

PERFORMANSI PERTUMBUHAN IKAN BANDENG DENGAN PEMBERIAN PAKAN TEPUNG BIOFLOK YANG DISUPLEMENTASI ASAM AMINO ESENSIAL

Usman^{*)}, Enang Harris^{**)}, Dedi Jusadi^{**)}, Eddy Supriyono^{**)}, dan
Munti Yuhana^{**)}

^{*)} Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau
Jl. Makmur Dg. Sitakka No. 129, Maros 90512, Sulawesi Selatan
E-mail: *siganus007@yahoo.com*

^{**)} Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor
Jl. Rasamala, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

(Naskah diterima: 26 September 2013; Disetujui publikasi: 23 Mei 2014)

ABSTRAK

Bioflok merupakan campuran heterogen dari mikroba, partikel, koloid, polimer organik, kation yang saling berintegrasi dan memiliki kandungan nutrisi yang dapat dimanfaatkan oleh ikan bagi pertumbuhannya. Namun beberapa kandungan asam amino esensial (AAE) tepung bioflok seperti histidine, lysine, dan methionine masih defisiensi untuk ikan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemanfaatan tepung bioflok yang disuplementasi beberapa asam amino esensial sebagai pakan ikan bandeng. Ikan uji yang digunakan adalah yuwana bandeng berukuran rata-rata 18,4 g yang dipelihara dalam bak serat kaca bervolume 250 L dengan kepadatan awal 15 ekor/bak, selama 60 hari. Perlakuan yang dicobakan adalah jenis pakan berupa: (A) tepung bioflok + asam amino esensial (histidine, lysine, dan methionine), (B) tepung bioflok, dan (C) pakan komersil, masing-masing 3 ulangan yang didisain dengan rancangan acak lengkap. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai pencernaan dan konsumsi pakan harian kedua pakan uji bioflok lebih rendah daripada pakan komersil. Laju pertumbuhan ikan, efisiensi pakan, efisiensi protein, retensi protein, retensi lemak, dan retensi methionine berbeda nyata ($P < 0,05$) di antara perlakuan dan tertinggi terjadi pada ikan yang diberi pakan komersil diikuti berturut-turut pakan tepung bioflok + AAE dan terendah pakan tepung bioflok. Laju ekskresi *total ammonia nitrogen* pada ikan yang diberi pakan tepung bioflok + AAE cenderung memiliki nilai yang lebih rendah daripada ikan yang diberi pakan tepung bioflok saja dan pakan komersil. Penambahan asam amino esensial (histidine, lysine, dan methionine) dalam tepung bioflok mampu memperbaiki pemanfaatan protein bioflok untuk pertumbuhan ikan bandeng.

KATA KUNCI: pertumbuhan, bandeng, tepung bioflok, asam amino esensial

ABSTRACT: *Milkfish growth performance fed biofloc meal with amino acid essential supplementation. By: Usman, Enang Harris, Dedi Jusadi, Eddy Supriyono, dan Munti Yuhana*

Biofloc is an integrated heterogeneous mixture of micro-organisms, particles, colloids, organic polymers and cation, which have nutritional contents for fish growth. However, the biofloc contains several essential amino acid (EAA) deficiency for fish such as histidine, lysine, and methionine. Therefore, this research aimed to analyse utilization of biofloc meal with essential amino acid supplementation as feed for milkfish grow-out. The fish tested is milkfish juvenile with initial weight of 18.4 g, reared in fibre glass tank with 250 L volume, and density of 15 fish/tank for 60 days. The treatments

were done i.e. fish test fed: (A) biofloc meal + essential amino acid (histidine, lysine, and methionine), (B) biofloc meal, and (C) commercial feed, with three replicates for each treatment in completed randomized design. The results shown that the apparent digestibility coefficient and daily feed consumption were lower ($P < 0.05$) for the both fed test of biofloc meal + EAA and biofloc meal compared to the commercial fed. Specific growth rate, feed efficiency, protein efficiency ratio, protein retention, lipid retention, and methionine retention significantly different ($P < 0.05$) among the treatments. The highest value for the variables were found in fish fed the commercial fed, followed by fish fed biofloc meal + EAA, and these lowest value in fish fed biofloc meal. The excretion rate of total ammonia nitrogen in fish fed biofloc meal + EAA tended lower than the fish fed only biofloc meal or fed commercial feed. The additional of the EAA in biofloc meal was able to improve utilization of biofloc protein for milkfish growth rate.

KEYWORDS: growth performance, milkfish, biofloc meal, essential amino acid

PENDAHULUAN

Saat ini, komponen pakan buatan untuk ikan didominasi oleh penggunaan tepung ikan sebagai sumber protein utama karena tepung ikan memiliki kandungan nutrisi yang sangat sesuai dengan kebutuhan ikan budidaya, utamanya profil asam amino esensialnya. Namun demikian, jumlah kebutuhan tepung ikan dunia semakin meningkat karena tidak hanya digunakan untuk pakan ikan tetapi juga digunakan untuk pakan babi dan *poultry* (unggas), sementara di sisi lain produksi tepung ikan cenderung stabil akibat hasil penangkapan yang stagnan. Tingginya kebutuhan protein dalam pakan ikan memberikan konsekuensi proporsi tepung ikan dalam formulasi pakan dapat mencapai 10%-50%, tergantung spesies ikannya. Pada nilai konversi pakan sekitar 1,5, maka diperlukan sebanyak 0,15-0,75 kg tepung ikan atau setara dengan 0,6-3 kg ikan rucah/segar (kadar air 75%) untuk memproduksi 1 kg ikan. Hal ini menyebabkan akuakultur yang berbasis pakan buatan dengan tepung ikan sebagai sumber protein utamanya tergolong kegiatan yang tidak menguntungkan secara ekologis. Oleh karena itu, perlu adanya alternatif sumber protein pakan yang memiliki performansi nilai nutrisi yang relatif setara dengan tepung ikan atau paling tidak dapat memenuhi kebutuhan ikan budidaya untuk tumbuh secara optimum.

Beberapa penelitian terakhir tentang nutrisi dan pakan ikan banyak difokuskan pada pencarian bahan baku sumber protein alternatif untuk menggantikan peran utama tepung ikan dalam pakan. Tepung bioflok merupakan salah satu bahan yang berpotensi dijadikan sebagai sumber protein alternatif untuk men-

substitusi penggunaan tepung ikan, khususnya dalam pakan ikan herbivora-omnivora seperti ikan bandeng. Bioflok ini merupakan campuran heterogen dari mikroba (bakteri, plankton, fungi, protozoa, ciliata, nematoda), partikel, koloid, polimer organik, kation yang saling berintegrasi cukup baik dalam air untuk tetap bertahan dari agitasi (goncangan) air yang moderat (Jorand *et al.*, 1995). Pemicu pembentukan bioflok adalah populasi bakteri heterotrof. Pada kepadatan bakteri heterotrof yang cukup tinggi dalam media akan memicu terbentuknya bioflok. Tepung bioflok ini mengandung nutrisi seperti protein (19%-40,6%), lemak (0,46%-11,6%), dan abu (7%-38,5%) yang cukup baik bagi ikan/udang budidaya (Tacon, 2000; Ekasari, 2008 & Avnimelech, 2009).

Bioflok dapat ditumbuhkan langsung dalam media budidaya secara bersamaan dengan pemeliharaan ikan budidaya dengan memanfaatkan limbah *total ammonia-nitrogen* (TAN). Penumbuhan bioflok dapat juga dilakukan dalam bio-reaktor dengan mengatur kebutuhan nutrisi bakteri heterotrof seperti rasio C/N dalam media pada kondisi aerobik (Avnimelech, 1999; Montoya & Velasco, 2000; McIntosh, 2001). Bakteri heterotrof merupakan *scavenger* yang efisien terhadap nutrisi dan selain dapat menggunakan total amonium terlarut dalam air untuk pertumbuhannya, bakteri ini juga dapat menggunakan sumber nitrogen lainnya seperti senyawa organik dari feses dan sisa pakan. Umumnya bahan organik tersebut didekomposisi dalam kondisi aerobik. Bakteri heterotrof memiliki kemampuan yang lebih cepat memanfaatkan bahan anorganik dan organik tersebut menjadi protein bakteri daripada oleh fitoplankton dan bakteri nit-

rifikasi (Montoya & Velasco, 2000; Brune *et al.*, 2003; Ebeling *et al.*, 2006), sehingga memungkinkan untuk diproduksi secara massal.

Salah satu komponen nutrisi yang sangat penting dalam tepung bioflok adalah kandungan asam amino esensialnya. Tepung bioflok dilaporkan memiliki kandungan asam amino esensial yang relatif bervariasi tergantung jenis mikroba penyusunnya. Kandungan asam amino histidine, lysine, dan methionine merupakan 3 jenis asam amino yang sangat rendah pada tepung bioflok (Tacon, 2000), khususnya dalam kaitan proporsi dengan kandungan asam esensial tubuh ikan bandeng (Usman *et al.*, 2011). Asam amino esensial yang tidak seimbang akan menyebabkan tingkat pemanfaatan protein pakan menjadi rendah. Adanya satu atau beberapa asam amino esensial yang defisien dalam pakan akan menjadi faktor pembatas, sehingga asam amino yang berlebih akan mengalami proses deaminasi dalam proses metabolisme. Hal ini akan menyebabkan ekskresi TAN ikan ke lingkungan budidaya menjadi tinggi. Salah satu upaya meningkatkan pemanfaatan protein tepung bioflok ini adalah mensuplementasi asam amino esensial yang defisien tersebut berdasarkan tingkat kebutuhan ikan budidaya. Beberapa peneliti melakukan suplementasi asam amino yang defisien berdasarkan profil asam amino tubuh ikan budidaya itu sendiri (Mambrini & Guillaume, 2001). Penelitian ini bertujuan menganalisis pemanfaatan tepung bioflok yang disuplementasi asam amino histidine, lysine dan methionine sebagai makanan bagi pertumbuhan yuwana ikan bandeng.

BAHAN DAN METODE

Tepung Bioflok

Bioflok ditumbuhkan di dalam media budidaya ikan bandeng yang dipelihara menggunakan dua bak beton berukuran 2,0 m x 1,50 m x 1,2 m dengan pergantian air yang minim (hanya mengganti air yang hilang saat penyiponan bioflok yang mengendap secara periodik). Ikan berukuran rata-rata 120 g ditebar sebanyak 75 ekor/bak. Ikan tersebut diberi pakan komersil dengan kadar protein 26%, lemak 6%, dan energi total 4.194 kkal/kg sebanyak 3%-4% dari biomassa per hari pada pagi, siang, dan sore hari. Setelah pemberian pakan pada pagi dan sore hari, ke dalam media pemeliharaan tersebut diberi C-organik (molase) sebanyak 82% dari pakan harian

(Usman *et al.*, 2010). Pada awal pemeliharaan, juga diinokulasi bakteri komersil (*Bacillus* sp.) sebanyak 1×10^6 cfu/mL untuk menginisiasi pertumbuhan bakteri menguntungkan dalam pembentukan bioflok (Usman *et al.*, 2011). Sistem aerasi diatur sedemikian rupa sehingga bahan organik dapat tersuspensi dalam media pemeliharaan dan kadar oksigen terlarut >3 mg/L. Setelah bioflok tumbuh dengan baik, maka dilakukan pemanenan dengan penyaringan menggunakan plankton *net* ukuran lubang 45 mm, lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C, kemudian ditepungkan untuk dianalisis dan bahan pakan.

Pakan Uji

Tiga jenis pakan uji yang digunakan yaitu: (A) tepung bioflok yang disuplementasi dengan asam amino esensial (AAE) histidine, lysine, dan methionine, (B) tepung bioflok tanpa suplementasi asam amino, dan (C) pakan komersil (Tabel 1). Suplementasi asam amino tersebut didasarkan atas profil asam amino bioflok dan profil asam amino tubuh ikan bandeng (Tabel 2).

Pemeliharaan Ikan

Pemeliharaan ikan bandeng untuk pengamatan pertumbuhan dilakukan dalam sembilan bak *fibre* masing-masing berukuran 80 cm x 80 cm x 60 cm yang diisi air bersalinitas 28-30 ppt masing-masing sebanyak 250 L. Ikan uji berukuran rata-rata 18,4 g dimasukkan ke dalam sembilan bak dengan kepadatan masing-masing 15 ekor/bak. Ikan tersebut diberi pakan uji pada pagi, siang, dan sore hari secara satiasi selama 60 hari. Sisa pakan yang tidak termakan disipon dan dikeringkan. Untuk mempertahankan mutu air agar tetap baik, maka dilakukan pergantian air sekitar 50%/hari. Selama penelitian, nilai kisaran media budidaya untuk salinitas antara 28-30 ppt; suhu air 27,5°C-31,0°C; oksigen terlarut 4,5-5,6 mg/L; pH 7,6-8,1; TAN 0,025-0,347 mg/L; dan nitrit 0,016-0,08 mg/L.

Perhitungan Respons Pertumbuhan dan Pemanfaatan Pakan Uji

Penilaian tingkat pemanfaatan pakan uji oleh yuwana ikan bandeng didasarkan atas beberapa parameter seperti:

Laju pertumbuhan spesifik (SGR) ikan dengan formula sebagai berikut (Schulz *et al.*, 2005):

Tabel 1. Komposisi bahan dan proksimat pakan uji (% bobot kering)

Table 1. Ingredient composition and proximate analysis of the experimental diets (% dry matter)

Bahan Ingredients	Pakan uji (Test diets)		
	Tepung bioflok + AAE ^{*)} Biofloc meal + EAA ^{*)}	Tepung bioflok Biofloc meal	Pakan komersil Commercial diet
Tepung bioflok (Biofloc meal)	98.68	99.75	
Histidine	0.385	-	
Lysine	0.477	-	
Methionine	0.210	-	
Vitamin <i>premix</i> ^{**)}	0.25	0.25	
Analisis proksimat (Proximate analysis):			
Protein	30.2	29.7	33.1
Lemak (Lipid)	2.86	2.93	6.1
Serat kasar (Crude fibre)	3.0	3.2	3.4
Abu (Ash)	24.6	25.2	12.4
Energi total (kkal/kg)	3,588	3,553	4,292
Total energy (kcal./kg)			

^{*)} AAE = Asam amonio esensial; EAA = Essential amino acid

^{**)} Vitamin *premix* (dalam 1 kg pakan/in 1 kg feed): Vit. A 3000 IU; Vit. D 500 IU; Vit. E 2 IU; Vit. K 0.5 mg; Vit. B₁ 0.5 mg; Vit. B₂ 1.25 mg; Vit. B₆ 0.125 mg; Vit. B₁₂ 3 mg; Vit. C 6.25 mg; Calcium D-Pentathenate 1.5 mg; Niacin 10 mg, dan (and) Cholin chloride 2.5 mg

Tabel 2. Komposisi AAE pakan uji dan tubuh ikan bandeng (% protein) serta rasio AAE antara pakan dan tubuh ikan (%)

Table 2. EAA composition of test diets and whole body of milkfish (% protein) as well as EAA ratio of test diets and milkfish whole body

Jenis AAE EAA kinds	Pakan uji Test diets			Tubuh ikan bandeng Milkfish whole body	Rasio AAE pakan dan tubuh ikan EAA ratio of diets and milkfish whole body (%)		
	Tep. bioflok + AAE Biofloc meal + EAA	Tep. bioflok Biofloc meal	Pakan komersil Commercial diet		Tep. bioflok + AAE Biofloc meal + EAA	Tep. bioflok Biofloc meal	Pakan komersil Commercial diet
Arginine	4.37	4.55	8.31	7.50	58.27	60.67	110.80
Histidine	3.15	1.89	3.29	4.89	64.42	38.65	67.28
I-leucine	3.18	3.16	5.71	3.93	80.92	80.41	145.29
Leucine	4.74	4.75	5.41	7.33	64.67	64.80	73.81
Lysine	4.64	3.10	5.32	7.92	58.59	39.14	67.17
Methionine	2.52	1.58	4.02	3.72	67.74	42.47	108.06
Phenylalanine	3.54	3.64	6.10	4.24	83.49	85.85	143.87
Threonine	4.70	4.78	3.93	4.91	95.72	97.35	80.04
Valine	5.10	5.05	2.99	4.55	112.10	110.99	65.71

$$\text{SGR (\%/hari)} = \frac{\ln W_e - \ln W_s}{d} \times 100 \%$$

di mana:

In adalah logaritma alamiah, W_e and W_s berturut-turut adalah bobot ikan pada akhir dan awal penelitian, dan d adalah jumlah hari pemeliharaan

Tingkat konsumsi pakan harian dihitung berdasarkan formula (Ozorio *et al.*, 2009):

$$P = \frac{T \times 100}{(\text{Bobot akhir} + \text{Bobot awal}) / 2 \times d}$$

di mana:

P = Konsumsi pakan harian (%)

T = Total konsumsi pakan (g)

d = Lama pemeliharaan (hari)

Efisiensi pakan = Pertambahan bobot biomassa (bobot basah) / Bobot konsumsi pakan (bobot kering) (Takeuchi, 1988)

Rasio efisiensi protein = Pertambahan bobot ikan (g) / Jumlah protein yang dimakan (g) (Hardy, 1989)

Sintasan (%) = (Jumlah ikan akhir penelitian / Jumlah ikan awal penelitian) \times 100%.

Retensi nutrisi (protein, lemak, histidine, lysine, dan methionine) (%) = $100 \times \{\text{Pertambahan nutrisi (g) / Jumlah konsumsi nutrisi (g)}\}$ (Takeuchi, 1988)

Pengukuran TAN Plasma Darah Ikan

Setelah pengamatan pertumbuhan ikan (60 hari pemeliharaan), dua ekor ikan dari setiap bak percobaan diambil darahnya sesaat sebelum pemberian pakan dan setelah lima jam pemberian pakan. Untuk mencegah stres selama pengambilan darah, ikan dibius menggunakan minyak cengkeh sebanyak 20 mg/L. Sampel darah sebanyak 0,5 mL diambil menggunakan spuit (*syringe*) pada bagian pembuluh darah di atas pangkal ekor ikan dan dimasukkan ke dalam *ependorf*. Pemisahan plasma dari sel darah dilakukan dengan sentrifuse berkecepatan 7.500 rpm selama sepuluh menit pada suhu 5°C (Schram *et al.*, 2010), untuk selanjutnya dianalisis kadar TAN menggunakan spektrofotometer berdasarkan APHA (1995).

Pengukuran Ekskresi TAN Ikan

Ikan uji yang digunakan adalah yuwana ikan bandeng dengan kisaran bobot 22-36 g/ekor dari kegiatan pembesaran sebelumnya. Ikan

tersebut terlebih dahulu dipuasakan selama 36 jam, lalu diberi pakan uji kembali sebanyak 1,5% dari biomassa, dan sisa pakan yang tidak termakan diambil. Pengukuran ekskresi TAN dilakukan dengan menggunakan 10 bak *fibreglass* gelas berukuran 60 cm x 40 cm x 50 cm yang diisi air laut bersalinitas 30 ppt sebanyak 60 L. Sembilan bak diisi ikan uji sebanyak 3-4 ekor/bak dengan biomassa sekitar 100 g/bak. Selain itu, satu bak diisi air yang sama tanpa ikan sebagai blanko. Selama pengukuran TAN, tidak ada sirkulasi air dan aerasi. Untuk menghindari lepasnya TAN dalam media pemeliharaan, bak tersebut ditutup dengan *styrofoam*. Pengambilan sampel air untuk pengukuran TAN dilakukan sesaat setelah ikan diberi pakan (jam ke-0), dan pengambilan berikutnya dilakukan pada jam ke-5. Pengukuran TAN air dilakukan berdasarkan pada APHA (1995), dan laju ekskresi TAN dihitung berdasarkan formula berikut (De Carvalho *et al.*, 2010):

$$X = \frac{(\text{NH}_3\text{-N})_t_1 - (\text{NH}_3\text{-N})_t_0 \times V}{g \times t}$$

di mana:

X = Ekskresi $\text{NH}_3\text{-N}$ (mg/g tubuh/jam)

$(\text{NH}_3\text{-N})_t_0$ = Konsentrasi amonia pada awal pengamatan (mg/L)

$(\text{NH}_3\text{-N})_t_1$ = Konsentrasi amonia pada akhir pengamatan (mg/L)

V = Volume air dalam wadah (L)

g = Bobot ikan (g)

t = Lama pengambilan sampel (jam)

Pengukuran Kecernaan Pakan

Pengamatan tingkat kecernaan pakan uji dilakukan dengan menambahkan kromium oksida (Cr_2O_3) sebanyak 0,75% dalam pakan uji (Takeuchi, 1988). Pakan komersial ditepung ulang, lalu ditambahkan juga 0,75% kromium oksida sebagai indikator kecernaan dan dicetak seperti pakan tepung bioflok. Wadah pemeliharaan ikan berupa tanki *conical fibreglass* bervolume 200 L yang dilengkapi dengan sistem aerasi dan pergantian air. Ikan bandeng berukuran 20-25 g ditebar dengan kepadatan 20 ekor/tanki. Ikan diberi pakan uji secara satiasi per hari dengan frekuensi dua kali sehari pada pagi dan sore hari. Beberapa saat setelah pemberian pakan, air dikeluarkan untuk membuang sisa pakan yang ada dengan membuka kran bagian bawah. Sebelum pengambilan feses, ikan diadaptasikan dengan pakan uji tersebut selama satu minggu, lalu pengumpulan feses dilakukan setiap jam untuk men-

cegah terjadi *leaching* nutrisi pada feses. Feses yang terkumpul secepatnya disimpan dalam freezer hingga cukup untuk analisis kemudian dikeringkan. Koefisien pencernaan bahan kering, protein, dan energi pakan uji dihitung dengan rumus (Takeuchi, 1988):

$$ADC (\%) = \left[1 - \left[\frac{Md \times Af}{Mf \times Ad} \right] \right] \times 100$$

di mana:

ADC = *Apparent digestibility coefficient* dari: bahan kering, protein, dan energi; Md dan Mf berturut-turut adalah kandungan kromium dalam pakan dan feses, Ad dan Af berturut-turut adalah kadar nutrisi dalam pakan dan feses

Analisis Kimia dan Statistik

Pada analisis proksimat pakan, ikan dan feses dari sampel yang *representative* dianalisis berdasarkan prosedur Takeuchi (1988). Kandungan energi total pakan berkrom dan feses diukur dengan menggunakan bomb-calorimeter. Kandungan kromium dalam sampel pakan dan feses dianalisis berdasarkan prosedur Takeuchi (1988). Komposisi asam amino pakan uji dan tubuh ikan bandeng dianalisis dengan menggunakan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC).

Peubah yang diamati berupa laju pertumbuhan ikan, tingkat konsumsi pakan, efisiensi pakan, rasio efisiensi protein, retensi nutrisi (protein, lemak, histisine, lysine, methionine), komposisi kimia tubuh, dan pencernaan nutrisi pakan dianalisis ragam dan dilanjutkan dengan uji nilai tengah BNT pada selang kepercayaan 95% (Steel & Torrie, 1995). Kandungan TAN plasma darah dan laju ekskresi TAN dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN BAHASAN

Kecernaan Pakan

Pakan yang dikonsumsi oleh ikan terlebih dahulu akan mengalami proses pencernaan sebelum diserap masuk ke dalam peredaran darah. Semakin tinggi nilai pencernaan pakan, maka peluang pemanfaatan pakan tersebut untuk sumber energi dan pertumbuhan ikan semakin besar. Hasil pengukuran nilai pencernaan pakan uji disajikan pada Tabel 3. Pada tabel tersebut terlihat bahwa nilai pencernaan pakan, baik bahan kering, protein maupun energi pakan yang mengandung tepung bioflok lebih rendah dan berbeda nyata ($P < 0,05$) dibandingkan pakan komersil. Tepung bioflok ini tersusun oleh gabungan berbagai jenis komponen seperti bakteri, jamur, plankton, protozoa, ciliata, nematoda, koloid, polimer organik, dan kation yang didominasi oleh kelompok mikroba tersebut sehingga mirip *single cell protein* (SCP). Menurut Tacon & Cooke (1980), salah satu penyebab rendahnya nilai pencernaan *single cell protein* pada ikan adalah tingginya kandungan asam nukleat dalam bahan tersebut. Selanjutnya Schneider *et al.* (2004) melaporkan bahwa SPC memiliki nilai pencernaan yang rendah dibandingkan sumber protein konvensional lainnya disebabkan oleh adanya dinding sel dan kandungan asam nukleat yang tinggi. Dinding sel SCP tersusun oleh heteropolisakarida kompleks dalam struktur karbohidrat-protein kompleks seperti mannaprotein dan glukan yang susah dicerna oleh ikan (Farkas, 1985 dalam Lee, 2002). Selain itu, tingkat pencernaan yang rendah ini juga dapat disebabkan oleh kandungan abu bioflok yang cukup tinggi (sekitar 25% pada tepung bioflok dan hanya

Tabel 3. Koefisien pencernaan pakan uji (%)

Table 3. *Apparent digestibility coefficients of test diest (%)*

Nutrien <i>Nutrients</i>	Pakan uji (<i>Test diests</i>)		
	Tep. bioflok + AAE <i>Biofloc meal + EAA</i>	Tep. bioflok <i>Biofloc meal</i>	Pakan komersil <i>Commercial diet</i>
Bahan kering (<i>Dry matter</i>)	50.3±4.8 ^a	48.4±5.6 ^a	66.5±2.9 ^b
Protein	77.1±3.7 ^a	78.2±4.3 ^a	87.3±2.1 ^b
Energi total (<i>Total energy</i>)	62.1±5.4 ^a	61.8±4.9 ^a	73.2±3.6 ^b

Nilai dalam baris yang sama diikuti oleh *superscript* yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) (*Means in the same row followed by the same superscript are not significantly different ($P > 0.05$)*)

12,4% pada pakan komersil). Menurut Lee (2002), kadar abu yang tinggi dalam bahan turut memberikan pengaruh negatif terhadap tingkat pencernaan nutrisi bahan pakan. Bioflok ini merupakan campuran mikroorganisme dengan partikel, koloid, dan ion yang saling berikatan dalam air. Air laut (salinitas 25-30 ppt) yang digunakan dalam penumbuhan bioflok ini kaya ion seperti, Cl⁻, K⁺, Na⁺, Ca⁺, Mg⁺, dan lain-lain sehingga kandungan abu dalam tepung bioflok tersebut cukup tinggi. Kadar abu yang tinggi dalam bioflok ini juga dilaporkan oleh Tacon (2000) yaitu 22,9%-38,5% bahan kering.

Setelah pemeliharaan selama 60 hari, didapatkan performansi pertumbuhan ikan bandeng dan pemanfaatan pakan uji seperti disajikan pada Tabel 4. Pada tabel tersebut terlihat bahwa laju pertumbuhan spesifik ikan, konsumsi pakan harian, efisiensi pakan, sintasan, rasio efisiensi pakan, retensi protein, dan retensi lemak terdapat perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) di antara ketiga perlakuan. Nilai peubah tersebut tertinggi terjadi pada ikan yang diberi pakan komersil, diikuti pakan tepung bioflok yang disuplementasi asam amino esensial (AAE) dan terendah pada pakan tepung bioflok tanpa suplementasi AAE.

Laju pertumbuhan yang rendah pada ikan yang diberi pakan berupa tepung bioflok saja dan tepung bioflok + AAE disebabkan karena tingkat konsumsi pakan hariannya relatif rendah (1,16%-1,27%), sementara ikan yang diberi pakan komersil memiliki tingkat konsumsi pakan harian rata-rata 2,19%. Rendahnya tingkat konsumsi pakan ini menyebabkan ekspresi potensi tumbuh ikan tidak dapat terjadi secara maksimum. Menurut Boujard (2001), tingkat konsumsi pakan harian pada ikan dipengaruhi oleh faktor nutrisi dan *palatability* pakan, faktor lingkungan (air), dan faktor tingkah laku ikan. Kondisi kualitas air selama pemeliharaan ikan cukup optimum bagi pertumbuhan ikan, sehingga tampaknya penyebab utama rendahnya tingkat konsumsi pakan adalah faktor *palatability* pakan yang mempengaruhi *appetite* ikan terhadap pakan yang hanya mengandung tepung bioflok dan tepung bioflok+AAE. Penurunan konsumsi pakan harian juga terjadi pada ikan *Oreochromis mossambicus* ketika diberi pakan yang menggunakan *single cell protein* lebih dari 40% untuk menggantikan penggunaan tepung ikan (Davies & Wareham, 1988). Selanjutnya dikatakan bahwa selain tingkat konsumsi pakan yang rendah, juga adanya

Tabel 4. Performansi pertumbuhan yuwana ikan bandeng yang diberi pakan uji

Table 4. Growth performances of juvenile milkfish fed test diets

Variabel <i>Variables</i>	Pakan uji (<i>Test diets</i>)		
	Tep. bioflok + AAE <i>Biofloc meal + EAA</i>	Tep. bioflok <i>Biofloc meal</i>	Pakan komersil <i>Commercial diet</i>
Bobot awal (<i>Initial weight</i>) (g)	18.3±0.3	18.4±0.3	18.5±0.4
Bobot akhir (<i>Final weight</i>) (g)	23.8±0.9	22.4±0.8	36.2±1.1
Laju pertumbuhan spesifik (%/hari) <i>Daily growth rate (%/day)</i>	0.43±0.06 ^b	0.32±0.04 ^a	1.12±0.06 ^c
Konsumsi pakan harian <i>Daily feed consumption (%)</i>	1.27±0.09 ^a	1.16±0.06 ^a	2.19±0.03 ^b
Efisiensi pakan (<i>Feed efficiency</i>)	0.28±0.03 ^b	0.20±0.03 ^a	0.47±0.02 ^c
Sintasan (<i>Survival rate</i>) (%)	86.7±6.7 ^{ab}	82.2±3.87 ^a	95.5±3.9 ^b
Rasio efisiensi protein <i>Protein efficiency ratio</i>	0.93±0.11 ^b	0.68±0.11 ^a	1.43±0.06 ^c
Retensi protein <i>Protein retention (%)</i>	19.21±1.28 ^b	13.57±2.30 ^a	26.71±0.67 ^c
Retensi lemak (<i>Lipid retention</i>) (%)	38.54±9.45 ^a	22.01±12.29 ^a	67.81±8.76 ^b

Nilai dalam baris yang sama diikuti oleh *superscript* yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) (*Means in the same row followed by the same superscript are not significantly different ($P > 0.05$)*)

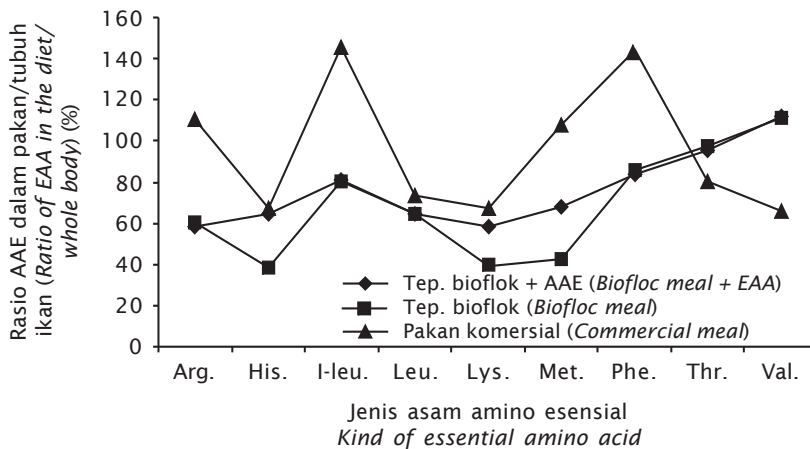
defisiensi beberapa asam amino esensial dalam *single cell protein*, sehingga menyebabkan laju pertumbuhan ikan dan efisiensi pakan menjadi rendah. Pengaruh kandungan abu tepung bioflok yang tinggi terhadap rendahnya *palatability* dan efeknya terhadap pertumbuhan ikan saat ini belum diketahui.

Ikan yang diberi pakan tepung bioflok + AAE memiliki laju pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan ikan yang hanya diberi pakan tepung bioflok. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan asam amino esensial tersebut mampu memperbaiki pemanfaatan pakan bagi pertumbuhan ikan. Beberapa asam amino esensial dalam tepung bioflok mengalami defisiensi bila dibandingkan profil asam amino tubuh ikan bandeng, utamanya histidine, lysine dan methionine. Penambahan asam amino tersebut dalam tepung bioflok (Gambar 1) mampu memberikan keseimbangan profil asam amino, sehingga pemanfaatan protein (asam amino) untuk pertumbuhan (sintesis protein tubuh) menjadi meningkat. Hal ini terlihat pada nilai efisiensi pakan, efisiensi protein dan retensi protein yang lebih tinggi pada ikan yang diberi pakan bioflok + AAE dibandingkan pada ikan yang hanya diberi pakan tepung bioflok. Nilai efisiensi protein dan retensi protein tertinggi terjadi pada ikan yang diberi pakan komersil. Hal ini disebabkan nilai perbandingan kandungan asam amino esensial dalam pakan komersil dengan tubuh ikan rata-rata lebih tinggi (kecuali valine dan threonine)

dibandingkan kedua pakan tepung bioflok yang diujikan. Selain itu, pakan komersil juga memiliki tingkat konsumsi pakan dan tingkat pencernaan protein yang tinggi daripada pakan tepung bioflok tersebut, sehingga cukup memberikan dampak baik terhadap pertumbuhan ikan bandeng.

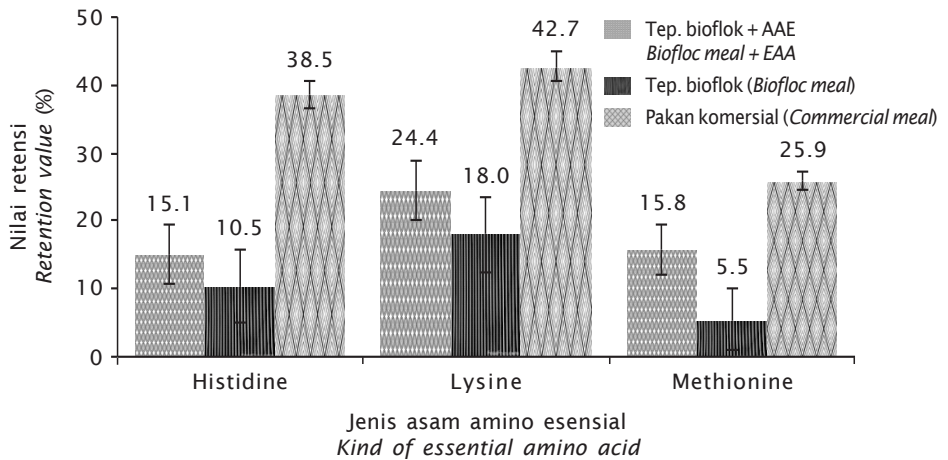
Profil asam amino pakan sangat penting dalam kaitannya dengan sintesis protein untuk pertumbuhan ikan. Profil asam amino esensial pakan yang mirip profil asam amino tubuh ikan memiliki peluang pemanfaatan untuk pertumbuhan ikan yang lebih tinggi, terutama ketika terjadi kecukupan energi dari sumber non-protein (lemak dan karbohidrat). Penambahan asam amino yang defisien dalam tepung bioflok juga menyebabkan adanya kecenderungan peningkatan pada retensi histidine dan lysine (meskipun tidak berbeda nyata, $P>0,05$) dan khususnya pada retensi methionine ($P<0,05$) dalam tubuh ikan bandeng (Gambar 2). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan asam amino histidine, lysine, dan methionine mampu memperbaiki kualitas asam amino tepung bioflok ini bagi pertumbuhan yuwana ikan bandeng.

Pada pengamatan kadar TAN plasma darah ikan, tampak bahwa sebelum pemberian pakan, rata-rata kadar TAN berkisar antara 19,43-21,27 mg/L dan meningkat menjadi rata-rata antara 27,13-27,97 mg/L setelah pemberian pakan (Gambar 3). Peningkatan kadar TAN plasma darah setelah pemberian pakan menunjukkan



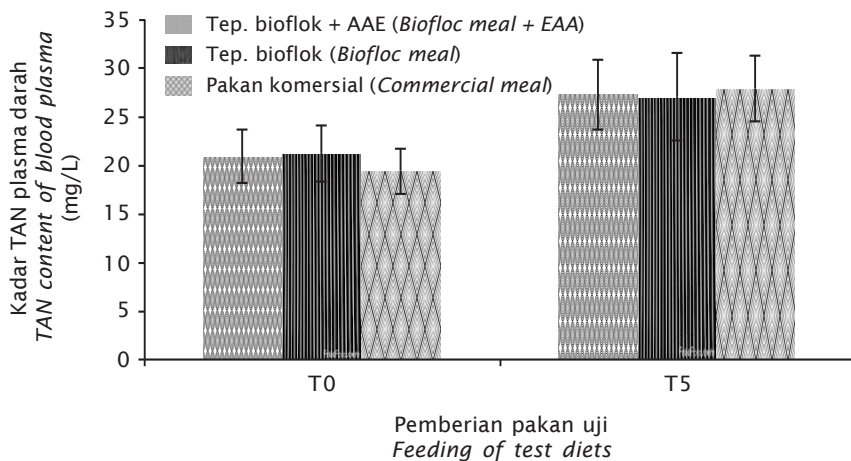
Gambar 1. Perbandingan kandungan asam amino esensial dalam pakan uji dan tubuh ikan bandeng (%)

Figure 1. The comparison of essential amino acid in the test diet and the whole body of milkfish (%)



Gambar 2. Retensi asam amino histidine, lysine, dan methionine setelah pemberian pakan pada yuwana ikan bandeng

Figure 2. Retention of amino acid histidine, lysine, and methionine after fed test diets to milkfish juvenile

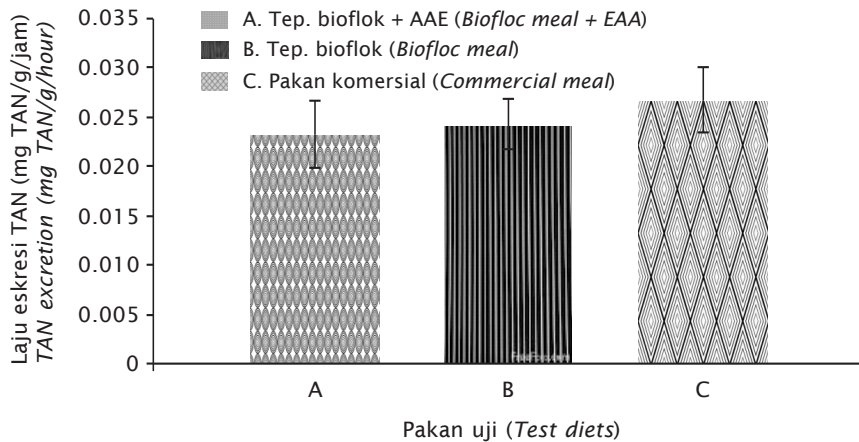


Gambar 3. Kandungan TAN dalam plasma darah ikan bandeng sebelum (T0) dan setelah (T5) pemberian pakan uji

Figure 3. TAN content of blood plasma of milkfish before (T0) and after (T5) feeding of test diets

terjadinya peningkatan proses deaminasi, sehingga sebagian asam amino dari pakan yang diserap tersebut diubah menjadi amonia. Kadar TAN plasma darah ikan baik yang diberi pakan tepung bioflok + AAE maupun yang hanya tepung bioflok memiliki nilai yang relatif sama, sedangkan ikan yang diberi pakan komersil memiliki nilai TAN plasma yang sedikit lebih tinggi meskipun juga tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) (Gambar 3).

TAN dalam darah ikan selanjutnya akan diedkresikan ke dalam air (media budidaya), sehingga salah satu indikator lain yang dapat digunakan untuk menilai tingkat pemanfaatan protein dan asam amino pakan pada ikan uji adalah mengukur laju ekskresi TAN ikan setelah pemberian pakan. Pada pengamatan laju ekskresi TAN (Gambar 4), didapatkan bahwa ikan yang diberi pakan tepung bioflok + AAE memiliki laju ekskresi TAN yang relatif lebih



Gambar 4. Laju ekskresi TAN ikan bandeng yang diberi pakan uji
 Figure 4. TAN excretion of milkfish fed test diets

rendah, meskipun tidak berbeda nyata ($P>0,05$) dibandingkan ikan yang diberi pakan tepung bioflok saja. Hal ini mendukung data tentang nilai efisiensi protein, retensi protein dan retensi asam amino pada pakan uji tersebut. Ikan uji yang diberi pakan komersial juga cenderung memiliki laju ekskresi TAN yang lebih tinggi dibandingkan kedua pakan uji bioflok, hal ini disebabkan karena ikan yang diberi pakan komersial mengkonsumsi semua pakan uji yang diberikan (1,5% bobot tubuh), sedangkan ikan yang diberi pakan uji bioflok + AAE dan bioflok saja hanya mengkonsumsi pakan sekitar 1% bobot tubuh saja.

Ikan uji yang diberi pakan bioflok + AAE dan bioflok saja memiliki komposisi proksimat tubuh yang relatif sama ($P>0,05$) dan dengan

ikan awal (Tabel 5). Namun ikan uji yang diberi pakan komersial memiliki kandungan protein dan abu yang lebih rendah, karena adanya peningkatan kandungan lemak yang cukup tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa ikan yang diberi pakan komersial ini memiliki kelebihan konsumsi energi yang lebih banyak dari pada ikan yang diberi bioflok + AAE dan bioflok saja, sehingga terjadi proses lipogenesis yang lebih intensif.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini maka disimpulkan bahwa: Tepung bioflok memiliki nilai pencernaan, tingkat *palatability*, dan konsumsi yang rendah dibandingkan pakan komersial oleh ikan bandeng. Penambahan asam

Tabel 5. Komposisi proksimat tubuh ikan bandeng yang diberi pakan uji (% bobot kering)
 Table 5. Whole body proximate composition of milkfish fed test diet (% dry weight)

Nutrien Nutrients	Ikan awal Initial fish	Akhir percobaan (The end of experiment)		
		Tep. bioflok + AAE Bioflok meal + EAA	Tep. Bioflok Bioflok meal	Pakan komersial Commercial diet
Protein kasar (Crude protein)	65.8	66.6±1.1 ^a	66.3±1.2 ^a	63.4±1.1 ^b
Lemak (Lipid)	18.2	17.2±0.9 ^a	17.3±0.6 ^a	23.3±1.2 ^b
Serat kasar (Crude fibre)	1.3	0.8±0.3 ^a	0.9±0.4 ^a	0.7±0.1 ^a
Abu (Ash)	12	12.5±0.6 ^a	12.7±0.6 ^a	11.0±0.7 ^b
BETN (NFE)	2.6	2.9±0.8 ^a	2.8±0.6 ^a	1.6±0.6 ^a

Nilai dalam baris yang sama diikuti oleh superscript yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P>0,05$) (Means in the same row followed by the same superscript are not significantly different ($P>0.05$))

amino esensial histidine, lysine, dan methionine dalam tepung bioflok mampu meningkatkan laju pertumbuhan ikan, efisiensi pakan, efisiensi protein, retensi protein, retensi methionine dan menekan laju ekskresi TAN, tetapi tidak meningkatkan konsumsi pakan ikan bandeng. Ikan bandeng yang diberi pakan tepung bioflok baik yang disuplementasi AAE maupun tanpa suplementasi AAE memiliki performansi pertumbuhan yang lebih rendah daripada yang diberi pakan komersil.

DAFTAR ACUAN

- APHA (American Public Health Association). 1995. *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*, 19th ed. American Public Health Association, Washington, DC, 1,082 pp.
- Avnimelech, Y. 1999. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture*, 176: 227-235.
- Avnimelech, Y. 2009. *Biofloc Technology*. World Aquaculture Society, Louisiana, USA, 182 pp.
- Boujard, T. 2001. Feeding behavior and regulation of food intake. In: Guillaume, J., Kaushik, S., Bergot, P., & Metailler, P. (eds). *Nutritional and Feeding of Fish and Crustaceans*. Springer-Praxis Publishing, Chichester, UK, p. 19-25.
- Brune, D.E., Schwartz, G., Eversole, A.G., Collier, J.A., & Schwedler, T.E. 2003. Intensification of pond aquaculture and high rate photosynthetic systems. *Aquaculture Engineering*, 28: 65-86.
- Davies, S.J. & Wareham, H. 1988. A preliminary evaluation of an industrial single cell protein in practical diets for tilapia (*Oreochromis mossambicus* Peters). *Aquaculture*, 73:189-199.
- De Carvalho, C.V.A., Bianchini, A., Tesser, M.B., & Sampaio, L.A. 2010. The effect of protein levels on growth, postprandial excretion and tryptic activity of juvenile mullet, *Mugil platanus* (Gunther). *Aquaculture Research*, 41: 511-518.
- Ekasari, J. 2008. Biofloc technology: *The effect different carbon source, salinity and the addition of probiotics on the primary nutritional value of the bioflocs* (M.Sc thesis). Ghent. Ghent University, Belgium, 72 pp.
- Ebeling, J.M., Timmons, M.B., & Bisogni, J.J. 2006. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture systems. *Aquaculture*, 257: 346-358.
- Hardy, R.W. 1989. Diet preparation. In: Halver J.E., editor. *Fish Nutrition*. Second Edition. Academic Press. San Diego, p. 476-549.
- Jorand, F., Zartarian, F., Thomas, F., Block, J.C., Betteru, J.V., Villemain, G., Urbain, V., & Manen, J. 1995. Chemical and structural (2nd) linkage between bacteria within activated-sludge flock. *Water Res.*, 29 (7): 1,639-1,647.
- Lee, S.M. 2002. Apparent digestibility coefficients of various feed ingredients for juvenile and grower rockfish (*Sebastes schlegelii*). *Aquaculture*, 207: 79-95.
- Mambrini, M. & Guillaume, J. 2001. Protein nutrition. In: Guillaume, J., Kaushik, S., Bergot, P. & Metailler, P. (eds). *Nutritional and Feeding of Fish and Crustaceans*. Springer-Praxis Publishing, Chichester, UK, p. 81-110.
- McIntoch, R.P. 2001. Ghargin paradigms in shrimp farming: V. Establishment of heterotrophic bacterial communities. *Global Aquaculture Advocate*, 4(1): 53-58.
- Montoya, R. & Velasco, M. 2000. Role of bacteria on nutritional and management strategies in aquaculture systems. *Global Aquaculture Advocate*, 3(2): 35-36.
- Ozorio, R.O.A., Valente, L.M.P., Correia, S., Pousao-Ferreira, P., Damasceno-Oliveira, A., Escorcia, C., & Oliva-Teles, A. 2009. Protein requirement for maintenance and maximum growth of two-banded seabream (*Diplodus vulgaris*) juveniles. *Aquaculture Nutrition*, 15: 85-93.
- Schram, E., Roques, J.A.C., Abbink, W., Spanings, T., De Vries, P., Bierman, S., Van de Vis, H., & Flik, G. 2010. The impact of elevated water ammonia concentration on physiology, growth and feed intake of African catfish (*Clarias gariepinus*). *Aquaculture*, 306: 108-115.
- Schulz, C., Knaus, U., Wirth, M., & Rennert, B. 2005. Effect of varying dietary fatty acid profile on growth performance, fatty acid, body and tissue composition of juvenile pike perch (*Sander lucioperca*). *Aquaculture Nutrition*, 11: 403-413.
- Schneider, O., Amirkolaie, A.K., Vera-Cartas, J., Eding, E.H., Schrama, J.W., & Verreth, J.A.J. 2004. Digestibility, feces recovery and related carbon, nitrogen and phosphorus balances of five feed ingredients evaluated as fish meal alternative in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. L. *Aquaculture Research*

- search*, 35: 1,370-1,379.
- Steel, R.G.D. & Torrie, J.H. 1995. *Prinsip dan Prosedur Statistika*. Alih bahasa: Bambang Sumantri. Gramedia Pusaka Utama, Jakarta, 748 hlm.
- Takeuchi, T. 1988. Laboratory work-chemical evaluation of dietary nutrients. *In: Watanabe, T. Editor. Fish Nutrition and Mariculture*. Department of Aquatic Bioscience, University of Fisheries, Tokyo, p. 179-233.
- Tacon, A.G.J. & Cooke, D.J. 1980. Nutritional value of dietary nucleic acids to trout. *Nutr. Reports Int.*, 22: 631-640.
- Tacon, A.G.J. 2000. Shrimp feeds and feeding regime in zero exchange outdoor tanks. *Global Aquaculture Advocate*, 3(2): 15-16.
- Usman, Palinggi, N.N., Harris, E., Jusadi, D., Supriyono, E., & Yuhana, M. 2010. Analisis tingkat pencernaan pakan dan limbah nitrogen (N) budidaya ikan bandeng serta kebutuhan C-organik untuk penumbuhan bakteri heterotrof (bioflok). *Jurnal Riset Akuakultur*, 5(3): 481-490.
- Usman, Harris, E., Jusadi, D., Supriyono, E., & Yuhana, M. 2011. Penumbuhan bioflok dalam media budidaya ikan bandeng. *Jurnal Riset Akuakultur*, 6(1): 41-50.