Chemistry, California State University, Fullerton. Penerjemah Aminuddin Parakkasi. UI Press.
- Liu, C.I., 1989. Shrimp disease, prevention and treatment. Di dalam: Akiyama, D.M. (editor). *Proceeding of the Southeast Asia Shrimp farm management workshop*. USA: Soybeans, America Soybean Association. p 64–74.
- Lovell, R.T., 1988. *Nutrition and feeding of fish*. New York van Nostrand Reinhold. p 11–91.
- McGraw, W.J., Davis, D.A., Teichert-Coddington, D., Rouse, D.B., 2002. Acclimation of (*Litopenaeus vannamei*) postlarvae to low salinity: influence of age, salinity endpoint, and rate of salinity reduction. *Journal of the World Aquaculture Society* 33 (1), 78–84.
- Roy, L.A., Davis, D.A., Saoud, I.P., Henry, R.P., 2007. Effects of varying levels of aqueous potassium and magnesium on survival, growth, and respiration of (*Litopenaeus vannamei*) reared in low salinity waters. *Aquaculture* 262, 461–469.
- Saoud, I.P., Davis, D.A., Rouse, D.B., 2003. Suitability studies of inland well waters for (*Litopenaeus vannamei*) culture. *Aquaculture* 217, 373–383.
- Stickney, R.R., 1979. *Principles of Warm-water Aquaculture*. John Willey and Sons. New York.
- Sugama, K., 2002. Status budidaya udang introduksi (*Litopenaeus vannamei*) dan *Litopenaeus stylirostris* serta prospek pengembangannya dalam tambak air tawar. Disampaikan dalam Temu Bisnis Udang . Makassar, 19 Oktober 2002.
- Takeuchi, T., 1988. Laboratory work chemical evaluation of dietary nutrient, in: Watanabe, T. (ed.). *Fish nutrition and mariculture*. Kanagawa Fisheries Training Centre; Japan International Cooperation Agency. Tokyo. p. 179–232.