

Glikogen dan proksimat tubuh juvenil udang vaname yang diberi pakan dengan kadar karbohidrat dan frekuensi pemberian berbeda

Glycogen and proximate content of white shrimp fed on different carbohydrate level and feeding frequency

Zainuddin*, Haryati, Siti Aslamyah

Jurusan Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10, Makassar 90245

* Surel : zainuddinlatief@yahoo.co.id

ABSTRACT

White shrimp *Litopenaeus vannamei* is one of penaeid shrimp which can be cultured either in traditional and advanced technology scale. One problem that commonly faced by pond farmer is the high price of feed with high protein content. This research was to identify the optimal level of carbohydrate and feeding frequency on glycogen deposit and chemical composition of white shrimp juvenile. Research used factorial completely randomized design with two factors in triplicates. Treatments were factor A, carbohydrate level in feed respectively A1 (30%), A2 (37%), A3 (44%), A4 (50%), and factor B daily feeding frequency respectively B1 (twice), B2 (four times), and B3 (six times) respectively. White shrimp used had an initial average body weight of 0.3 g/shrimp. Feeding level was 10% of shrimp body weight. Results showed that both factors, carbohydrate level in feed, feeding frequency and their interactions were not significantly different on glycogen deposit of white shrimp juvenile. Analysis result on chemical compositions of white shrimp juvenile consisted of protein, lipid, nitrogen-free extract, crude fiber, ash, and energy were generally increased after treatments.

Keywords: glycogen deposit, feeding frequency, chemical composition, carbohydrate level

ABSTRAK

Udang vaname *Litopenaeus vannamei* merupakan salah satu jenis udang penaeid yang dapat dibudidayakan baik dalam skala teknologi tradisional maupun skala teknologi maju. Salah satu masalah yang dihadapi para petani tambak adalah tingginya harga pakan yang disebabkan karena tingginya kandungan protein pakan. Penelitian ini bertujuan untuk menguji efek pemberian pakan dengan kadar karbohidrat dan frekuensi pemberian berbeda terhadap deposit glikogen dan komposisi kimia tubuh juvenil udang vanamei. Penelitian menggunakan desain rancangan acak lengkap pola faktorial dengan dua faktor dan setiap faktor diberi masing-masing tiga ulangan. Perlakuan yang diuji adalah faktor A, kadar karbohidrat pakan berturut-turut A1 (30%), A2 (37%), A3 (44%), A4 (50%), dan faktor B, frekuensi pemberian pakan dalam sehari berturut-turut B1 (dua kali), B2 (empat kali), dan B3 (enam kali). Udang vaname yang digunakan memiliki bobot rata-rata 0,3 g/individu. Dosis pakan ditetapkan sebesar 10% dari bobot tubuh udang dengan frekuensi pemberian pakan disesuaikan dengan perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor level karbohidrat pakan, frekuensi pemberian pakan dan kombinasi keduanya tidak berpengaruh signifikan terhadap deposit glikogen juvenil udang vaname. Hasil analisis terhadap komposisi kimia tubuh juvenil udang vaname meliputi protein, lemak, bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN), serat kasar, kadar abu dan energi secara umum mengalami peningkatan setelah diberikan perlakuan dibandingkan pada awal penelitian.

Kata kunci: deposit glikogen, frekuensi pemberian pakan, komposisi kimia, level karbohidrat

PENDAHULUAN

Budidaya udang vaname *Litopenaeus vannamei* pada lima tahun terakhir mengalami perkembangan yang pesat di Indonesia. Khusus di Sulawesi Selatan saja produksinya mencapai 8.542 ton (Dinas Kelautan dan Perikanan,

2013). Peningkatan produksi udang vaname hasil budidaya ini tentu saja membutuhkan pakan dalam jumlah yang besar. Hanya saja harga pakan udang yang tinggi menjadi kendala dalam pengembangan udang vanamei khususnya pada tambak-tambak tradisional sampai tambak semiintensif.

Upaya yang dapat dilakukan adalah dengan memproduksi pakan udang dengan harga yang lebih murah tetapi tetap memenuhi kebutuhan udang untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidupnya. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan mengurangi kandungan protein pakan dan meningkatkan kandungan karbohidrat dalam formulasi pakan. Mohanta *et al.* (2007) serta Kaushik dan Seiliez (2010) menyatakan bahwa protein dioptimalkan hanya untuk pertumbuhan, sedangkan kebutuhan energi dipenuhi dari sumber yang lain yakni karbohidrat (*protein-sparing effect by carbohydrates*). Meskipun kemampuan udang dalam mencerna karbohidrat terbatas namun kemampuan pencernaannya dapat ditingkatkan melalui peningkatan frekuensi pemberian pakan.

Peningkatan kandungan karbohidrat dalam formulasi pakan selain dapat menekan harga pakan, juga mengeliminasi buangan limbah nitrogen ke lingkungan karena menurunnya porsi kandungan protein pakan. Hasil penelitian Zainuddin *et al.* (2014) buangan limbah nitrogen lebih rendah pada level karbohidrat pakan 49% dibandingkan pada level 30%. Selain itu, peningkatan karbohidrat pakan dapat meningkatkan kadar glikogen tubuh yang sewaktu-waktu dapat digunakan oleh udang untuk aktivitas metabolisme lainnya. Qiang *et al.* (2014) menyatakan bahwa penggunaan karbohidrat pakan sebesar 40% meningkatkan kadar glikogen hati hingga 5 mg/L pada pemeliharaan juvenil tilapia GIFT selama 45 hari.

Tabel 1. Komposisi bahan baku penyusun pakan pada setiap perlakuan

Bahan baku	Jumlah (%)			
	A1	A2	A3	A4
Tepung ikan tembang	5	16	27	35
Tepung kepala udang	10	10	10	10
Tepung kedelai	30	27	25	30
Tepung jagung	10	10	10	10
Tepung dedak	24	24	19	11
Tepung terigu	17	9	5	4
Minyak ikan	2	2	2	2
Vitamin	1	1	1	1
Mineral	1	1	1	1

Keterangan:

A1 = kandungan karbohidrat pakan sebesar 50%

A2 = kandungan karbohidrat pakan sebesar 44%

A3 = kandungan karbohidrat pakan sebesar 37%

A4 = kandungan karbohidrat pakan sebesar 30%

Tabel 2. Komposisi nutrisi pakan percobaan

Bahan baku	Jumlah (%)			
	A1	A2	A3	A4
Protein	20,36	24,95	29,84	35,06
Lemak	8,52	8,72	8,86	9,79
Karbohidrat*	49,98	43,91	37,35	30,25
Kadar abu	21,14	22,46	23,95	24,89
Kadar air	8,25	6,70	7,71	9,65
Gross energy (KKal/kg pakan)	3.545	3.536	3.558	3.709

Keterangan: hasil analisis Lab. Penguji BPPBAP, Maros. 2013. Kecuali kadar air, semua fraksi dinyatakan dalam bahan kering. *Karbohidrat: bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) + serat kasar.

A1 = kandungan karbohidrat pakan sebesar 50%

A2 = kandungan karbohidrat pakan sebesar 44%

A3 = kandungan karbohidrat pakan sebesar 37%

A4 = kandungan karbohidrat pakan sebesar 30%

Hasil penelitian Gumus dan Ikiz (2009) menunjukkan bahwa level karbohidrat pakan berpengaruh signifikan terhadap komposisi kimia tubuh ikan *rainbow trout Oncorhynchus mykiss* yang dipelihara selama 13 minggu. Penggunaan juvenil udang pada penelitian ini didasarkan atas kelengkapan pencernaan yang sudah definitif dan kemampuan cerna terhadap karbohidrat sudah lebih baik dibandingkan pada fase larva. Berdasarkan uraian tersebut ingin diketahui fenomena yang terjadi pada ikan juga berlaku pula pada udang atau tidak. Oleh karena itulah dilakukan penelitian pemanfaatan karbohidrat dosis tinggi dan frekuensi pemberiannya terhadap kandungan glikogen dan komposisi kimia tubuh juvenil udang vaname.

BAHAN DAN METODE

Hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah juvenil udang vaname dengan bobot rata-rata 0,3 g/ekor. Pemeliharaan udang dilaksanakan selama 60 hari di panti pembenihan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Wadah yang digunakan dalam penelitian ini adalah akuarium kaca dengan ukuran 60×50×50 cm³. Jumlah akuarium yang digunakan sebanyak 36 buah dengan kapasitas 20L. Air yang digunakan adalah air laut yang diencerkan dengan air tawar untuk menghasilkan salinitas 20 ppt. Setiap wadah akuarium ditebari juvenil udang vaname sebanyak 20 ekor dengan tinggi air sekitar 40 cm.

Pakan yang digunakan berbentuk pelet dengan komposisi bahan baku setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1, sedangkan untuk komposisi nutrisi pakan percobaan pada Tabel 2.

Pakan yang digunakan pada penelitian ini adalah pakan buatan dengan komposisi yang telah ditentukan dan dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2. Pembuatan pakan dimulai dengan menghaluskan semua bahan kering yang digunakan. Semua bahan ditimbang sesuai dengan yang dibutuhkan dan ditempatkan dalam kantong plastik. Semua bahan pakan kering dicampur dimulai dari bahan halus dalam jumlah kecil diikuti bahan baku dalam jumlah besar, kemudian mengaduknya hingga tercampur rata. Selanjutnya ditambahkan minyak ikan, vitamin dan mineral *mix* ke dalam campuran bahan kering tersebut. Setelah tercampur merata lalu ditambahkan air hangat ke dalam campuran bahan baku pakan hingga berbentuk adonan/pasta. Adonan pakan diaduk hingga tidak melengket di tangan. Kemudian adonan tersebut dimasukkan ke dalam alat pencetak pakan dan dicetak menjadi pelet.

Pakan yang berbentuk pelet tersebut disebar secara teratur di atas nampan dan dijemur hingga kering. Pakan yang sudah kering dimasukkan ke dalam plastik yang telah diberi label dan disimpan dalam tempat yang kering. Udang diberi pakan sebanyak 10% dari biomassa udang per hari pada pemeliharaan selama penelitian. Guna mencapai tujuan penelitian yang diinginkan, juvenil udang vaname dipelihara selama dua bulan. Adapun frekuensi pemberian pakan harian yang dilakukan yaitu dua, empat, dan enam kali dalam sehari sesuai dengan perlakuan yang dicobakan.

Pengambilan sampel udang untuk determinasi glikogen tubuh juvenil dilakukan pada awal dan akhir penelitian. Sampel-sampel tersebut dikeringkan dengan oven pada suhu 70–80 °C. Setelah kering, sampel tersebut dihaluskan dengan menggunakan mortar hingga berbentuk tepung. Selanjutnya tepung ini dibungkus dengan *aluminium foil* dan dimasukkan ke dalam kantong plastik yang sebelumnya telah diberi label. Sampel tepung inilah yang digunakan untuk memperoleh data kuantitatif deposit glikogen dengan menggunakan spektrofotometer. Langkah-langkah dalam mendeterminasi glikogen mengikuti petunjuk AOAC (2010).

Pada awal percobaan pengamatan komposisi kimia tubuh udang, sebanyak lima ekor juvenil diambil secara acak untuk analisis awal komposisi tubuh. Pada akhir penelitian (hari ke-60 pemeliharaan), lima ekor juvenil diambil

secara acak dari setiap akuarium untuk analisis komposisi tubuh. Kadar air, protein kasar, lemak kasar dari pakan uji, dan tubuh ikan diukur dengan metode standar (AOAC, 2010). Kadar air diukur melalui pengeringan dalam oven pada 105 °C selama 24 jam; protein kasar dianalisis dengan metode Kjeldahl; lemak kasar dianalisis dengan metode ekstraksi ether melalui sistem Soxhlet. Analisis kadar abu dilakukan dengan pengabuan pada suhu 550 °C selama 24 jam dalam *muffle furnace*.

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan faktorial dengan rancangan dasar acak lengkap. Faktor pertama adalah level karbohidrat dalam pakan yaitu:

A1 = kandungan karbohidrat pakan sebesar 50%

A2 = kandungan karbohidrat pakan sebesar 44%

A3 = kandungan karbohidrat pakan sebesar 37%

A4 = kandungan karbohidrat pakan sebesar 30%

Masing-masing level karbohidrat diberi ulangan sebanyak tiga kali. Faktor kedua adalah frekuensi pemberian pakan masing-masing :

B1 = frekuensi pemberian pakan dua kali sehari

B2 = frekuensi pemberian pakan empat kali sehari

B3 = frekuensi pemberian pakan enam kali sehari

Setiap perlakuan frekuensi pemberian pakan diberi ulangan sebanyak tiga kali. Dengan demikian, diperoleh 12 kombinasi perlakuan masing-masing diberi ulangan sebanyak tiga kali sehingga diperoleh 36 satuan percobaan.

Parameter penelitian

Parameter pengujian dalam penelitian ini yaitu: kandungan glikogen tubuh dan komposisi proksimat tubuh

Analisis data

Data hasil kandungan glikogen dan komposisi kimia tubuh dianalisis dengan menggunakan sidik ragam. Uji pembandingan nilai tengah *Tukey* digunakan untuk membandingkan perbedaan antarperlakuan. Uji statistik dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 19.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan glikogen

Hasil penelitian menunjukkan kandungan glikogen tubuh udang vanamei pada akhir penelitian berkisar antara 16,469–34,545 mg/g sampel. Kandungan glikogen tubuh pada semua kombinasi perlakuan disajikan pada Tabel 3. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa baik faktor tunggal level karbohidrat pakan, frekuensi

Tabel 3. Kandungan glikogen tubuh udang vaname pada semua kombinasi perlakuan

Kombinasi perlakuan	Kadar glikogen (mg/g sampel)
A1B1	19,75±1,42
A1B2	17,54±1,40
A1B3	19,34±1,89
A2B1	18,34±3,30
A2B2	16,47±0,48
A2B3	18,63±2,40
A3B1	28,23±1,41
A3B2	25,41±3,36
A3B3	20,41±3,85
A4B1	17,67±3,30
A4B2	25,65±1,91
A4B3	34,55±7,52

Keterangan: hasil analisis ragam kombinasi perlakuan tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap kandungan glikogen tubuh juvenil udang vaname. Keterangan:

A1B1 = kombinasi perlakuan level karbohidrat 50% dan frekuensi pakan dua kali/hari

A1B2 = kombinasi perlakuan level karbohidrat 50% dan frekuensi pakan empat kali/hari

A1B3 = kombinasi perlakuan level karbohidrat 50% dan frekuensi pakan enam kali/hari

A2B1 = kombinasi perlakuan level karbohidrat 44% dan frekuensi pakan dua kali/hari

A2B2 = kombinasi perlakuan level karbohidrat 44% dan frekuensi pakan empat kali/hari

A2B3 = kombinasi perlakuan level karbohidrat 44% dan frekuensi pakan enam kali/hari

A3B1 = kombinasi perlakuan level karbohidrat 37% dan frekuensi pakan dua kali/hari

A3B2 = kombinasi perlakuan level karbohidrat 37% dan frekuensi pakan empat kali/hari

A3B3 = kombinasi perlakuan level karbohidrat 37% dan frekuensi pakan enam kali/hari

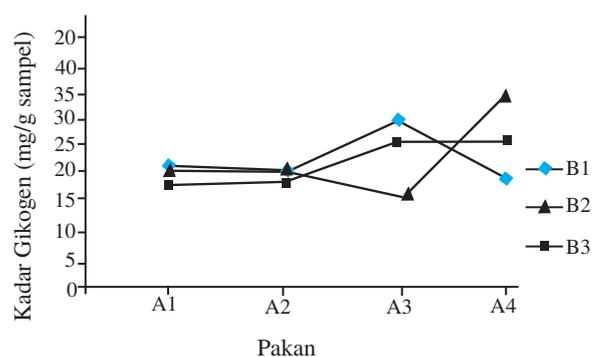
A4B1 = kombinasi perlakuan level karbohidrat 30% dan frekuensi pakan dua kali/hari

A4B2 = kombinasi perlakuan level karbohidrat 30% dan frekuensi pakan empat kali/hari

A4B3 = kombinasi perlakuan level karbohidrat 30% dan frekuensi pakan enam kali/hari

pemberian pakan dan kombinasi keduanya tidak berpengaruh signifikan ($P>0,05$) terhadap kandungan glikogen tubuh udang vaname. Hal ini menunjukkan bahwa level karbohidrat pakan sebesar 30–50% dan frekuensi pemberian pakan dua hingga enam kali sehari memberikan pengaruh yang sama terhadap kandungan glikogen tubuh udang vaname yang dipelihara di dalam wadah terkontrol.

Meskipun perlakuan tidak berpengaruh signifikan namun secara rata-rata kandungan glikogen tubuh udang vaname pada level karbohidrat pakan 37% dan semua frekuensi pemberian pakan yang diterapkan nampaknya menunjukkan hasil yang relatif lebih tinggi dibandingkan yang lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa level karbohidrat pakan 37% secara tunggal menyebabkan deposit glikogen lebih stabil dibandingkan dengan level lainnya. Kombinasi perlakuan dengan level karbohidrat pakan sebesar 40% dan frekuensi pemberian pakan empat kali sehari merupakan kombinasi perlakuan terbaik



Gambar 1. Kadar glikogen tubuh udang vaname pada level karbohidrat dan frekuensi pemberian pakan 50% (A1), 44% (A2), 37% (A3), dan 30% (A4).

terhadap laju pertumbuhan spesifik dan pencernaan karbohidrat juvenil udang vaname (Zainuddin *et al.*, 2014). Karbohidrat dan lipid merupakan komponen nutrisi penting dalam makanan udang (Gaxiola *et al.*, 2005; Velu & Munuswamy, 2007; Yang *et al.*, 2009).

Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan glikogen tubuh udang vaname seiring

dengan peningkatan frekuensi pakan (Gambar 1). Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa kadar glikogen pada kombinasi perlakuan A1B2, A2B2, A3B2 dan A4B2 lebih stabil dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini berarti bahwa frekuensi pemberian pakan empat kali sehari lebih baik dibandingkan frekuensi pemberian pakan lainnya pada semua level karbohidrat.

Menurut Silas *et al.* (1994), frekuensi pemberian pakan yang lebih banyak meningkatkan pemanfaatan karbohidrat. Pemberian pakan secara kontinu dapat meningkatkan penggunaan karbohidrat dan meningkatkan cadangan lemak melalui peningkatan proses lipogenesis. Pada beberapa spesies ikan, kandungan glikogen pada hati umumnya meningkat seiring dengan meningkatnya karbohidrat pakan (Enes *et al.*, 2009).

Komposisi kimia tubuh

Hasil analisis komposisi kimia tubuh pada semua kombinasi perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan Tabel 4 terlihat bahwa kombinasi perlakuan level karbohidrat pakan dan frekuensi pemberiannya cenderung meningkatkan kadar protein, lemak, BETN, dan energi tubuh juvenil udang vaname dibandingkan pada awal penelitian, sebaliknya serat kasar dan kadar abu cenderung mengalami penurunan. Hal ini sejalan dengan penelitian Gumus dan Ikiz (2009) yaitu peningkatan kadar karbohidrat pakan meningkatkan kadar protein dan lemak tubuh ikan *rainbow trout Oncorhynchus mykiss* dan menurunkan kadar abu tubuh. Menurut peneliti ini pengaruh peningkatan lemak tubuh lebih disebabkan oleh tingginya kadar lemak dalam pakan.

Tabel 4. Komposisi kimia tubuh (% bobot kering) pada awal dan akhir penelitian

Kombinasi perlakuan	Komposisi (%)					
	Protein kasar	Lemak kasar	Serat kasar	BETN	Abu	Energi (kkal/kg)
Awal	70,97	2,87	4,96	1,07	20,13	4.503
A1B1	71,81	4,77	4,46	0,61	18,35	4.773
A1B2	72,37	4,04	3,68	2,10	17,81	4.804
A1B3	74,99	4,20	3,12	0,80	16,89	4.895
A2B1	73,18	4,03	3,21	4,36	15,22	4.994
A2B2	71,34	5,41	4,22	2,99	16,04	4.983
A2B3	78,07	5,87	4,58	0,95	10,53	5.299
A3B1	75,09	4,58	3,77	2,27	14,29	5.042
A3B2	72,92	4,53	4,92	1,67	15,96	4.872
A3B3	70,68	6,17	4,20	3,05	15,90	5.049
A4B1	77,24	3,44	4,63	2,99	11,70	5.054
A4B2	71,54	5,67	3,93	1,46	17,40	4.931
A4B3	71,75	5,43	4,61	3,97	14,24	5.071

Keterangan: hasil analisis ragam kombinasi perlakuan tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap komposisi kimia tubuh juvenil udang vaname. BETN: bahan ekstrak tanpa nitrogen.

A1B1 = kombinasi perlakuan level karbohidrat 50% dan frekuensi pakan dua kali/hari

A1B2 = kombinasi perlakuan level karbohidrat 50% dan frekuensi pakan empat kali/hari

A1B3 = kombinasi perlakuan level karbohidrat 50% dan frekuensi pakan enam kali/hari

A2B1 = kombinasi perlakuan level karbohidrat 44% dan frekuensi pakan dua kali/hari

A2B2 = kombinasi perlakuan level karbohidrat 44% dan frekuensi pakan empat kali/hari

A2B3 = kombinasi perlakuan level karbohidrat 44% dan frekuensi pakan enam kali/hari

A3B1 = kombinasi perlakuan level karbohidrat 37% dan frekuensi pakan dua kali/hari

A3B2 = kombinasi perlakuan level karbohidrat 37% dan frekuensi pakan empat kali/hari

A3B3 = kombinasi perlakuan level karbohidrat 37% dan frekuensi pakan enam kali/hari

A4B1 = kombinasi perlakuan level karbohidrat 30% dan frekuensi pakan dua kali/hari

A4B2 = kombinasi perlakuan level karbohidrat 30% dan frekuensi pakan empat kali/hari

A4B3 = kombinasi perlakuan level karbohidrat 30% dan frekuensi pakan enam kali/hari

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa level karbohidrat dan frekuensi pemberian pakan tidak memberikan efek yang signifikan terhadap kandungan glikogen dan komposisi proksimat tubuh udang vanamei yang dipelihara dalam wadah terkontrol. Faktor tunggal level karbohidrat pakan 37% lebih baik diaplikasikan pada frekuensi pemberian empat kali per hari.

DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Assosiation of Analytical Chemists. 2010. Official Methods of Analysis of AOAC International 18th. Horwitz W, Latimer GW (ed). Gaithersburg, Maryland; AOAC International.
- Carroll NV, Longley RW, Roe JH. 1995. The determination of glycogen in liver and muscle by use of anthrone reagent. *Journal of Biological Chemistry* 220: 583–593.
- [DKP Sulsel] Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Sulawesi Selatan. 2013. Data Produksi Perikanan Sulawesi Selatan. Bagian Data Statistik Perikanan. Makassar: DKP Sulsel.
- Enes P, Panserat S, Kaushik S, Oliva-Teles A. 2009. Nutritional regulation of hepatic glucose metabolism in fish. *Fish Physiology and Biochemistry* 35: 519–539.
- Gaxiola G, Cuzon G, Garcia T, Tabeada G, Brito R, Chimal ME, Paredes A, Soto L, Rosas C, van Wormhoudt A. 2005. A factorial effects of salinity, dietary carbohydrate and molt cycle on digestive carbohydrases and hexokinases in *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). *Comparative Biochemistry and Physiology* 140: 29–39.
- Gumus E, Ikiz R. 2009. Effect of dietary levels of lipid and carbohydrate on growth performance, chemical contents and digestibility in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792. *Pakistan Veterinary Journal* 29: 59–63.
- Kaushik SJ, Seiliez I. 2010. Protein and amino acid nutrition and metabolism in fish: current knowledge and future needs. *Aquaculture Research* 41: 322–332.
- Mohanta KN, Mohanty SN, Jena JK. 2007. Protein-sparing effect of carbohydrate in silver barb *Puntius gonionotus* fry. *Aquaculture Nutrition* 13: 311–317.
- Qiang J, Yang H, He J, Wang H, Zhu ZX, Xu P. 2014. Comparative study of the effects of two high carbohydrate diets on growth and hepatic carbohydrate metabolic enzyme responses in juvenile GIFT tilapia *Oreochromis niloticus*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 14: 515–525.
- Velu CS, Munuswamy N. 2007. Composition and nutritional efficacy of adult fairy shrimp *Streptocephalus dichotomus* as live feed. *Food chemistry* 100: 1.435–1.442.
- Yang Q, Zhou X, Zhou Q, Tan B, Chi S, Dong X. 2009. Apparent digestibility of selected feed ingredients for white shrimp *Litopenaeus vannamei* Boone. *Aquaculture Research* 41: 78–86.
- Zainuddin, Haryati, Aslamyah S. 2014. Effect of dietary carbohydrate levels and feeding frequencies on growth and carbohydrate digestibility by white shrimp *Litopenaeus vannamei* under laboratory conditions. *Journal of Aquaculture Research and Development* 5: 274–277.