19

(un 1)

PROSIDING

Seminar Nasional

PERIKANAN & PENYULUHAN

2018

"Mewujudkan peran penyuluhan perikanan dalam pembangunan kelautan dan perikanan berkelanjutan"

Bogor, 20 September 2018

JILID 1

Diterbitkan oleh :

Masyarakat Ikhtiologi Indonesia

Prosiding Seminar Nasional Perikanan & Penyuluhan Jilid 1

Sekolah Tinggi Perikanan Jurusan Penyuluhan Perikanan

PANITIA :

Ketua O. D. Soebhakti Hasan | **Wakil Ketua** Dinno Sudinno |
Sekretaris Alvi Nur Yudistira | **Bendahara** Lies E. Hadie |

REVIEWER ABSTRAK :

Lenny S. Syafei | Lies E. Hadie | Azam B. Zaidy | Endang Suhaedy | Charles P.H. Simanjuntak | Dinno Sudino |
Tatty Yuniarti | Ani Leilani | Abdul Hanan | O.D. Soebhakti Hasan | Wartono Hadie | Sobariah |

PENYUNTING :

Lenny S. Syafei | Lies E. Hadie | Azam B. Zaidy | Endang Suhaedy | Charles P.H. Simanjuntak | Dinno Sudino |
Tatty Yuniarti | Ani Leilani | Abdul Hanan | O.D. Soebhakti Hasan | Wartono Hadie | Sobariah | Alvi Nur Yudistira

ISBN : 978-602-60693-5-1 (no.jil.lengkap)
978-602-60693-6-8 (jil.1)

Penerbit

Masyarakat Ikhtiologi Indonesia

Redaksi:

Masyarakat Ikhtiologi Indonesia
Gedung Widyasatwaloka
Bidang Zoologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Jl. Raya Jakarta-Bogor Km 46 Cibinong 16911
Laman : <http://ikhtiologi-indonesia.org/>
Surel : masyarakat.ikhtiologi@gmail.com
Telp. (021) 8765056

Perpustakaan Nasional RI. Data Katalog dalam Terbitan (KDT) **Seminar Nasional Perikanan dan Penyuluhan (2018 : Bogor)**

Prosiding Seminar Nasional Perikanan dan Penyuluhan : Bogor, 20
September 2018 / reviewer, Lenny S. Syafei ... [et al.] ;
penyunting, Lies E. Hadie ... [et al.]. -- Bogor : Masyarakat
Ikhtiologi Indonesia, 2018.

3 jil ; 30 cm.

Tema : Mewujudkan peran penyuluhan perikanan dalam pembangunan
kelautan dan perikanan berkelanjutan

ISBN 978-602-60693-5-1 (no.jil.lengkap)
ISBN 978-602-60693-6-8 (jil.1)

1. Perikanan -- Kongres dan konvensi. I. Judul. II. Lenny S Syafei.
639.206

Cetakan Pertama, Desember 2018

© Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun
tanpa ijin tertulis dari penerbit

KOMPOSISI NUTRIEN DAN KECERNAAN RUMPUT LAUT *Caulerpa lentillifera* J. Agard, *Palmaria palmata* L dan *Ulva lactuca* L PADA PAKAN IKAN NILA *Oreochromis niloticus*

[Composition of nutrient and nutrition of seaweed grass *Caulerpa lentillifera* J. Agard, *Palmaria palmata* L and *Ulva lactuca* L on tilapia feed *Oreochromis niloticus*]

Lusi Herawati Suryaningrum^M, Reza Samsudin

Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan
Jl. Sempur No. 1 Bogor 16129 Telp (0251) 8313200, Fax (0251) 8327890

✉ lusihera@yahoo.co.id

ABSTRAK

Rumput laut merupakan sumber daya hayati yang melimpah di perairan Indonesia dan memiliki nutrisi yang cukup lengkap sehingga pemanfaatannya sangat beragam. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan komposisi nutrisi dari rumput laut jenis *Caulerpa lentillifera* J. Agard, *Palmaria palmata* L dan *Ulva lactuca* L yang diambil di Pantai Binuangeun, Propinsi Banten; serta nilai kecernaannya pada ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Uji kecernaan dilakukan dengan pemberian pakan uji yang terdiri dari 70% pakan acuan dan 30% tepung rumput laut. Senyawa Cr_2O_3 digunakan sebagai marker dan ditambahkan ke dalam pakan acuan dan pakan uji masing-masing sebanyak 0,6%. Ikan uji yang digunakan memiliki bobot $15,14 \pm 0,27$ g dan ditebar sebanyak 15 ekor per akuarium yang diisi air sebanyak 90L. Ikan uji diberi pakan tiga kali sehari sekenyangan dan feses diambil satu jam setelah pemberian pakan. Feses kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 60°C selama 24 jam. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kecernaan bahan, protein dan lemak dari rumput laut *Caulerpa lentillifera* J. Agard, *Palmaria palmata* L dan *Ulva lactuca* L pada ikan Nila, masing-masing berkisar 64,79-67,73%; 83,31-86,57%; dan 90,31-92,56%. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa rumput laut yang digunakan dalam penelitian ini dapat dicerna dengan baik oleh ikan Nila, sehingga dapat digunakan sebagai alternatif bahan baku pada pakan ikan Nila.

Kata kunci: Binuangeun, ikan Nila, kecernaan, nutrisi, rumput laut.

ABSTRACT

Seaweed is a biological resource that is abundant in Indonesian waters and has sufficient nutrients so that its use is very diverse. The aim of this study was to determine nutrient composition of *Caulerpa lentillifera* J. Agard, *Palmaria palmata* L and *Ulva lactuca* L seaweed taken at Binuangeun Beach, Banten Province; and the value of digestibility in tilapia (*Oreochromis niloticus*). Digestion test was carried out by giving test feed consisting of 70% reference feed and 30% seaweed flour. Cr_2O_3 compounds were used as markers and added to the reference feed and test feed respectively by 0.6%. The test fish used weighs 15.14 ± 0.27 g and is stocked with 15 fish per aquarium filled with 90L of water. Test fish were fed three times a day and stool was taken one hour after feeding. The stool is then dried using an oven at a temperature of 60°C for 24 hours. The test results showed that the digestibility of ingredients, proteins and fats from seaweed *Caulerpa lentillifera* J. Agard, *Palmaria palmata* L and *Ulva lactuca* L in tilapia, each ranged from 64.79 to 67.73%; 83.31-86.57%; and 90.31-92.56%. The results indicate that seaweed used in this study can be well digested by tilapia, so that it can be used as an alternative raw material for tilapia feed.

Keywords: Binuangeun, Tilapia, digestibility, nutrients, seaweed.

Pendahuluan

Pakan masih menjadi kendala terbesar pada perikanan budidaya karena sebagian besar bahan yang terdapat pada pakan merupakan bahan impor sehingga apabila terjadi perubahan ekonomi akan berpengaruh langsung terhadap harga pakan. Upaya untuk mengurangi ketergantungan pada bahan baku impor dilakukan dengan memanfaatkan bahan baku lokal tanaman darat seperti dedak padi (Khan *et al.* 2013), daun ubi kayu (Sena *et al.* 2012) dan bungkil inti sawit (Thongprajukaew 2015). Namun pemanfaatan bahan nabati tersebut terkendala pada tingginya kandungan serat kasar yang sukar dicerna serta adanya zat anti nutrisi seperti misalnya asam fitat. Untuk itu diperlukan bahan alternatif nabati lain yang dapat dijadikan sebagai kandidat bahan baku pakan. Pencarian material alternatif tersebut masih terus dilakukan sejak dua dekade terakhir (Viscaino *et al.* 2015).

Makroalga atau rumput laut berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan baku alternatif karena memiliki kandungan nutrisi yang layak dan mudah dibudidayakan sehingga ketersediaannya akan terjamin (Wassef *et al.* 2013). Dari beberapa penelitian dilaporkan bahwa kandungan protein berkisar 10-17,44%; lemak 0,11-3,6%; abu 12,4-32,85%; serat kasar 5,74% dan BETN 41,47-59,10% dalam bahan kering (Rohani-Ghadikolaei *et al.* 2012). Keanekaragaman rumput laut di Indonesia mendorong upaya pemanfaatannya sebagai produk ekonomis untuk menggantikan bahan baku pakan ikan yang masih impor. Pada umumnya rumput laut memiliki laju pertumbuhan yang tinggi, didukung oleh potensi sumber daya alam Indonesia yang dapat memenuhi ketersediaannya. Penggunaan tepung rumput laut diharapkan dapat digunakan untuk menurunkan permintaan bahan baku impor yang selama ini menyebabkan tingginya harga pakan ikan.

Aspek penting dalam memanfaatkan bahan baku alternatif adalah evaluasi daya cerna ikan terhadap bahan tersebut. Bahan pakan yang memiliki kecernaan tinggi akan meningkatkan kinerja pertumbuhan, selain itu juga akan mengurangi limbah budidaya yang mencemari lingkungan. Dengan demikian informasi tentang kecernaan mutlak dibutuhkan dalam pemanfaatan bahan baku alternatif. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan komposisi nutrisi dari rumput laut jenis *C. lentillifera* J. Agard, *P. palmata* L dan *U. lactuca* L yang diambil di Pantai Binuangeun, Propinsi Banten; serta mengevaluasi kecernaan rumput laut tersebut pada ikan Nila (*Oreochromis niloticus*).

Bahan dan metode

Pembuatan tepung rumput laut

Rumput laut diambil dari habitat aslinya di Pantai Binuangeun, Provinsi Banten pada bulan Juli 2017. Rumput laut direndam dalam air tawar selama 30 menit dan dicuci bersih hingga tidak ada lagi pasir dan kotoran yang melekat. Selanjutnya dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 60 °C selama 24 jam, kemudian dihaluskan menggunakan mesin penepung. Tepung rumput laut yang sudah siap kemudian disimpan dalam wadah kedap udara untuk penggunaan berikutnya.

Penetapan komposisi nutrisi tepung rumput laut

Tepung rumput laut yang sudah siap, masing-masing diambil sampelnya sebanyak 50 g untuk diuji kandungan nutrisinya. Pengujian kadar air dilakukan dengan menguapkan kandungan air dalam tepung rumput laut menggunakan oven dengan suhu 105 °C hingga diperoleh bobot tetap. Kadar protein ditetapkan dengan metode Kjeldahl. Kadar lemak ditetapkan dengan ekstraksi Soxhlet menggunakan pelarut *Petroleum Benzene*. Kadar abu ditetapkan dengan mengabukan tepung rumput laut menggunakan tungku pengabuan pada suhu 600 °C selama 4 jam. Sedangkan kadar serat kasar dilakukan dengan menggunakan pelarut asam dan basa. Pengujian tiap-tiap kadar nutrisi dilakukan secara triplo. Hasil yang diperoleh kemudian digunakan untuk menentukan nilai rata-rata dan standar deviasinya.

Pembuatan pakan untuk uji pencernaan

Pakan yang digunakan untuk uji pencernaan tepung rumput laut dibuat sesuai prosedur yang dikemukakan oleh Watanabe (1988). Pakan uji dibuat dari 70% pakan acuan dan 30% tepung rumput laut. Senyawa Cr_2O_3 digunakan sebagai *marker* dan ditambahkan ke dalam pakan acuan dan pakan uji masing-masing sebanyak 0,6%. Komposisi bahan baku yang digunakan pada pakan uji dicantumkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi pakan uji pencernaan

Bahan Baku	Pakan Acuan (%)	Pakan Perlakuan (%)
Tepung ikan	25,0	17,5
Tepung bungkil kedelai	36,0	25,1
Tepung rumput laut	0,0	30,0
Pollard	25,5	17,8
Minyak ikan	3,0	2,1
Minyak jagung	3,0	2,1
Premix	3,0	2,1
Tapioka	4,0	2,8
Cr ₂ O ₃	0,5	0,5
Total	100,0	100,0

Pemeliharaan Ikan pada Uji Kecernaan

Ikan nila dengan bobot awal $15,14 \pm 0,27$ g berasal dari Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan (BRPBATPP) Bogor. Ikan diaklimatisasi terlebih dahulu selama tujuh hari, kemudian ditebar dalam akuarium berukuran 60x50x40 cm dengan volume air 90L dan padat tebar 15 ekor. Pemberian pakan dilakukan secara satiasi dengan frekuensi sebanyak tiga kali sehari yaitu pada pukul 08.00, 12.00 dan 16.00 WIB. Pengumpulan feses dilakukan selama 30 hari, dimulai pada hari keempat setelah ikan diberi pakan, dengan menyipon feses dan menampungnya. Feses diambil segera setelah dikeluarkan oleh ikan Nila. Feses yang telah terkumpul dimasukkan ke dalam oven pada suhu 40 °C selama 24 jam. Setelah itu, pakan dan feses yang telah dikumpulkan dianalisis kandungan kromium dan proksimatnya. Selama pemeliharaan, kualitas air dijaga dalam kisaran optimum. Pergantian air sebanyak 30% dilakukan setiap pagi hari. Setiap akuarium dilengkapi dengan aerasi. Kisaran nilai suhu air adalah 26,1-28°C, oksigen terlarut (DO) 3,75-7,46 mg L⁻¹ dan pH 6,5-7,5. Pengukuran suhu, DO dan pH dilakukan pada pagi hari sebelum dilakukan pergantian air dan setelah pergantian air, serta sore hari.

Hasil

Komposisi nutrisi tiap-tiap rumput laut terdapat pada Tabel 1. Kadar protein *Caulerpa lentilivera* J. Agard pada penelitian ini (15,11%BK) lebih tinggi dari rumput laut jenis *Palmaria palmata* L (12,27%BK) dan *Ulva lactuca* L (13,71%DW). Lemak pada ketiga jenis rumput laut semuanya kurang dari 1,00%BK. Komponen terbesar

yang terkandung dalam ketiga jenis rumput laut adalah karbohidrat (BETN) berkisar 40-50%BK, sedangkan komponen terbesar kedua yang terdapat pada rumput laut adalah abu. Kadar abu pada *Caulerpa lentilivera* J. Agard 34,58% BK, jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan *Ulva lactuca* L 25,02%BK dan *Palmaria palmata* L 22,73%. Kadar abu yang terdapat pada rumput laut jauh lebih tinggi daripada yang terdapat pada tanaman darat. Kadar serat kasar pada ketiga jenis rumput laut semuanya kurang dari 10,00% BK. Umumnya serat kasar yang terdapat pada rumput laut jauh lebih rendah daripada tanaman darat.

Hasil uji pencernaan tiap-tiap rumput laut pada ikan Nila terdapat pada Tabel 3. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pencernaan bahan tepung rumput laut *Ulva lactuca* L tertinggi (67,73%) jika dibandingkan dengan *Palmaria palmata* L (65,62%) dan *Caulerpa lentillifera* J. Agard (64,79%), sedangkan pencernaan protein dan lemak tepung rumput laut *Caulerpa lentillifera* J. Agard tertinggi jika dibandingkan dengan *Palmaria palmata* L dan *Ulva lactuca* L.

Tabel 2. Komposisi nutrisi tepung rumput laut

Nutrien (% BK)	<i>C. lentillifera</i> J. Agard	<i>P. palmata</i> L	<i>U. lactuca</i> L
Air	6,26 ± 0,27	5,35 ± 0,09	6,33 ± 0,09
Protein	15,11 ± 0,15	12,27 ± 0,29	13,71 ± 0,17
Lemak	0,61 ± 0,02	0,41 ± 0,09	0,54 ± 0,05
Abu	34,58 ± 1,08	25,02 ± 0,99	22,73 ± 0,95
Serat kasar	9,87 ± 0,35	8,17 ± 0,29	7,66 ± 0,18
BETN	39,83 ± 0,87	54,13 ± 1,26	55,36 ± 1,42

Keterangan: BETN (Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen). Nilai yang tertera merupakan nilai rata-rata ± standar deviasi.

Tabel 3. Pencernaan nutrisi tepung rumput laut pada ikan Nila

Rumput Laut	Pencernaan (%)		
	Bahan	Protein	Lemak
<i>C. lentillifera</i> J. Agard	64,79 ± 2,81	86,57 ± 1,37	92,56 ± 3,08
<i>P. palmata</i> L	65,62 ± 2,43	83,31 ± 4,28	90,31 ± 4,11
<i>U. lactuca</i> L	67,73 ± 3,36	84,85 ± 2,17	91,24 ± 2,05

Keterangan : Nilai yang tertera merupakan nilai rata-rata ± standar deviasi.

Pembahasan

Komponen terbesar yang terkandung dalam rumput laut adalah karbohidrat (BETN). Hal ini sejalan dengan penelitian Rohani-Ghadikolaei *et al.* (2012) yang menyebutkan bahwa karbohidrat merupakan nutrisi terbanyak yang terdapat dalam rumput laut, bahkan mencapai hingga 59,1%BK. BETN merupakan karbohidrat yang bisa dicerna oleh ikan. Komponen terbesar dalam BETN adalah karbohidrat non struktural yaitu pati atau amilum yang merupakan *intracellular energy storage* (Lahaye & Robic 2007).

Komponen terbesar kedua adalah abu, yang terdapat dalam jumlah lebih banyak daripada yang terdapat pada tanaman darat. Tingginya kadar abu pada *U. lactuca* disebabkan oleh habitatnya yang mengandung kadar garam tinggi dan mineral yang beragam (MacArtain *et al.* 2007). Variasi kadar abu yang terdapat dalam rumput laut disebabkan beberapa faktor, antara lain spesies, lokasi, geografis, musim, lingkungan, fisiologi dan proses mineralisasi (Siddique *et al.* 2013). Jika dibandingkan dengan bahan nabati darat yang biasa digunakan sebagai bahan pakan, misalnya dedak (14,75%BK) (Sirikul *et al.* 2009), polard (5,80%BK) dan jagung (1,07%BK) (Huang *et al.* 2015) maka kadar abu pada rumput laut jauh lebih tinggi. Dengan tingginya abu yang terkandung di dalamnya, maka rumput memiliki potensi sebagai bahan baku sumber mineral dalam pakan ikan.

Kadar serat kasar rumput laut pada penelitian ini semuanya kurang dari 10,00%. Umumnya serat kasar yang terdapat pada rumput laut jauh lebih rendah daripada tanaman darat. Serat kasar diketahui memiliki sifat anti nutrisi pada beberapa hewan monogastrik (Sundu *et al.* 2009). Serat kasar mengindikasikan banyaknya serat yang dapat dicerna dan mempengaruhi pencernaan energi (Jung & Allen 1995) serta menghasilkan pelet dengan kekuatan ikat lemah dan mudah hancur dalam air (Webster *et al.* 2002). Keberadaan serat kasar yang tinggi pada bahan pakan akan mempengaruhi pencernaan bahan tersebut.

Kadar protein tepung rumput laut yang digunakan pada penelitian ini berkisar 12-15%. Kandungan protein pada rumput laut sangat bervariasi, tergantung pada musim dan kondisi lingkungannya (De Oliveira *et al.* 2009). Jika dibandingkan dengan dedak (11,01%DW) (Sirikul *et al.* 2009) dan jagung (8,83%DW) (Huang *et al.* 2015) yang sering digunakan sebagai alternatif bahan baku pakan, maka protein yang terdapat pada rumput laut relatif lebih tinggi.

Lemak pada ketiga jenis rumput laut yang digunakan pada penelitian ini semuanya kurang dari 1,00%. Rumput laut bukan merupakan sumber lemak namun asam lemak tidak jenuh yang terkandung di dalamnya bisa menyamai asam lemak yang terdapat pada tanaman darat. Kandungan lemak pada rumput laut bervariasi tergantung pada spesies, lokasi geografis, musim, temperatur, salinitas dan intensitas cahaya serta interaksi berbagai faktor tersebut (Miyashita *et al.* 2013).

Kecernaan nutrisi merupakan tahap awal untuk mengevaluasi potensi bahan baku yang akan digunakan dalam pakan. Informasi nilai pencernaan bahan pakan dan kandungan nutrisinya diperlukan untuk memaksimalkan pertumbuhan ikan dengan mempertimbangkan kebutuhan nutrisi dan hasil metabolisme yang dibuang (Zhou *et al.* 2004). Kecernaan menunjukkan banyaknya komposisi nutrisi yang diserap dan digunakan untuk pertumbuhan serta proses metabolisme (NRC 2011). Hasil penelitian (Tabel 3) menunjukkan bahwa ikan Nila mampu mencerna tepung *U. lactuca* L sebesar 67,73%, paling tinggi jika dibandingkan dengan *P. palmata* L (65,62%) dan *C. lentillifera* J. Agard (64,79%). Hal ini didukung oleh komposisi nutrisi pada ketiga jenis rumput laut tersebut. Tepung *C. lentillifera* J. Agard memiliki kadar abu dan serat kasar tertinggi jika dibandingkan dengan tepung *U. lactuca* L dan *P. palmata* L. Serat kasar dan abu termasuk dalam komponen yang tidak mudah dicerna oleh ikan. Pakan dengan kandungan serat kasar tinggi dilaporkan dapat mengurangi bobot badan ikan (Hemre *et al.* 2002). Selain itu, konsumsi kadar abu tinggi dalam pakan akan menyebabkan penurunan penyerapan nutrisi yang akhirnya dapat berakibat pada penurunan pertumbuhan (Sugiura *et al.* 1998).

Nilai pencernaan protein tepung *C. lentillifera* J. Agard, *U. lactuca* L dan *P. palmata* L masuk dalam kisaran nilai yang baik bagi pencernaan protein oleh ikan. Nilai pencernaan protein pada bahan baku pakan yang baik bagi ikan berkisar 75-95% (NRC 2011). Nilai pencernaan protein tepung rumput laut tidak jauh berbeda dengan nilai pencernaan protein tepung pollard 82,87% (Ribeiro *et al.* 2011) dan 88,60% (Fontainhas-Fernandes *et al.* 1999), serta pencernaan protein tepung bungkil kedelai sebesar 87,4% (Koprucu & Ozdemir 2005).

Kecernaan lemak *C. lentillifera* J. Agard, *U. lactuca* L dan *P. palmata* L pada penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa pencernaan lemak pada ikan Nila berkisar 72-97,5% (Sklan *et al.* 2004). Meskipun kandungan lemak dalam rumput laut tergolong rendah, akan tetapi pencernaan lemak tergantung pada komposisi asam lemak dan derajat kejenuhannya. Semakin banyak

jumlah atom karbon dalam rantai asam lemak, akan membuat pencernaan lemak turun, dan semakin banyak ikatan rangkap akan meningkatkan kecernaannya. Secara umum diketahui bahwa sekitar 20-50% dari total asam lemak pada rumput laut merupakan golongan n-3 yang memiliki ikatan rangkap. Selain itu, tingginya pencernaan lemak berhubungan dengan tingginya aktivitas enzim lipase pada ikan nila (Sargent *et al.* 1989).

Simpulan

Karbohidrat (BETN) merupakan komponen terbesar yang terdapat dalam rumput laut. Rumput laut *U. lactuca* L memiliki nilai pencernaan bahan tertinggi (67,73%), sedangkan rumput laut *C. lentillifera* J. Agard memiliki nilai pencernaan protein dan lemak tertinggi, masing-masing sebesar 86,57% dan 92,56%. Ketiga jenis rumput laut yang digunakan dalam penelitian ini dapat dicerna dengan baik oleh ikan Nila, sehingga dapat digunakan sebagai alternatif bahan baku pakan untuk ikan Nila.

Daftar pustaka

- De Oliveira MN, Ponte Freitas AL, Urano Carvalho AF, Tavares Sampaio TM, Farias DF, Alves Teixeira DI, Gouveia ST, Gomes PJ, De Castro Catanho de Sena MM. 2009. Nutritive and non-nutritive attributes of washed-up seaweeds from the coast of Ceara, Brazil. *Food Chemistry*, 115: 254-259.
- Fontainhas-Fernandes A, Gomes E, Reis-Henriques MA, Coimbra J. 1999. Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of Nile tilapia: digestibility and growth performance. *Aquaculture International*, 7: 57-67.
- Hemre, GI, Mommsen TP, Krogh A. 2002. Carbohydrates in fish nutrition: effect on growth, glucose metabolism and hepatic enzymes. *Aquaculture Nutrition*, 8: 175-194.
- Huang Q, Su YB, Li F, Liu L, Huang CF, Zhu ZP, Lai CH. 2015. Effects of inclusion levels of wheat bran and body weight on ileal and fecal digestibility in growing pigs. *Asian Australas Journal Animal Science*, 28(6): 847-854.
- Jung HG, Allen MS. 1995. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. *Journal of Animal Science*, 73: 2774-2790.
- Khan MSK, Siddique MAM, Zamal H. 2013. Replacement of fish meal by plant protein sources in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) diet: growth performance and utilization. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 12(4): 864- 872.
- Koprucu K, Ozdemir Y. 2005 Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 250: 308-316.