

Pertumbuhan ikan sidat yang diberi kadar protein dan rasio energi protein pakan berbeda

The growth of eel fed with different protein level and protein-energy ratio

Fitria Nawir^{1,2}, Nur Bambang Priyo Utomo^{2*}, Tatag Budiardi²

¹Balai Layanan Usaha Produksi Perikanan Budidaya Karawang, Jawa Barat
Desa Pusakajaya Utara, Kecamatan Cilebar, Kabupaten Karawang, Jawa Barat

²Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor
Kampus IPB Dramaga Bogor, Jawa Barat 16680

*Surel: nurbambang_priyoutomo@yahoo.com

ABSTRACT

The study was aimed to determine the optimum dietary protein level and energy protein ratio which can optimize growth performance of the eel *A. bicolor bicolor* on nursery phase. Four treatments and three replications were applied in this study. The treatments were P1, containing 37.66% protein with energy protein ratio 14.75 kcal GE/g (37.66%; 14.75 kcal GE/g), treatment P2 (41.30%; 13.51 kcal GE/g), treatment P3 (45.38%; 12.27 kcal GE/g), and treatment P4 (49.60%; 11.31 kcal GE/g). Eels used for this study were 6.5±0.3 g in average body weight. Eels were reared in a series of aquaria with dimension 90×40×40 cm³ and filled with 100 L of fresh water. Total weight of eel stocked in aquarium were 400 g. Eels were fed until satiated twice a day at 8 am and 4 pm for 60 days. The result showed that different protein level and energy protein ratio was significantly affected growth performance (feed consumption, specific growth rate, feed efficiency, protein retention, and lipid retention), protein and fat of whole body eels at confident limit of 5%. In contrary, there was no significant different on the survival rate, hepatosomatic index, ash content, and nitrogen free extract of the body eel. The optimal growth performance was reached by dietary protein level and energy protein ratio of 45.38%; 12.27 kcal GE/g and 49.60%; 11.31 kcal GE/g.

Keywords: *Anguilla bicolor bicolor*, energy protein ratio, feed, growth performance, protein

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menentukan kadar protein dan rasio energi protein optimum yang dapat meningkatkan kinerja pertumbuhan ikan sidat *A. bicolor bicolor* fase pendederan. Empat macam perlakuan dan tiga ulangan digunakan dalam penelitian ini. Perlakuan tersebut adalah P1 yang mengandung protein 37,66%; dengan rasio energi protein 14,75 kkal GE/g (37,66%; 14,75 kkal GE/g), perlakuan P2 (41,30%; 13,51 kkal GE/g), perlakuan P3 (45,38%; 12,27 kkal GE/g) dan perlakuan P4 (49,60%; 11,31 kkal GE/g). Bobot rata-rata ikan sidat yang digunakan adalah 6,5±0,3 g. Ikan sidat dipelihara dalam akuarium berukuran 90×40×40 cm³ dengan volume air 100 L. Total bobot ikan yang digunakan dalam setiap akuarium adalah 400 g. Ikan sidat diberi pakan sekenyangnya dengan frekuensi dua kali sehari yaitu pukul 08.00 dan pukul 16.00 WIB selama 60 hari. Hasil menunjukkan bahwa pemberian kadar protein dan rasio energi protein pakan berbeda, memberikan pengaruh nyata (P<0,05) terhadap kinerja pertumbuhan (jumlah konsumsi pakan, laju pertumbuhan spesifik, efisiensi pakan, retensi protein, retensi lemak), protein tubuh dan lemak tubuh, tetapi tidak berpengaruh nyata (P>0,05) terhadap tingkat kelangsungan hidup, indeks hepatosomatik, kadar abu, dan bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) tubuh ikan sidat. Kinerja pertumbuhan optimal dicapai oleh kadar protein dan rasio energi protein pakan 45,38%; 12,27 kkal GE/g dan 49,60%; 11,31 kkal GE/g.

Kata kunci: *Anguilla bicolor bicolor*, kinerja pertumbuhan, pakan, protein, rasio energi protein

PENDAHULUAN

Anguilla bicolor bicolor merupakan salah satu jenis ikan sidat yang banyak dibudidayakan di Indonesia dan termasuk ke dalam jenis ikan karnivora yang memiliki pertumbuhan yang

lambat. Pertumbuhan ikan sidat dalam satu siklus pemeliharaan dari benih ukuran *glass eel* (0,09–0,12 g) mencapai ukuran konsumsi (250 g) membutuhkan waktu sembilan bulan sampai dua tahun bahkan beberapa di antaranya terhenti pada ukuran 2–3 g.

Pertumbuhan ikan sidat dapat dioptimalkan melalui perbaikan kualitas pakan yang ditentukan oleh kandungan makro dan mikro nutrisi pakan meliputi protein, lemak, karbohidrat, vitamin dan mineral. Protein sebagai salah satu makro nutrisi yang menentukan kualitas pakan memiliki peran utama dalam pertumbuhan ikan karena merupakan komponen penyusun tubuh terbesar dari daging yaitu sekitar 65–75% total bobot kering dan berfungsi sebagai bahan pembentuk jaringan tubuh (Halver & Hardy, 2002). Faktor lain yang berhubungan dengan kandungan nutrisi pakan dalam menunjang pertumbuhan adalah rasio energi protein. Penentuan jumlah rasio energi protein dalam formulasi pakan penting diketahui agar energi non-protein dapat disediakan dalam jumlah yang cukup sehingga protein dapat dioptimalkan untuk pertumbuhan.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mempercepat laju pertumbuhan ikan sidat di antaranya melalui pendekatan faktor eksternal berupa penelitian tentang pakan sidat terutama pada keseimbangan protein dan rasio energi protein. Bai (2012) melaporkan bahwa protein optimum fase juvenil ikan sidat *A. japonica* adalah 44% dengan rasio protein energi 24,1 mg protein/kJ, sedangkan kandungan pakan optimum pada ikan sidat *A. marmorata* ukuran 2,29 g adalah 50% dan ukuran 21,97 g adalah 45% dengan jumlah energi metabolis terbaik sebesar 347 kcal/100 g (Cheng *et al.*, 2013).

Budidaya ikan sidat di Indonesia memiliki beberapa tahapan, salah satunya adalah tahap pendederan dengan menggunakan ikan sidat ukuran 6 g. Umumnya, aplikasi pakan pada tahap pendederan cenderung menggunakan pakan komersial yang berasal dari jenis pakan ikan karnivora seperti pakan ikan kakap, pakan ikan kerapu, dan pakan ikan bawal laut. Di lain sisi, kebutuhan nutrisi setiap ikan berbeda terutama pada kebutuhan protein dan energi. NRC (2011) menyatakan bahwa secara umum, kebutuhan protein pada ikan menurun dengan meningkatnya ukuran dan umur ikan.

Berdasarkan aplikasi pakan komersial dan penelitian-penelitian sebelumnya maka diperlukan perbaikan formulasi pakan terutama pada keseimbangan kadar protein, rasio energi protein dan tetap memperhatikan kebutuhan nutrisi setiap stadia ikan yang digunakan. Penelitian ini bertujuan menentukan kadar protein dan rasio energi protein optimum yang dapat meningkatkan kinerja pertumbuhan ikan sidat *A. bicolor bicolor* pada fase pendederan.

BAHAN DAN METODE

Ikan sidat *A. bicolor bicolor* dengan bobot rata-rata $6,5 \pm 0,30$ g/ekor dipelihara selama 60 hari menggunakan 12 unit akuarium berukuran $90 \times 40 \times 40$ cm³ dan diisi air sebanyak 100 L/ akuarium. Empat macam pakan uji yang mengandung kadar protein dan rasio energi protein berbeda dibuat dalam bentuk pelet berukuran 3 mm dan diberikan secara satiasi dengan frekuensi dua kali sehari yaitu pada pukul 08.00 dan 16.00 WIB. Setiap perlakuan terdiri atas tiga ulangan. Komposisi dan proksimat pakan uji disajikan pada Tabel 1.

Analisis proksimat dilakukan terhadap bahan baku pakan, pakan uji, tubuh ikan awal dan akhir yang terdiri atas pengukuran protein dengan metode Kjeldhal, lemak dengan metode Soxhlet untuk pakan dan Folch untuk tubuh ikan, kadar abu dengan pemanasan dalam tanur (400–600 °C), kadar air dengan pemanasan dalam oven (105–110 °C) dan serat kasar diukur dengan pelarutan dalam asam dan basa kuat serta pemanasan. Analisis proksimat dilakukan dengan metode AOAC (2005). Selanjutnya, pengukuran parameter kimia air yang diukur seperti suhu, DO, amonia, pH dilakukan pada awal, tengah dan akhir percobaan.

Data kinerja pertumbuhan meliputi jumlah konsumsi pakan (JKP), laju pertumbuhan spesifik (LPS) dan tingkat kelangsungan hidup (TKH) dihitung setiap 30 hari sekali, sedangkan data efisiensi pakan (EP), retensi protein (RP), retensi lemak (RL), indeks hepatosomatik (IHS) dan data pendukung lainnya berupa analisis proksimat tubuh ikan sidat dihitung pada akhir penelitian. Selanjutnya, nilai kualitas air dipertahankan selama pemeliharaan yaitu suhu berkisar 28–30 °C, pH sekitar 7–8, DO >3 mg/L dan amonia <0,1 mg/L dengan cara melakukan penyifonan setiap hari, penggantian air setiap dua hari sebanyak 30% dan pencucian akuarium setiap satu minggu sekali.

Pencucian akuarium dilakukan dengan membersihkan permukaan kaca akuarium bagian dalam dengan menggunakan kain halus, selanjutnya air akuarium dibuang sebanyak 80% dan dilakukan penambahan air baru yang berasal dari bak penampung air. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada selang kepercayaan 95% dan dilanjutkan dengan uji Tukey menggunakan SPSS 16 apabila terdapat respons berbeda antar perlakuan.

Tabel 1. Komposisi dan analisis proksimat pakan uji (% bobot kering) ikan sidat pada perlakuan kadar protein dan rasio energi protein berbeda

Komponen	Perlakuan (kadar protein; rasio energi/protein)			
	37,66; 14,75 (P1)	41,30; 13,51 (P2)	45,38; 12,27 (P3)	49,60; 11,31 (P4)
Kandungan bahan (%)				
Tepung ikan	36,17	41,54	45,94	56,66
Tepung bungkil kedelai	28,00	26,01	29,01	20,89
Tepung polar	17,70	17,70	12,04	11,94
Tepung tapioca	5,01	5,01	5,01	5,01
Minyak ikan	5,56	3,87	3,00	1,75
Minyak jagung	5,56	3,87	3,00	1,75
Premix	2,00	2,00	2,00	2,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Proksimat pakan				
Protein (%)	37,66	41,30	45,38	49,60
Lemak (%)	24,65	24,26	22,91	22,46
Abu (%)	9,51	9,81	9,56	9,68
Serat kasar	0,63	0,57	0,83	0,68
BETN (%)*	27,55	24,06	21,32	17,59
Energi (kkal/100 g pakan)**	555,56	557,96	556,89	561,00
Rasio E/P (kkal/100 g)	14,75	13,51	12,27	11,31

Keterangan: *bahan ekstrak tanpa nitrogen; **total energi protein 5,6, lemak 9,4 dan BETN 4,1 kkal (Bureau *et al.* 2002).

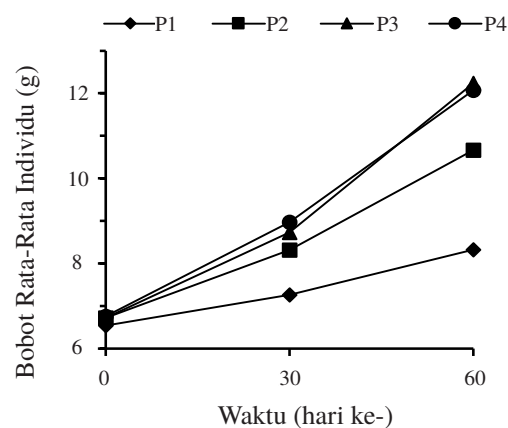
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Gambar 1 menunjukkan peningkatan bobot rata-rata individu pada seluruh perlakuan. Bobot rata-rata individu tertinggi dicapai oleh perlakuan P3 ($2,29 \pm 0,09$ g) dan terendah perlakuan P1 ($8,33 \pm 0,03$ g). Hasil analisis ragam kinerja pertumbuhan (jumlah konsumsi pakan, laju pertumbuhan spesifik, efisiensi pakan, retensi protein, retensi lemak dan tingkat kelangsungan hidup) dan indeks hepatosomatik ikan sidat selama pemeliharaan 60 hari disajikan pada Tabel 2.

Nilai JKP dan RL pada perlakuan P1 nyata lebih rendah ($P < 0,05$) dibandingkan dengan perlakuan P2, P3 dan P4 sedangkan perlakuan P2, P3 dan P4 tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Nilai JKP terendah dicapai oleh perlakuan P1 sebesar $551,88 \pm 4,09$ dan diikuti berturut turut oleh perlakuan P4 ($596,06 \pm 7,28$), P2 ($606,57 \pm 14,47$) dan P3 ($616,27 \pm 11,31$). Nilai LPS dan nilai RP antara perlakuan P3 dan P4 tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) namun kedua perlakuan tersebut nyata lebih tinggi daripada perlakuan P1 dan P2.

Selanjutnya, nilai EP berbeda nyata ($P < 0,05$) antarperlakuan P1, P2, dan P3 sedangkan perlakuan P3 dan P4 tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Nilai TKH dan IHS memperlihatkan hasil yang tidak berbeda nyata antarperlakuan ($P > 0,05$). Nilai IHS berkisar antara $1,13 \pm 0,24$ sampai dengan $1,49 \pm 0,33$ sedangkan nilai TKH mencapai 100 % pada seluruh perlakuan.



Gambar 1. Bobot rata-rata individu ikan sidat *Anguilla bicolor bicolor* pada kadar protein dan rasio energi protein P1 (37,66; 14,75), P2 (41,30; 13,51), P3 (45,38; 12,27); P4 (49,60; 11,31).

Tabel 2 Parameter kinerja pertumbuhan ikan (JKP, LPS, EP, RP, RL, TKH) dan IHS sidat pada perlakuan pakan dengan kadar protein dan rasio energi protein berbeda

Parameter uji	Perlakuan (kadar protein; rasio energi/protein)			
	37,66; 14,75 (P1)	41,30; 13,51 (P2)	45,38; 12,27 (P3)	49,60; 11,31 (P4)
JKP (g)	551,88±5,93b	606,57±14,47a	616,27±11,31a	596,06±7,28a
LPS (%/hari)	0,40±0,02d	0,77±0,00c	1,00±0,00a	0,971±0,01a
EP (%)	12,95±0,40c	25,99±0,8b	35,77±0,76a	35,64± 0,20a
RP (%)	1,31±1,03c	8,36±0,71b	13,22±0,46a	12,06±0,54a
RL (%)	8,47±1,09b	14,26±1,03a	14,44±1,26a	14,32±1,09a
TKH (%)	100±0	100±0	100±0	100±0
IHS (%)	1,13±0,24	1,34±0,13	1,49±0,33	1,47±0,46

Keterangan: JKP: jumlah konsumsi pakan; LPS: laju pertumbuhan spesifik; EP: efisiensi pakan; RP: retensi protein; RL: retensi lemak; TKH: tingkat kelangsungan hidup; IHS: indeks hepatosomatik. Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata ($P < 0,05$). Nilai yang tertera merupakan nilai rata-rata dan simpangan baku.

Hasil analisis proksimat protein tubuh ikan sidat (% bobot kering) antara perlakuan P1 dengan P2 dan P3 dengan P4 masing-masing memberikan respons yang sama. Nilai kandungan protein tubuh ikan sidat P3 dan P4 nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan P1 dan P2. Selanjutnya kadar lemak perlakuan P1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan P2 dan P3 sedangkan perlakuan P3 tidak berbeda nyata dengan perlakuan P4. Nilai kadar abu dan BETN memberikan respons yang sama antar perlakuan.

Pembahasan

Pertambahan bobot tubuh ikan dibatasi oleh kandungan protein dan rasio energi protein pakan. Hasil penelitian yang dilakukan selama 60 hari, menunjukkan bobot individu ikan pada seluruh perlakuan mengalami peningkatan (Gambar 1). Hal ini membuktikan bahwa kandungan energi pakan yang dikonsumsi oleh ikan melebihi kebutuhan energi pemeliharaan tubuh dan kelebihannya digunakan untuk pertumbuhan. Perbedaan pertambahan bobot individu juga tampak antar perlakuan. Hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan kadar protein dan kandungan energi nonprotein dalam pakan dan membuktikan bahwa respons ikan dalam memanfaatkan jumlah protein dan sumber energi nonprotein berbeda pada setiap perlakuan.

Pemanfaatan kadar protein dan pertumbuhan ikan dapat dioptimalkan dengan memberikan rasio energi protein yang tepat (Kaushik & Seiliez, 2010). Perlakuan P1 dengan kadar protein terendah dan rasio energi protein tertinggi menghasilkan jumlah konsumsi pakan terendah. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang

dilaporkan terjadi pada ikan sidat *A. japonica* (Okorie *et al.*, 2007). Salah satu penyumbang energi tertinggi dari perlakuan P1 adalah lemak. Kelebihan lemak dalam pakan tidak dianjurkan karena dapat menurunkan jumlah konsumsi pakan (Ling *et al.*, 2006). Jumlah konsumsi pakan dalam penelitian ini juga menunjukkan kecenderungan peningkatan dengan bertambahnya kadar protein pakan meskipun tidak terdapat perbedaan nyata antar perlakuan P2, P3, dan P4. Peningkatan JKP dengan bertambahnya kadar protein juga dilaporkan terjadi pada juvenil *bluefin trevally Caranx melampygus* (Suprayudi *et al.*, 2013).

Ketersediaan protein dan imbalan rasio energi protein yang tepat dalam pakan memiliki peranan penting terhadap pertumbuhan ikan sidat. Khan dan Abidi (2012) menyatakan bahwa pemanfaatan protein tergantung pada ketersediaan sumber energi nonprotein dalam pakan yang akan memengaruhi pertumbuhan, konversi pakan, efisiensi retensi nutrisi dan komposisi tubuh. Nilai LPS dan retensi protein meningkat dengan bertambahnya jumlah protein sampai pada kadar 45,38% dan hasil yang diperoleh tidak berbeda dengan protein 49,60%. Protein berlebih pada perlakuan P4 menunjukkan kandungan protein tinggi tidak selalu berkorelasi positif terhadap kenaikan nilai LPS dan retensi protein pada ikan sidat. Meningkatnya asam amino menyebabkan terjadinya deaminasi dan ekskresi ammonia yang membutuhkan energi yang lebih besar dibandingkan energi untuk pertumbuhan jaringan saat ikan diberi pakan protein tinggi (Guo *et al.*, 2012). Protein berlebih dalam pakan diduga digunakan sebagai energi untuk proses deaminasi asam amino dan ekskresi

nitrogen yang terbuang ke lingkungan budidaya. Proses ekskresi dan katabolisme asam amino tersebut membutuhkan energi yang banyak sehingga alokasi energi protein untuk meretensi protein dalam tubuhnya akan berkurang. Retensi protein dipengaruhi oleh berbagai faktor termasuk kandungan protein pakan, keseimbangan asam amino dan rasio energi pakan (Ali *et al.*, 2008). Respons penurunan laju pertumbuhan ikan akibat protein tinggi dilaporkan terjadi pada ikan sidat *A. japonica* dan *A. marmorata* yang mengalami kenaikan laju pertumbuhan pada kadar protein 45% dan menurun pada kadar 50% (Okorie *et al.*, 2007; Cheng *et al.*, 2013).

Pola yang berbeda terlihat pada LPS ikan sidat dengan kadar protein terendah dengan rasio energi protein tertinggi (Perlakuan P1) menghasilkan LPS terendah. Keseimbangan energi yang diperoleh dari sumber energi nonprotein yang tidak proporsional menyebabkan kebutuhan energi yang bersumber dari protein akan digunakan untuk proses *maintenance* dan sebagian kecil digunakan untuk pertumbuhan. Energi yang diperoleh pada perlakuan P1 lebih banyak diperoleh dari lemak dan karbohidrat sedangkan kadar protein yang dikandung dalam pakan lebih rendah. Ikan sidat pada perlakuan P1 lebih memanfaatkan protein sebagai sumber energi sehingga alokasi protein untuk pertumbuhan berkurang. Hal ini ditunjukkan dengan nilai retensi protein yang lebih rendah dibandingkan dengan retensi lemak (Tabel 2). Lemak yang terkandung dalam pakan diduga belum sepenuhnya digunakan sebagai *energy sparing effect* dengan protein tetapi disimpan sebagai untuk kebutuhan energi jangka panjang. *Protein sparing effect* dari lemak juga tidak ditemukan pada ikan *Sander lucioperca*, *Pagrus pagrus* dan *Trichogaster trichopterus* (Nyina *et al.*, 2005; Schuchardt *et al.*, 2008; Mohanta *et al.*, 2013).

Faktor yang berperan dalam menentukan kualitas pakan di antaranya adalah nilai efisiensi pakan dan nilai tingkat kelangsungan hidup. Kualitas pakan pada perlakuan P3 dan P4 lebih baik karena menghasilkan nilai efisiensi tertinggi. Hal ini menunjukkan pemanfaatan pakan dalam tubuh ikan semakin efisien. Selanjutnya, nilai TKH yang mencapai 100% mengindikasikan bahwa kualitas pakan yang diberikan pada seluruh perlakuan mampu mencukupi kebutuhan nutrisi ikan sidat dan juga membuktikan bahwa tingkat pemberian pakan yang diberikan secara satiasi dan lingkungan perairan yang terpenuhi

mampu memenuhi syarat kebutuhan dasar ikan untuk hidup dan tumbuh.

Hati memainkan peran penting dalam berbagai aspek metabolisme lemak termasuk penyerapan, oksidasi dan konversi asam lemak untuk akhirnya sebagai pasokan jaringan lain (Ling *et al.*, 2006). Nilai IHS yang diperoleh pada akhir penelitian meningkat seiring dengan meningkatnya pertumbuhan dan kadar protein pakan meskipun tidak terdapat perbedaan nyata. Hasil yang sama dilaporkan terjadi pada ikan *silver barb P. gonionotus* (Mohanta *et al.*, 2008) dan juvenil *bluefin trevally Caranx melampygus* (Suprayudi *et al.*, 2013) sedangkan Babalola and Apata (2006) melaporkan nilai IHS dari *Heterobranchus longifilis* nyata dipengaruhi oleh kadar protein pakan. Sementara itu, perbedaan nyata penurunan nilai IHS dengan meningkatnya kadar protein dilaporkan terjadi pada *M. amblycephala* dan *Godus morhua* (Li *et al.*, 2010; Arnason *et al.*, 2010).

Kandungan protein tubuh dipengaruhi oleh pengambilan protein pakan dan timbunan protein yang berkorelasi positif dengan kadar protein pakan (Phumee *et al.*, 2009). Kadar protein tubuh ikan sidat meningkat dengan bertambahnya kadar protein pakan sampai dengan 45,38%. Hal ini mengindikasikan bahwa kandungan protein tubuh yang tinggi turut memengaruhi kinerja pertumbuhan seperti kenaikan LPS. Jumlah bahan baku penghasil lemak yang ditambahkan pada pakan semakin rendah dengan bertambahnya kadar protein pakan turut memengaruhi kandungan lemak tubuh. Beberapa penelitian menunjukkan meningkatnya kadar lemak pakan berpengaruh nyata terhadap meningkatnya kadar lemak tubuh ikan (Biswas *et al.*, 2009; Du *et al.*, 2005; William *et al.*, 2004).

Nilai kandungan lemak tubuh pada perlakuan P1 dan P3 yang tidak berbeda nyata mengindikasikan konversi protein menjadi lemak dalam pemenuhan kebutuhan lemak yang disimpan dalam otot maupun hati untuk keperluan energi jangka panjang. Kandungan abu dan BETN pada tubuh ikan sidat memberikan respons yang sama. Nilai BETN yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan dengan kandungan protein, lemak dan abu. Degani *et al.* (1986) menyatakan bahwa karbohidrat sebagai sumber energi sangat penting dalam pakan sidat dan berpengaruh terhadap laju pertumbuhan ketika ditambahkan sumber karbohidrat pollar (tepung gandum) sebanyak 30% pada kadar protein 45%. Ketersediaan karbohidrat dalam pakan

seperti tepung gandum atau polar mengurangi konversi protein menjadi karbohidrat atau lemak dan juga lebih efisien untuk energi. Rendahnya kandungan BETN tubuh pada seluruh perlakuan mengindikasikan pemanfaatan BETN yang cukup baik. Pemanfaatan BETN sebagai *energy sparing effect* dapat meningkatkan deposit protein untuk menunjang kinerja pertumbuhan.

KESIMPULAN

Perbedaan kadar protein dan rasio energi protein memberikan pengaruh nyata terhadap kinerja pertumbuhan (jumlah konsumsi, laju pertumbuhan spesifik, efisiensi pakan, retensi protein dan retensi lemak). Kadar protein dan rasio energi protein sebesar 45,38% dan 12,27 kkal GE/g, serta 49,60% dan 11,31 kkal GE/g memberikan kinerja pertumbuhan yang optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada kepala Badan Pengembangan Sumberdaya Manusia Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan, yang telah memberikan dukungan dana melalui program Tugas belajar tahun 2013/2015 dan kepada Bapak Ir Supriyadi, MSi selaku kepala Balai Layanan Usaha Produksi Perikanan Budidaya Karawang, Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, Kementerian Kelautan dan Perikanan yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk memperdalam ilmu akuakultur di Institut Pertanian Bogor (IPB).

DAFTAR PUSTAKA

- Ali A, Al-Ogaily SM, Al-Asgah NA, Goddard JS, Ahmed SI. 2008. Effect of different protein to energy (P/E) ratios on growth performance and body composition of *Oreochromis niloticus* fingerlings. *Journal of Applied Ichthyology* 24: 31–37.
- AOAC [Association of Official Analytical Chemists]. 2005. Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical Chemist. Arlington. Virginia. USA: Association of Official Analytical Chemists. Inc.
- Arnason J, Rannveig B, Arnarsson I, Arnadottir GS, Thorarensen H. 2010. Protein requirements of Atlantic cod *Gadus morhua* L. *Aquaculture Research* 41:385–393.
- Babalola TOO, Apata DF. 2006. Effects of dietary protein and lipid levels on growth performance and body composition of African catfish, *Heterobranchus longifilis* (Valenciennes, 1840) fingerlings. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 12: 1.073–1.079.
- Bai SC. 2012. Japanese Eel Aquaculture In Korea. Nutritional Research Key to Further Sustainable Growth: Global Aquaculture Alliance.
- Biswas BK, Ji SC, Biswas AK, Seoka M, Kim YS, Kawasaki K, Takii K. 2009. Dietary protein and lipid requirements for the Pacific Bluefin tuna *Thunnus orientalis* juvenile. *Aquaculture* 288:114–119.
- Bureau DP, Kaushik SJ, Cho CY. 2002. Bioenergetics. In: Fish nutrition, 3rd edition. Halver JE, Hardy RW (ed). San Diego: Academic Press. Hlm. 2–61.
- Cheng W, Lai CS, Lin YH. 2013. Quantifying the dietary protein and lipid requirements of marble eel *Anguilla marmorata* with different body weight. *Journal of The Fisheries Society of Taiwan* 40: 135–142.
- Degani G, Viola S, Levanon D. 1986. Effect of dietary carbohydrate source on growth and body composition of the European eel *Anguilla Anguilla* L. *Aquaculture* 52: 97–104.
- Du ZY, Liu YJ, Tian LX, Wang JT, Wang Y, Liang GY. 2005. Effect of dietary lipid level on growth, feed utilization and body composition by juvenile grass carp *Ctenopharyngodon idella*. *Aquaculture Nutrition* 11: 139–146.
- Guo Z, Zhu X, Liu J, Yang Y, Lan Z, Xie S. 2012. Effects of dietary protein level on growth performance, nitrogen and energy budget of juvenile hybrid sturgeon *Acipenser baerii* × *A. gueldenstaedtii*. *Aquaculture* 338:89–95.
- Halver JE, Hardy RW. 2002. Fish Nutrition. California: Academic Press.
- Kaushik SJ, Seiliez I. 2010. Protein and amino acid nutrition and metabolism in fish: Current knowledge and future needs. *Aquaculture Research* 41:322–332.
- Khan MA, Abidi SF. 2012. Effect of varying protein to energy ratio on growth, nutrient retention, somatic indices, and digestive enzymes activities of singhi *Heteropneustes fossilis* (Bloch). *Journal of World Aquaculture Society* 43: 490–501.
- Ling S, Hashim R, Kolkovski S, Chong ASC. 2006. Effects of varying dietary lipid and protein levels on growth and reproductive performance of female Swordtail fish (*Xiphorushelleri*, Poeciliidae). *Aquaculture*

- Research 37: 1.267–1.275.
- Li XF, Liu WB, Jiang YY, Zhu H, Ge XP. 2010. Effects of dietary protein and lipid levels in practical diets on growth performance and body composition of blunt snout bream *Megalobrama amblycephala* fingerlings. *Aquaculture* 303: 65–70.
- Mohanta KN, Mohanty SN, Jena JK, Sahu NP. 2008. Protein requirement of silver barb, *Puntius gonionotus* fingerlings. *Aquaculture Nutrition* 14: 143–152.
- Mohanta KN, Subramanian S, Korikanthimath VS. 2013. Effect of dietary protein and lipid levels on growth, nutrient utilization, whole body composition of blue gourami, *Trichogaster trichopterus* fingerlings. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 97: 126–136.
- NRC [National Research Council]. 2011. Nutrient requirement of fish and shrimp. Washington DC: National Academic Press.
- Nyina WL, Xu XL, Blanchard G, Kestemont P. 2005. Effect of dietary protein, lipid and carbohydrate ratio on growth, feed efficiency and body composition of pikeperch *Sander lucioperca* fingerlings. *Aquaculture Research* 36: 486–492.
- Okorie OE, Kim YC, Lee S, Bae JY, Yoo JG, Han K, Bai SC. 2007. Reevaluation of the dietary protein requirements and optimum dietary protein to energy ratios in Japanese eel, *Anguilla japonica*. *Journal of World Aquaculture Society* 38: 418–426.
- Phumee P, Hashim R, Paiko MA, Chien ACS. 2009. Effects of dietary and lipid content on growth performance and biological indices of iridescent shark *Pangasius hypophthalmus* (Sauvage 1878) fry. *Aquaculture Research* 40: 456–463.
- Schuchardt D, Vergara JM, Fernandez-Palacio H, Kalinowski CT, Hernandez-Cruz CM, Izquierdo MS, Robaina L. 2008. Effects of different dietary protein and lipid levels on growth, feed utilization and body composition of red porgy *Pagrus pagrus* fingerlings. *Aquaculture Nutrition* 14:1–9.
- Suprayudi MA, Ihu MZ, Utomo NP, Ekasari J. 2013. Protein and energy: protein ratio in diets for juvenile bluefin trevally *Caranx melampygus*. *Journal of Applied Aquaculture* 26: 187–196.
- William, KC, Irvin S, Barclay M. 2004. Polka dot grouper *Cromileptes altivelis* fingerlings require high protein and moderate lipid diets for optimal growth and nutrient retention. *Aquaculture Nutrition* 10: 125–134.