

Gambaran profil asam amino dalam formulasi pakan ikan pada berbagai rasio tepung maggot dan tepung cacing tanah

Nina Meilisza, I Wayan Subamia

Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Ikan Hias

Surel: sirunina@yahoo.com

Abstrak

Asam amino merupakan komponen utama protein yang memiliki peran penting dalam pakan untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan. Cacing tanah telah lama diketahui sebagai salah satu pakan sumber asam protein yang dapat memberikan keragaan produksi yang baik pada induk ikan, sedangkan masih banyak jenis pakan alami lain yang juga dianggap potensial antara lain maggot. Campuran penggunaan tepung maggot dan tepung cacing tanah dalam pakan diduga meningkatkan keragaan produksi pada induk ikan hias namun rasio yang tepat di antara keduanya belum dapat ditentukan. Formulasi pakan ikan dengan rasio tepung maggot (TM) dan tepung cacing tanah (TCT) diujicobakan berdasarkan beberapa rasio yaitu A (0% TM dan 100% TCT); B (25% TM dan 75% TCT); C (50% TM dan 50% TCT); D (75% TM dan 25% TCT); dan E (100% TM dan 0% TCT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai asam amino pada perlakuan rasio 100% TCT (perlakuan A) dan 100% TM (E) selalu bergantian menempati posisi tertinggi sedangkan kombinasi rasio 50% TCT dan 50% TM (C) umumnya selalu berada pada posisi terendah. Hal ini mengindikasikan bahwa profil asam amino dari kombinasi dua jenis sumber pakan alami yang berbeda tidak menghasilkan keseimbangan namun justru mengurangi nilai asam amino yang dikandungnya.

Kata kunci: profil, asam lemak, tepung maggot, tepung cacing tanah, reproduksi ikan

Pendahuluan

Protein adalah sumber nutrisi utama yang dibutuhkan dalam pakan baik kualitas maupun kuantitasnya, protein berperan dalam pembentukan material untuk pertumbuhan makhluk hidup, dan juga penting untuk memproduksi enzim dan bahan-bahan lainnya (Steffens 1989). Protein akan terus menerus disintesis dan didegradasi dalam tubuh ikan. Suplai makanan dibutuhkan selama hidup dalam bentuk asam amino dan nitrogen non spesifik untuk pemeliharaan tubuh dan pertumbuhan (Robinson & Li 2007). Kebutuhan ikan terhadap protein tergantung pada jenis ikan, ukuran ikan, bahan pakan, kualitas protein dan lingkungan (NRC 1983).

Beberapa penelitian juga menunjukkan tingkat protein dalam pakan sebesar 30% merupakan yang optimal pada ikan *major carp* Rohu (*Labeo rohita*), dan maskoki (*Carassius auratus*) (Singh *et al.* 2006 dan Sales & Janssens 2003). Kebutuhan protein pada jenis lele juga hampir sama yaitu berkisar 32-35% (Robinson & Li 2007), begitu ikan *golden shiners* pada pemeliharaan akuarium membutuhkan sekitar 29% protein dan dalam kolam 31% protein dalam pakan (SRAC 1998).

Kualitas protein terkait dengan profil asam amino yang dikandungnya. Klasifikasi asam amino berdasarkan kemampuan tubuh untuk menyintesis dan kebutuhan metaboliknya. Klasifikasi ini dikenal dengan asam amino esensial dan non esensial. Sebagian besar hewan termasuk ikan membutuhkan 10 asam amino yaitu arginin, histidin, isoleusin, leusin, lisin, metionin, fenil alanine, treonin, triptopan dan valin (NRC 1993). Kebutuhan asam amino esensial pada ikan hias seperti ikan maskoki berkisar

3,4% sampai 11,8% (Fiogbe & Kestemont 1995) lebih tinggi dibandingkan dengan ikan konsumsi seperti sidat Jepang (*Anguillajaponica*), ikan mas (*Cyprinus carpio*), ikan lele (*Ictalurus punctatus*) dan salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) yang hanya berkisar 0,5% sampai 6,0% (NRC 1993).

Kualitas sumber bahan atau material dalam pakan sangat memengaruhi keragaman pertumbuhan ikan hias. Pakan buatan banyak direkomendasikan untuk mengatasi ketergantungan dan permasalahan pakan alami, namun kendala kemudian terjadi karena bahan baku pakan ikan seperti tepung ikan dan bahan lainnya berkompetisi dengan kebutuhan pangan manusia dan pakan hewan lainnya. FAO (2004) mencatat produksi akuakultur sejak tahun 1984 hingga tahun 2000 mengalami kemajuan yang pesat, sedangkan tepung ikan sebagai sumber protein penting dalam pakan ikan mengalami fase stagnan sejak tahun 90-an.

Sumber protein maggot sebagai substitusi dan atau pengganti tepung ikan telah dikembangkan di Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Ikan Hias. Maggot adalah larva serangga *Hermetia illucens* (Diptera, family: Stratiomyidae) atau *black soldier* yang dihasilkan melalui proses biokonversi bungkil kelapa sawit (Hem *et al.* 2008 a,b). Biokonversi juga dapat bersinergi dengan masalah lingkungan hidup yaitu pengelolaan limbah organik menjadi produk yang dapat dimanfaatkan (Fahmi *et al.* 2007)

Maggot sebagai pakan ikan hias telah diujicobakan dalam bentuk hidup namun belum pernah diujicobakan dalam bentuk tepung sebagai bahan baku utama dalam pakan ikan hias. Penelitian Rachmawati (2010) menyebutkan bahwa nilai nutrisi maggot usia 10 hingga 25 hari pasca menetas dengan media bungkil kelapa sawit memiliki kandungan protein kasar 42-46% dan lemak kasar 15-28%. Nilai nutrisi tersebut mengindikasikan bahwa maggot sangat potensial dan dapat digunakan sebagai sumber protein alternatif pengganti tepung ikan dalam pakan. Upaya substitusi ataupun penggantian tepung ikan dengan maggot sebagai sumber protein utama dalam pakan di mana bentuk atau struktur maggot yang dijadikan tepung akan memudahkan penyediaan, penyiapan, penyimpanan, serta pemrosesan pakan.

Cacing tanah sebagai pakan alami sering digunakan sebagai pakan dalam bentuk segar dan jarang digunakan dalam bentuk tepung dalam pakan. Kandungan nutrisi cacing tanah adalah sekitar 65% protein dan 10% lemak (Stafford & Tacon 1984). Cacing tanah ini sering dimanfaatkan untuk meningkatkan pertumbuhan dan kemampuan reproduksi ikan. Kombinasi antara tepung cacing tanah dan tepung maggot diharapkan memberikan profil asam amino yang seimbang antara keduanya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui profil asam amino pada kombinasi rasio tepung cacing tanah dan maggot dalam pakan ikan hias.

Bahan dan metode

Formulasi pakan ikan dengan rasio tepung maggot (TM) dan tepung cacing tanah (TCT) diujicobakan berdasarkan beberapa rasio yaitu A (0% TM dan 100% TCT); B (25% TM dan 75% TCT); C (50% TM dan 50% TCT); D (75% TM dan 25% TCT); dan E (100% TM dan 0% TCT). Nilai nutrisi pakan buatan yang diujicobakan untuk masing-masing perlakuan sesuai dengan hasil analisis proksimat disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai nutrisi pakan pada berbagai rasio tepung maggot dan tepung cacing tanah

Nilai nutrisi (g/kg kadar kering)	Perlakuan rasio tepung maggot dan tepung cacing tanah				
	A	B	C	D	E
Kadar air	44,0	22,3	89,5	85,1	83,6
Protein	357,4	373,8	356,8	364,9	387,6
Lemak	120,2	119,9	157,1	178,5	182,5
Abu	112,6	150,2	180,0	196,1	233,9
Serat kasar	122,4	154,0	154,7	119,9	87,2
Bahan ekstrak tanpa nitrogen	287,4	202,1	151,4	140,7	108,8
Energi kasar (MJkg ⁻¹)	18,13	17,03	17,23	18,08	18,23
Rasio protein energi	19,71	21,94	20,71	20,18	21,26

A (0%TM:100%TCT), B (25%TM:75%TCT), C (50%TM:50%TCT), D(75%TM:25%TCT), E (100%TM:0%TCT)

Pakan perlakuan dianalisis asam aminonya dengan menggunakan metode *Gas Chromatography* (GC) dalam % (g/g) metode Soxhlet (gravimetri). Data profil asam amino kemudian dibandingkan antar perlakuan dan disimpulkan.

Hasil dan pembahasan

Hasil analisis proksimat untuk mengetahui nilai nutrisi pakan perlakuan menunjukkan bahwa kandungan protein dan lemak (%) secara berturut-turut dari perlakuan A hingga E adalah 35,74 dan 12,02; 37,38 dan 11,99; 35,68 dan 15,71; 36,49 dan 17,85; serta 38,76 dan 18,25 sedangkan rasio protein energinya (g/MJkg⁻¹) adalah 19,71; 21,94; 20,71; 20,18; dan 21,36 (Tabel 1). Hal ini mengindikasikan bahwa tepung cacing tanah memiliki kandungan protein dalam bahan kering yang lebih rendah dibandingkan maggot. Kombinasi tepung cacing tanah dan tepung maggot dengan proporsi 50%:50% menunjukkan tingkat protein terendah.

Keberadaan berbagai perlakuan tingkat protein digunakan untuk mengetahui tingkat protein terbaik melalui pendekatan hasil penelitian yang menyarankan bahwa ikan kecil membutuhkan tingkat protein yang lebih tinggi dibandingkan ikan yang lebih besar karena metabolisme dan laju pertumbuhannya yang juga lebih tinggi (Stickney & Lovell 1977). Pernyataan Robinson & Li (2007) tentang beberapa faktor yang memengaruhi persyaratan protein pakan seperti ukuran ikan, suhu air, pemberian pakan, jumlah energi non protein dalam pakan, kualitas protein, ketersediaan pakan alami, dan praktek manajemen pakan turut menjadi pertimbangan dalam penelitian ini.

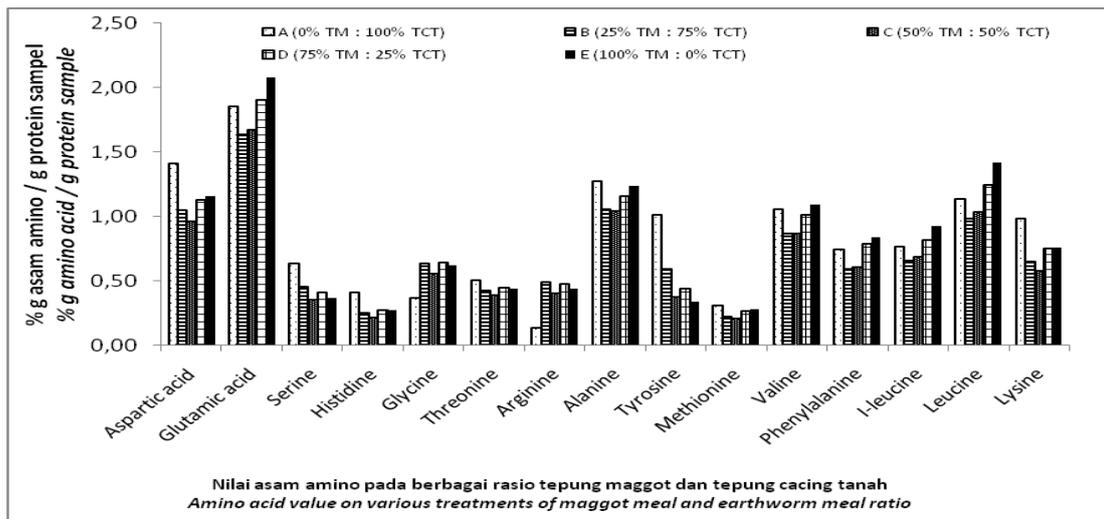
Pendekatan utama pada protein dalam hal ini asam amino karena protein digunakan untuk pertumbuhan maupun pemeliharaan tubuh sehingga secara alami semua energi yang digunakan oleh ikan berasal dari protein (Hepher & Pruginin 1981). Meskipun protein dalam pakan dapat diperoleh dari berbagai sumber namun akan berbeda kuantitas serta kualitasnya.

Penelitian pada ikan hias yang menggunakan sumber protein tepung ikan dan kasein menyebutkan bahwa kebutuhan protein sebesar 30-40% untuk ikan guppy *P. reticulata* ukuran 0,10 g dengan energi 13,10 ME, protein 29% pada ikan maskoki *C. auratus* ukuran 0,20 g dengan energi 11,72 DE dan protein 53% pada ukuran 0,008 g dengan

energi 20,3 GE, serta protein 44,9-50,1% pada ikan discus *S. aequifasciata* ukuran 4,45-4,65 g dengan energi 21,65 GE (Shim & Chua 1986, Lochman & Phillips 1994, Fiogbe & Kestemont 1995 dan Chong *et al.* 2000). Penelitian lainnya merekomendasikan kebutuhan protein pada ikan hias cichlid kepala merah *C. synspilum* sebesar 40,8% dengan energi 1,55 DE bersumber protein tepung ikan sedangkan pada ikan hias barbus *Barbodes altus* ukuran 0,81 g dengan energi 20,38 GE dan sumber protein kasein adalah 41,7% (Olvera-novoa *et al.* 1996 dan Elangovan & Shim 1997).

Kuantitas protein terukur dari nilai nitrogen yang dihasilkan melalui pengukuran analisis proksimat sedangkan kualitas protein umumnya diukur berdasarkan profil asam amino yang dikandungnya. Asam amino pada hewan termasuk didalamnya ikan berada dalam bentuk bebas atau terkait dengan protein (terhubung dalam rantai peptida). Asam amino bebas memiliki tiga bentuk asal di mana produk protein pakan terhidrolisis dari hasil penyerapan usus, sintesis *de novo* dan interkonversi serta hidrolisis akhir dari protein tubuh. Asam amino juga dapat digunakan untuk sintesis protein tubuh atau komponen nitrogen lain (asam nukleat, amina, peptida, hormon, dan sebagainya), memberikan sumber karbon untuk metabolisme menengah atau menjadi teroksidasi untuk memberi energi (Guillaume *et al.* 2001).

Pada Gambar 1 terlihat ada sembilan profil asam amino esensial dari sepuluh yang dipersyaratkan terdapat dalam kelima jenis pakan yaitu arginin, histidin, isoleusin, leusin, lisin, threonin, valine, metionin, dan fenilalanin. Asam amino semi esensial dan non esensial juga terdapat di dalam kelima jenis pakan tersebut yaitu alanin, serin, asam glutamat, asam aspartat, glisin dan tirosin. Profil asam amino tertinggi adalah asam glutamat kemudian leusin, valin, arginin, sedangkan lisin yang umumnya menjadi faktor pembatas asam amino dalam protein memiliki nilai yang cukup rendah. Lisin adalah satu dari sepuluh asam amino esensial yang dapat digunakan sebagai referensi asam amino. Ada beberapa alasan untuk memilih lisin sebagai acuan asam amino. Pertama, fungsi besar lisin dalam tubuh hewan adalah mendeposisikan jaringan protein,



Keterangan: dalam % (g/g) metode Kromatografi cair performansi tinggi.

Gambar 1. Profil asam amino pada berbagai rasio tepung maggot dan tepung cacing tanah

karena kebutuhannya tidak dipengaruhi oleh peran metabolik lainnya. Kedua, tergantung pada spesies ikan dan tipe bahan baku, lisin biasanya memiliki peran utama dalam membatasi asam amino karena diketahui bahwa kebutuhan akan lisin jauh lebih besar dibandingkan asam amino lain (Miles & Chapman 2007).

Penelitian pada ikan hias *goldfish* atau mas koki (*C. auratus*) diketahui kebutuhan lisin (% dalam protein) sekitar 11,8 dan pada ikan tilapia (*Sarotherodon mosambicus*) sekitar 3,8, *african catfish* 5,7; *channel catfish* 5,0-5,1; sedangkan benih salmon 2,0 (Mertz 1969, Harding *et al.* 1977, Robinson *et al.* 1981, Jauncey 1983; Fiogbe & Kestemont 1995, dan Fagbenro *et al.* 1999). Profil lisin pada kelima jenis pakan dalam penelitian ini menunjukkan nilai kurang 3,0 diduga karena bahan baku utama dalam pakan adalah tepung maggot dan hanya sedikit tepung ikan dan kasein sehingga meskipun nilai lisin sangat rendah, hal tersebut dianggap masih berada dalam batas toleransi seperti jenis ikan lainnya.

Profil asam amino pada setiap perlakuan menunjukkan bahwa asam glutamat, asam aspartat, alanin, leusin, dan valin secara berturut-turut adalah asam amino tertinggi dari kelima belas asam amino yang terdeteksi dalam pakan menggunakan metode kromatografi cair performansi tinggi. Nilai asam amino pada perlakuan rasio 100% TCT (perlakuan A) dan 100% TM (E) selalu bergantian menempati posisi tertinggi sedangkan kombinasi rasio 50% TCT dan 50% TM (C) umumnya selalu berada pada posisi terendah (Gambar 1). Hal ini mengindikasikan bahwa profil asam amino dari kombinasi dua jenis sumber pakan alami yang berbeda tidak menghasilkan keseimbangan namun justru mengurangi nilai asam amino yang dikandungnya.

Asam amino lainnya yang terdeteksi pada kelima jenis pakan tersebut adalah asam glutamat. Asam glutamat berfungsi sebagai sumber energi untuk otak dan banyak ditemukan dalam serum, otot, dan cairan otak, akan tetapi 60% ditemukan di tubuh dalam bentuk asam amino bebas (Greenwell 1999). Asam Glutamat adalah satu dari 20 asam amino yang memiliki kode pada kode genetik standar, rantai sampingnya adalah suatu amida, dibuat dengan mengganti rantai samping hidroksil asam glutamat dengan gugus fungsional amina.

Cowey & Tacon (1983) menyarankan bahwa kebutuhan asam amino untuk ikan sangat diperlukan dan seharusnya dihubungkan atau bahkan diatur oleh pola keberadaan asam amino yang terdapat pada jaringan otot. Ketidakseimbangan profil asam amino dalam pakan dapat menurunkan asupan makanan dan mengurangi efisiensi pemanfaatan asam amino esensial. Harper *et al.* (1964) menyatakan bahwa asam amino plasma merangsang sintesis atau menghalangi kerusakan protein dalam hati yang mengindikasikan penurunan suplai yang membatasi asam amino esensial dalam jaringan. Konsekuensinya, pola asam amino bebas dari plasma dan jaringan menjadi tidak seimbang yang terdeteksi dari sistem yang mengatur nafsu makan dalam otak. Sebagai sebuah konsekuensi, asupan makanan harus dikurangi dan pengurangan ini dalam asupan makanan adalah asal pengaruh penurunan dari ketidakseimbangan asam amino.

Tabel 2. Profil asam amino lengkap pada berbagai perlakuan rasio tepung maggot dan tepung cacing tanah

Asam amino	Kadar kering	Metode	Perlakuan rasio tepung maggot dan tepung cacing tanah				
			A	B	C	D	E
Aspartic acid	% w/w	HPLC	3,69	2,65	2,32	2,69	2,59
Glutamic acid	% w/w	HPLC	4,84	4,14	4,02	4,53	4,64
Serine	% w/w	HPLC	1,66	1,16	0,86	0,98	0,82
Histidine	% w/w	HPLC	1,09	0,65	0,53	0,65	0,61
Glycine	% w/w	HPLC	0,97	1,61	1,35	1,54	1,39
Threonine	% w/w	HPLC	1,33	1,08	0,95	1,07	0,98
Arginine	% w/w	HPLC	0,36	1,24	0,98	1,13	0,98
Alanine	% w/w	HPLC	3,33	2,68	2,5	2,76	2,76
Tyrosine	% w/w	HPLC	2,65	1,51	0,91	1,05	0,76
Methionine	% w/w	HPLC	0,83	0,57	0,52	0,64	0,64
Valine	% w/w	HPLC	2,75	2,2	2,1	2,41	2,44
Phenylalanine	% w/w	HPLC	1,95	1,5	1,46	1,87	1,88
I-leucine	% w/w	HPLC	2,01	1,67	1,65	1,95	2,07
Leucine	% w/w	HPLC	2,96	2,49	2,49	2,95	3,17
Lysine	% w/w	HPLC	2,58	1,65	1,41	1,8	1,69

A (0%TM:100%TCT), B (25%TM:75%TCT), C (50%TM:50%TCT), D(75%TM:25%TCT), E (100%TM:0%TCT)

Meski belum diketahui peranan hubungan asam amino terhadap reproduksi ataupun hubungan asam amino terhadap efektifitas asam lemak namun berdasarkan studi kasus pada *Gilthead seabream* yang diberi pakan dengan asam amino esensial yang rendah menghasilkan peningkatan jumlah titik-titik kecil lemak telur (Fernández-Palacios *et al.* 1997) seperti juga ditemukan pada *seabream* (Watanabe *et al.* 1984).

Simpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai asam amino pada perlakuan rasio 100% TCT (perlakuan A) dan 100% TM (E) selalu bergantian menempati posisi tertinggi sedangkan kombinasi rasio 50% TCT dan 50% TM (C) umumnya selalu berada pada posisi terendah. Hal ini mengindikasikan bahwa profil asam amino dari kombinasi dua jenis sumber pakan alami yang berbeda tidak menghasilkan keseimbangan namun justru mengurangi nilai asam amino yang dikandungnya.

Daftar pustaka

- Chong ASC, Hashim R, Ali AB. 2000. Dietary protein requirements for discus (*Symphysodon spp.*). *Aquac. Nutr.* 6: 275-278.
- Cowey CB, Tacon AGJ. 1983. Fish nutrition-relevance to invertebrates. In: Pruder GD, Langdon CJ, Conklin DE (eds). *Proceedings of the Second International Conference on Aquaculture Nutrition: Biochemical and Physiological Approaches to Shellfish Nutrition*. Louisiana State University, Division of Continuing Education Baton Rouge, p 13-30.

- Elangovan A, Shim KF. 1997. Growth response of juvenile *Barbodes altus* fed isocaloric diets with variable protein levels. *Aquaculture* 158: 321-329.
- Fahmi MR, Hem S, Subamia IW. 2007. Potensi maggot sebagai sumber protein alternatif. *Prosiding Seminar Nasional Perikanan II*. Universitas Gadjah Mada, 5 hlm.
- Fagbenro OA, Nwanna LC, Adebago OT. 1999. Dietary arginine requirement of the African catfish, *Clarias gariepinus*. *Journal of Applied Aquaculture* 9: 59-64.
- Fernandez-Palacios H, Izquierdo MS, Robaina L, Valencia A, Salhi M, Vergara J. 1995. Effect of n-3 HUFA level in broodstock diets on egg quality of gilthead seabream *Sparus aurata* L. *Aquaculture* 132: 325-337.
- Fiogbé ED, Kestemont P. 1995. An assessment of the protein and amino acid requirement in goldfish (*Carassius auratus*) larvae. *J. Appl. Ichthyol.* 11: 282-289.
- Greenwell I. 1999. <http://www.lef.orp/magazine/mag99/sep99-repo3.html>. (13 Februari 2007).
- Guillaume J, Kaushik S, Bergot P, Metailler R. 2001. *Nutrition and feeding of fish and crustaceans*. Praxis Publishing. UK. 408 p.
- Harding, DE, Allen OW Jr, Wilson RP. 1977. Sulfur amino acid requirement of channel catfish: L-methionine and L-cystine. *Journal of Nutrition* 107: 2031-2035.
- Harper A, Leung E, Yoshida P, Rogers QR. 1964. Some new thought on amino acid balance. *Fed. Proc.* 23 : 1087-1096.
- Hem S, Toure S, Sagbla C, Legendre M. 2008a. Bioconversion of palm kernel meal for aquaculture: Experiences from the forest region (Republic of Guinea). *African Journal of Biotechnology*, 7(8): 1192-1198.
- Hem S, Fahmi MR, Chumaidi, Maskur, Hadadi A, Supriyadi, Ediwarman, Larue M, Pouyoul L. 2008b. Valorization of palm kernel meal via bioconversion: Indonesia's initiative to address aquafeeds shortage. *Fish for the people* vol. 6 (2), 2008. SEAFDEC. Bangkok Thailand, 42 pp.
- Hepher W, Pruginin Y. 1981. *Commercial fish farming with special reference to fish culture in Israel*. John Willey and Sons. New York. ix+261 pp.
- Jauncey K. 1983. The effects of varying protein levels on the growth, food conversion, protein utilization and body composition of juvenile tilapias (*Sarotherodon mosambicus*). *Aquaculture* 27: 43-54.
- LochmannRT, Phillips H. 1994. Dietary protein requirement of juvenile golden shiners (*Notemigonus crysoleucas*) and goldfish (*Carassius auratus*) in aquaria. *Aquaculture* 128: 277-285.
- Mertz ET. 1969. Amino acid and protein requirements of fish. In: Neuhas OW, Halver JE: *Fish in research*. Academic Press, New York, London: 233-244.
- Miles RD, Chapman FA. 2007. The concept of ideal protein in formulation of aquaculture feeds. Departement of Fisheries and Aquatic Sciences, University of Florida, USA. FA144, 3 p.
- NRC (National Research Council). 1983. *Nutrient Requirements of Warm Water Fishes and Shell Fshes*. National Academy Press, Washington, DC., USA reviseded, 274 p.
- NRC (National Research Council). 1993. *Nutrient requirements of fish*. National Academy Press, Washington, DC, USA, 114 p.

- Olvera-Novoa MA, Gasca-Leyva E, Martinez-Palacios CA. 1996. The dietary protein requirements of *Cichlasoma synspilum* Hubbs, 1935 (Pisces:Cichlidae) fry. *Aquac. Res.* 27: 167–173.
- Rachmawati. 2010. *Sejarah kehidupan Hermetia illucens (Linnaeus) (Diptera: Stratiomyidae) pada bungkil kelapa sawit*. Tesis Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor. Tidak dipublikasikan. 74 hlm.
- Robinson EH, Li MH. 2007. Catfish protein nutrition: revised. Bulletin 1159, April 2007: 22 p.
- Robinson EH, Wilson RP, Poe WE. 1981. Arginine requirement and apparent absence of lysine-arginine antagonist in fingerling channel catfish. *J. Nutrition*, 111: 46-52.
- Sales J, Janssens GPJ. 2003. Nutrient requirements of ornamental fish. *Aquat. Living Resour.* 16: 533–540.
- Shim KF, Chua YL. 1986. Some studies on the protein requirement of the guppy, *Poecilia reticulata* (Peters). *J. Aquar. Aquat. Sci.* 4: 79–84.
- Singh PK, Gaur SR, Chari MS. 2006. Effect of varying protein levels on the growth of indian major carp rohu, *Labeo rohita* (Hamilton). *International Journal of Zoological Research*, 2 (2): 186-191.
- SRAC (Southern Regional Aquaculture Centre). 1998. Dietary protein and lipid requirements of golden shiners and goldfish. *Publication No.124*, March 1998, 2p.
- Stafford EA, Tacon AGJ. 1984. Nutritive value of the earthworm, *Dendrodrilus subrubicundus*, grown on domestic sewage, in trout diets. *Agricultural Wastes* 9: 249-266.
- Steffens W. 1989. *Principles of fish nutrition*. Ellis Horwood Limited Publishers. Halsted Press: a division of John Willey & Sons. England, 384 p.
- Watanabe T, Arakawa T, Kitajima C, Fujita S. 1984. Effect of nutritional quality of broodstock diets on reproduction of red seabream. *Nippon Suisan Gakkaishi* 503: 495–501.