J.Il. Pert. Indo. Vol. 9(2). 2000

PENGARUH KADAR PROTEIN DAN RASIO ENERGI PROTEIN PAKAN BERBEDA TERHADAP KINERJA PERTUMBUHAN BENIH IKAN BAWAL AIR TAWAR (*Colossoma macropomum*)

Oleh :

Adelina*, Ing Mokoginta, Ridwan Affandi** dan Dedi Jusadi****

ABSTRACT

EFFECTS OF DIFFERENT LEVEL OF DIETARY PROTEIN AND ENERGY TO PROTEIN RATIO ON THE GROWTH OF TAMBAQUI *Colossoma macropomum* FINGERLING

A feeding trial was conducted to determine the optimum level of protein and energy to protein (E/P) ratio for the growth of tambaqui (Colossoma macropomum) fingerling. Fingerlings of tambaqui (0.9 ± 0.05 g) were fed semipurified diets containing 30, 37 and 45% protein, and with energy to protein ratio of 8.5 and 10.5 kcal DE/g. The fishes were fed to satiation three times a day for 42-day rearing time. The results showed that the whole-body protein content decreased and the lipid content increased as dietary E/P ratio increased. There was no significant differences (p > 0.05) in protein retention (PR), feed consumption (FC), and survival rate among treatments. Based on the evaluation of the daily growth rate (DGR), the whole-body protein and lipid content, it can be concluded that tambaqui fingerling requires 37% of protein and energy to protein ratio of 8.7 kcal DE/g of (p < 0,05).

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar protein dan rasio energi protein yang tepat untuk pertumbuhan terbaik benih ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*). Ikan yang digunakan mempunyai bobot individu rata-rata 0,9±0,05 g. Pakan yang digunakan sebagai pakan percobaan terdiri atas 3 tingkat kadar protein (30, 37 dan 45 %) dan 2 tingkat rasio energi protein (8,5 dan 10,5 kkal DE/g). Ikan diberi pakan sampai kenyang dengan frekwensi 3 kali sehari. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap pola faktorial dengan 3 kali ulangan. Hasil percobaan menunjukkan bahwa peningkatan kadar protein dan rasio energi protein pakan menghasilkan kandungan protein tubuh ikan cenderung menurun sedangkan kandungan lemak tubuh ikan semakin meningkat. Interaksi antara kadar protein dan rasio energi protein memberikan pengaruh terhadap laju pertumbuhan harian, efisiensi pakan dan retensi lemak (P < 0,05), tetapi tidak memberikan pengaruh terhadap konsumsi pakan, retensi protein dan kelangsungan hidup ikan. Berdasarkan evaluasi terhadap parameter-parameter di atas diperoleh bahwa benih ikan bawal air tawar membutuhkan pakan dengan kadar protein 37 % dan rasio energi protein 8,7 kkal DE/g.

Kata kunci: ratio energi protein, bawal air tawar *Colossoma macropomum*

PENDAHULUAN

Ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*) merupakan spesies ikan yang potensial untuk dibudidayakan baik di kolam maupun di keramba karena mempunyai beberapa keunggulan seperti: mempunyai kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap perairan yang kadar oksigen terlarutnya rendah (2,4 mg/l) dan bersalinitas hingga 10 ppt, dapat hidup pada kepadatan yang tinggi dan mampu mencapai bobot 3-5 kg (Eckmann, 1987; Hanez, 1993). Selain itu nilai ekonomisnya juga tinggi karena dapat dikonsumsi dan dapat juga dijadikan sebagai ikan hias karena mempunyai warna tubuh yang indah.

Untuk meningkatkan produksi ikan bawal melalui peningkatan pertumbuhan diperlukan pakan dengan kandungan nutrien dan energi yang sesuai dengan kebutuhan ikan tersebut. Nutrien tersebut adalah protein, lemak, karbohidrat, vitamin dan mineral (Watanabe, 1988).

Protein merupakan nutrien yang paling penting sebagai bahan pembentuk jaringan tubuh dalam proses pertumbuhan (Halver, 1988). Jumlah dan kualitas protein pakan akan mempengaruhi pertumbuhan. Apabila protein dalam pakan kurang maka protein di dalam jaringan tubuh akan dimanfaatkan untuk mempertahankan fungsi jaringan yang lebih penting. Sebaliknya apabila protein pakan berlebih dan tidak digunakan dalam sintesis protein tubuh ikan, maka akan diekskresikan sebagai buangan nitrogen terutama dalam bentuk amonia. Amonia ini selanjutnya akan diekskresikan ke dalam air yang akhirnya dapat meningkatkan kadar amonia di perairan dan hal ini tentu saja dapat membahayakan kehidupan ikan.

Disamping kadar protein, faktor lain yang juga perlu diperhatikan dalam pakan ikan adalah adanya keseimbangan yang tepat antara energi dan protein pakan. Kebutuhan ikan akan energi diharapkan sebagian besar dipenuhi oleh nutrien non-protein seperti lemak dan karbohidrat. Apabila energi yang berasal dari sumber non-protein cukup tersedia maka sebagian besar protein akan dimanfaatkan untuk tumbuh, namun apabila energi dari non-protein tidak terpenuhi maka protein akan digunakan sebagai sumber energi sehingga fungsi protein sebagai pembangun tubuh akan berkurang.

Untuk mengetahui kebutuhan nutrien benih ikan bawal air tawar, khususnya kebutuhan protein optimum dan rasio energi protein yang tepat di dalam pakan yang dapat memberikan pertumbuhan ikan terbaik, maka dilakukan

* Staf Pengajar pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau, Pekanbaru

** Staf Pengajar pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

penelitian ini. Hasil percobaan ini diharapkan berguna untuk menambah informasi di dalam menyusun formulasi pakan ikan bawal air tawar.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi Ikan, Kolam Percobaan Babakan Darmaga, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor, dari bulan Juni sampai dengan Oktober 1998.

Pemeliharaan Ikan

Pada saat percobaan berlangsung, ikan dimasukkan ke dalam 18 buah akuarium kaca berbentuk persegi panjang berukuran 50x40x35 cm dengan volume air masing-masing 50 liter. Banyaknya ikan yang dipelihara dalam setiap wadah percobaan adalah 10 ekor. Penempatan ikan ke dalam akuarium dilakukan secara acak (Steel dan Torrie, 1993). Air yang digunakan berasal dari air sumur dan telah diaerasi selama 24 jam. Pemberian pakan dilakukan sampai ikan kenyang dengan frekwensi pemberian 3 kali sehari (pukul 08.00; 13.00 dan 17.00 WIB). Sebelum pemberian pakan dilakukan, feses ikan pada setiap akuarium disipon terlebih dahulu. Untuk menjaga agar kualitas air tetap baik, setiap pagi hari dilakukan penggantian air sebanyak 60 – 70 % dari volume air akuarium. Sedangkan pada setiap sampling, air dalam akuarium diganti secara total sekaligus dilakukan pembersihan akuarium. Untuk mengetahui pertumbuhan ikan uji dilakukan penimbangan bobot individu ikan setiap 14 hari sekali. Pemeliharaan ikan berlangsung selama 42 hari.

Pada awal dan akhir percobaan dilakukan analisis proksimat tubuh ikan. Analisis protein dilakukan dengan metode Kjeldhal, lemak dengan metode ekstraksi dengan alat Soxhlet, abu melalui pemanasan sampel dalam tanur

Tabel 1. Komposisi pakan percobaan

Bahan pakan	Perlakuan/ Pakan (% Protein ; C/P dalam Kkal DE/g)					
(%)	(30; 8,5)	(30; 10,6)	(37; 8,5)	(37; 10,5)	(45; 8,3)	(45 ; 10,2)
Kasein	26,80	26,80	33,20	33,20	40,00	40,00
Gelatin	6,70	6,70	8,30	8,30	10,00	10,00
Dekstrin	37,50	47,30	36,30	27,00	22,50	6,00
Minyak ikan	0,80	3,28	3,20	8,20	6,60	13,20
Minyak jagung	1,20	4,92	4,80	12,30	9,90	19,80
CMC	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Vitamin mix	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Vitamin E	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Koline klorida	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Mineral mix	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Selulosa	16,00	0,00	3,20	0,00	0,00	0,00

Keterangan : C/P = Rasio energi protein

Tabel 2. Komposisi proksimat pakan percobaan

Komposisi proksimat	Perlakuan/ Pakan (% Protein ; C/P dalam kkal DE/g)					
(% kering)	(30; 8,5)	(30; 10,6)	(37; 8,5)	(37; 10,5)	(45; 8,3)	(45 ; 10,2)
Protein	29,78	29,96	36,84	37,13	44,76	44,95
Lemak	3,20	9,46	8,97	21,79	16,47	32,07
Kadar abu	3,96	4,95	5,30	5,33	5,65	5,30
Serat kasar	13,85	1,46	4,64	2,32	1,56	1,29
BETN	49,21	54,17	44,25	33,43	31,56	16,39
Total energi (Kkal DE / kg)[1]	2531,75	3169,11	3122,22	3900,29	3689,67	4580,67
Energi/protein C/P (Kkal DE/g)	8,5	10,6	8,5	10,5	8,3	10,2

[1] = dihitung berdasarkan digestible energy (DE) dengan nilai equivalen untuk protein 3,5 kkal/g, lemak 8,1 kkal/g dan BETN 2,5 kkal/g (NRC, 1983)

Bahan

Pakan uji yang digunakan dalam percobaan ini adalah pakan semi murni yang terdiri atas enam macam dan dibuat dalam bentuk pasta. Komposisi bahan pakan dan komposisi kimiawi pakan tertera pada Tabel 1 dan 2. Ikan yang digunakan dalam percobaan ini adalah benih bawal air tawar *Colossoma macropomum* yang mempunyai bobot individu rata-rata 0,97 ± 0,16 g. Sebelum digunakan, ikan terlebih dahulu diadaptasikan terhadap kondisi lingkungan percobaan dan pakan uji yang berkadar protein 25 % selama 2 minggu.

pada suhu 400 – 600°C, serat kasar menggunakan metode pelarutan sampel dengan asam dan basa lemah serta pemanasan, dan kadar air dengan metode pemanasan dalam oven pada suhu 105 – 110°C (Takeuchi, 1988).

Pengukuran ekskresi amonia, produksi CO_2 dan konsumsi O_2 juga dilakukan. Pengukuran ekskresi amonia dilakukan untuk mengetahui banyaknya protein yang dikatabolisme di dalam tubuh ikan. Sementara pengukuran produksi CO_2 dan konsumsi O_2 dilakukan untuk mendapatkan nilai koefisien respirasi. Koefisien respirasi (RQ) merupakan perbandingan antara CO_2 yang diproduksi dan O_2 yang dikonsumsi ikan, yang menggambarkan jenis nutrien yang dipakai dan dimanfaatkan ikan pada proses metabolisme untuk menghasilkan energi. Zonneveld, Huisman dan Boon (1991) menyatakan bahwa nilai RQ untuk metabolisme karbohidrat adalah 1,0; protein 0,9 dan lemak 0,7.

Pengukuran ekskresi amonia dan CO_2 serta konsumsi O_2 ini dilakukan setelah percobaan pengukuran pertumbuhan ikan berakhir. Sebagai tempat pengamatan digunakan wadah berupa aquarium yang berukuran 50x40x35 cm dengan volume air masing-masing 50 liter dan diaerasi selama 24 jam. Ikan uji pada masing-masing perlakuan terdahulu terlebih dahulu dipuasakan selama 24 jam, kemudian ditimbang bobot tubuhnya. Selanjutnya ikan diberi pakan uji sampai kenyang, kemudian dipindahkan ke wadah pengamatan. Selama berlangsung pengamatan, sistem aerasi pada setiap wadah pengamatan dihentikan. Selanjutnya dilakukan pengambilan sampel air dari setiap wadah pengamatan untuk diukur kadar amonia, CO_2 dan O_2. Pengambilan sampel tersebut dilakukan sebanyak lima kali dengan selang waktu setiap satu jam.

a) Laju pertumbuhan harian: $Wt = Wo\ (1 + 0{,}01\alpha)^t$ dengan α = laju pertumbuhan harian, Wo dan Wt = bobot rata-rata ikan pada awal dan akhir percobaan, t = waktu pemeliharaan (Huisman, 1976).
b) Efisiensi pakan (FE): FE = {(Bt + Bd) - Bo}/ F x 100%, dengan Bo dan Bt = biomassa ikan pada awal dan akhir percobaan, Bd = biomasa ikan yang mati selama percobaan, F = jumlah pakan yang dikonsumsi selama percobaan (Watanabe, 1988).
c) Retensi Protein (PR): PR = {Pertambahan bobot protein tubuh / Bobot total protein yang dikonsumsi} x 100% (Watanabe, 1988).
d) Retensi Lemak (LR): RL = {Pertambahan bobot lemak tubuh / Bobot total lemak yang dikonsumsi} x 100% (Watanabe, 1988).
e) Tingkat kelangsungan hidup (SR): SR = Nt/No x 100%, dengan No dan Nt masing-masing adalah jumlah ikan yang hidup pada awal dan akhir percobaan.
f) Ekskresi amonia (NH_3-N): $NH_3\text{-}N = \{(NH_3\text{-}N)t_i - (NH_3\text{-}N)t_0 \times V\} / \{\text{bobot ikan} \times t\}$, dengan $(NH_3\text{-}N)t_0$ dan $(NH_3\text{-}N)t_i$ masing-masing adalah konsentrasi amonia pada awal dan akhir pengamatan, V = volume air di dalam wadah (50 l), t = waktu pengambilan sampel (5 jam) (Ming, 1985).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh dari pakan percobaan terhadap komposisi proksimat tubuh ikan pada setiap perlakuan terlihat bahwa kadar protein dan abu tubuh ikan pada akhir percobaan semakin rendah dengan bertambahnya kadar protein dan rasio energi protein pakan. Sebaliknya kadar lemak tubuh ikan cenderung meningkat dengan bertambahnya kadar protein dan rasio energi protein pakan, kecuali pada perlakuan (37;8,5) kadar lemak tubuhnya terlihat relatif rendah (Tabel 3).

Tabel 3. Komposisi proksimat tubuh ikan bawal air tawar pada awal dan akhir percobaan (% bobot kering)

Parameter	Awal percobaan	Perlakuan/ Pakan (% Protein ; C/P dalam kkal DE/g)					
		(30; 8,5)	(30; 10,6)	(37; 8,5)	(37; 10,5)	(45; 8,3)	(45 ; 10,2)
Protein	66,16	59,82	58,50	58,51	55,23	54,76	53,47
Lemak	33,94	21,83	27,54	24,95	30,87	29,64	33,35
Abu	12,87	15,13	13,55	12,69	10,58	10,54	10,46
Serat kasar	1,87	0,80	0,63	0,73	0,53	0,69	0,57

Keterangan : kadar air pada awal percobaan 80,65 % dan pada akhir percobaan : A (76,06%), B (74,58 %), C (76,03 %), D (74,07 %), E (75,28 %) dan F (73,71 %).

Analisis Statistik

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap pola faktorial dengan 2 faktor peubah dan tiga ulangan. Faktor peubah tersebut adalah kadar protein dan rasio energi protein pakan.

Parameter yang diuji dengan analisis statistik adalah laju pertumbuhan harian, konsumsi pakan, efisiensi pakan, retensi protein, retensi lemak dan kelangsungan hidup ikan. Untuk mengetahui pengaruh pakan uji terhadap setiap peubah yang diukur dilakukan analisis ragam / uji F (Steel dan Torrie, 1993). Data hasil pengukuran ekskresi amonia dan koefisien respirasi dianalisis secara deskriptif. Penghitungan parameter uji didasarkan pada persamaan sebagai berikut:

Tabel 3 menunjukkan bahwa kandungan protein tubuh ikan pada perlakuan (30;8,5), (30;10,6) dan (37;8,5) tinggi, kemudian semakin rendah pada perlakuan (37;10,5), 45;8,3) dan 45;10,2). Komposisi kandungan protein di dalam tubuh ikan diimbangi dengan kandungan lemak. Adanya penyimpanan lemak tubuh yang tinggi dan penyimpanan protein tubuh pada batas tertentu sesuai kemampuan ikan untuk mensintesis protein tubuh, maka akan menyebabkan kandungan protein tubuh cenderung menurun. Itulah sebabnya kandungan protein tubuh ikan pada perlakuan (37;10,5), (45;8,3) dan (45;10,2) lebih rendah dibandingkan perlakuan (30;8,5), (30;10,6) dan (37;8,5).

Hasil analisis terhadap komposisi proksimat tubuh ikan (Tabel 3) juga menunjukkan bahwa kadar lemak tubuh ikan semakin meningkat dengan meningkatnya lemak pakan, kecuali pada perlakuan (37;8,5) terlihat relatif rendah. Meningkatnya lemak tubuh ikan disebabkan oleh adanya peningkatan lemak yang dikonsumsi sebagai akibat meningkatnya lemak di dalam pakan. Tingginya lemak yang dikonsumsi ikan dan yang tidak digunakan sebagai sumber energi kemudian disimpan sebagai lemak tubuh. Hal yang sama juga dikemukakan oleh Nematipour, Brown dan Gatlin (1992) bahwa lemak yang berkadar tinggi di dalam pakan dan tidak digunakan sebagai sumber energi oleh ikan akan di deposit sebagai lemak tubuh ikan. Rendahnya lemak tubuh ikan pada perlakuan (37;8,5) diduga karena pakan yang dikonsumsi ikan tersebut mempunyai imbangan protein dan non-protein yang memenuhi kebutuhan ikan, sehingga lemak dapat dimanfaatkan dengan efisien sebagai energi, akibatnya lemak yang dideposit di dalam tubuh tidak tinggi.

Peningkatan protein pakan menghasilkan peningkatan ekskresi amonia dan protein yang dibakar. Akan tetapi, ekskresi amonia dan protein yang dibakar semakin kecil dengan bertambahnya rasio energi protein pakan. Berdasarkan nilai RQ juga terlihat bahwa ikan cenderung lebih banyak menggunakan protein dan karbohidrat sebagai sumber energi untuk metabolisme, kecuali pada perlakuan F yang lebih banyak menggunakan lemak dan protein (Tabel 4).

25–35 % lebih rendah dibandingkan yang diberi protein 45–55 %. Pada Tabel 4 juga terlihat bahwa pada kadar protein sama, amonia yang diekskresikan ikan semakin kecil dengan bertambahnya rasio energi protein pakan.

Pakan dengan berbagai kadar protein dan rasio energi protein memberikan pengaruh terhadap laju pertumbuhan harian, efisiensi pakan, dan retensi lemak ($P < 0,05$), akan tetapi tidak memberikan pengaruh terhadap konsumsi pakan dan retensi protein (Tabel 5).

Keseimbangan energi dan protein di dalam pakan sangat berperan dalam menunjang pertumbuhan ikan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pakan perlakuan (37;8,5) menghasilkan laju pertumbuhan harian individu tertinggi. Pakan ini kemungkinan mempunyai keseimbangan energi dan protein yang memenuhi kebutuhan ikan, sehingga lemak dan karbohidrat yang dikonsumsi dapat dimanfaatkan dengan efisien sebagai sumber energi, sementara protein dimanfaatkan dalam sintesis protein tubuh ikan. Hal ini terbukti dari rendahnya kadar lemak tubuh ikan yang menandakan bahwa lemak yang dideposit menjadi lemak tubuh lebih sedikit dibandingkan yang dibakar menjadi energi. Begitu juga dengan nilai RQ 0,96 (mendekati nilai 1,0) yang menunjukkan bahwa untuk proses metabolisme di dalam tubuh ikan digunakan energi yang berasal dari karbohidrat. Tersedianya energi yang berasal dari non-protein untuk kebutuhan hidup menyebabkan protein yang dikonsumsi ikan sebagian besar dimanfaatkan untuk membangun protein tubuh. Pada Tabel 3 terlihat bahwa protein yang dikonsumsi ikan pada perlakuan ini terlihat tinggi, sehingga dihasilkan laju pertumbuhan harian individu yang besar yaitu 7,83 %. Hasil penelitian ini didukung oleh

Tabel 4. Ekskresi amonia, protein yang dibakar, produksi CO_2, konsumsi O_2 dan koefisien respirasi (RQ)

Parameter	Perlakuan/ Pakan (% Protein ; C/P dalam kkal DE/g)					
	(30; 8,5)	(30; 10,6)	(37; 8,5)	(37; 10,5)	(45; 8,3)	(45 ; 10,2)
Amonia (mg/g tubuh/jam)	0,0074	0,0065	0,0075	0,0066	0,0087	0,0080
Protein yang dibakar (mg/g tubuh/jam)	0,0465	0,0409	0,0466	0,0414	0,0542	0,0502
Produksi CO_2 (mg/g tubuh/jam)	0,3733	0,3892	0,4278	0,4178	0,4063	0,3304
Konsumsi O_2 (mg/g tubuh/jam)	0,3828	0,4021	0,4456	0,4449	0,4267	0,4146
RQ	0,9800	0,9700	0,9600	0,9400	0,9500	0,7900

Kelebihan protein yang tidak digunakan dalam sintesis protein akan dikatabolisme yang akhirnya diekskresikan berupa amonia. Tabel 4 menunjukkan bahwa peningkatan katabolisme protein yang ditandai dengan peningkatan protein yang dibakar akhirnya meningkatkan ekskresi amonia. Semakin banyak protein yang dikatabolisme maka akan meningkatkan energi untuk mengoksidasi kelebihan asam amino yang akhirnya akan meningkatkan amonia yang diproduksi. Ming (1985), Beamish dan Thomas (1984) menyatakan bahwa laju ekskresi amonia meningkat dengan cepat sebagai respons terhadap penambahan protein pakan. Hal ini telah dibuktikan oleh Degani, Horowitz dan Levanon (1985) melalui penelitiannya dimana produksi amonia ikan *Anguilla anguilla* yang diberi pakan dengan kadar protein

pendapat Lovell (1988) yang mengemukakan bahwa pertumbuhan atau pembentukan jaringan tubuh paling besar dipengaruhi oleh keseimbangan protein dan energi di dalam pakan.

Tingginya pemanfaatan protein pakan yang disimpan menjadi protein tubuh ikan pada perlakuan (37;8,5) menandakan hanya sebagian kecil protein yang dikatabolisme menjadi energi sehingga amonia yang diekskresikan relatif rendah. Pillay (1980) mengemukakan bahwa semakin banyak protein yang dibakar atau dikatabolisme maka akan meningkatkan energi untuk mengoksidasi asam amino yang akhirnya akan meningkatkan amonia yang diproduksi ikan.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh interaksi antara kadar protein dan rasio energi protein pakan terhadap nilai retensi protein (Tabel 5). Ini berarti bahwa rasio penyimpanan protein di dalam tubuh dengan jumlah protein dan energi pakan yang dikonsumsi hampir sama pada setiap perlakuan. Walaupun demikian, protein di dalam tubuh ikan pada perlakuan (37;8,5) terlihat tinggi yaitu 58,51 % (Tabel 3). Dengan demikian dapat dikatakan bahwa komposisi pakan tersebut merupakan yang terbaik untuk pertambahan protein tubuh dalam proses pertumbuhan.

protein tersebut kemungkinan tidak hanya berasal dari lemak dan karbohidrat saja, tetapi juga dari protein. Hal ini menyebabkan fungsi protein sebagai bahan pembangun protein tubuh ikan menjadi berkurang dan mengakibatkan pertumbuhan ikan menjadi rendah. Rendahnya pertumbuhan ikan juga dibuktikan dengan efisiensi pakan yang rendah.

Pemberian pakan berenergi tinggi, yaitu perlakuan (37;10,5) dan (45;10,2), terhadap ikan pada percobaan ini menghasilkan laju pertumbuhan harian yang semakin

Tabel 5. Rata-rata konsumsi pakan (FC), konsumsi protein (PC), laju pertumbuhan harian (DGR), efisiensi pakan (FE), retensi protein (PR) dan retensi lemak (LR)

Parameter	Perlakuan/ Pakan (% Protein ; C/P dalam kkal DE/g)					
	(30; 8,5)	(30; 10,6)	(37; 8,5)	(37; 10,5)	(45; 8,3)	(45 ; 10,2)
FC (g)	342,46±16,28[a]	285,42±6,29[a]	307,11±1,99[a]	255,20±4,61[a]	296,61±1,22[a]	232,64±12,86[a]
PC (g)	57,47±2,73[e]	57,68±1,27[e]	75,52±0,49[b]	64,67±1,17[d]	90,23±0,37[a]	72,51±4,01[c]
DGR (%)	7,29±0,053[e]	7,45±0,072[d]	7,83±0,101[a]	7,64±0,021[bc]	7,70±0,079[b]	7,57±0,069[c]
FE (%)	52,69±0,92[e]	66,75±0,61[d]	72,06±1,61[c]	79,87±1,23[b]	72,18±2,39[c]	83,14±1,44[a]
PR (%)	45,23±0,78[a]	49,47±0,45[a]	40,48±0,89[a]	45,37±0,69[a]	32,21±1,07[a]	37,67±0,66[a]
LR (%)	150,89±2,67[a]	73,49±0,66[b]	71,74±1,63[c]	43,39±0,67[d]	47,51±1,57[e]	33,19±0,58[f]

Keterangan: huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan ada perbedaan antar perlakuan ($P<0,05$)

Kekurangan protein dan energi di dalam pakan akan menyebabkan pertumbuhan ikan menjadi rendah. Hal ini terlihat pada perlakuan (30;8,5) dan (30;10,6). Kadar protein kedua pakan ini kemungkinan masih rendah sehingga banyaknya protein yang masuk ke dalam tubuh ikan untuk disimpan menjadi protein tubuh juga rendah. Apabila diperhatikan, nilai RQ pada kedua perlakuan ini berkisar 0,97 – 0,98 yang berarti bahwa sumber energi untuk kegiatan metabolisme ikan sebagian besar berasal dari karbohidrat. Walaupun protein tidak dipakai sebagai sumber energi yang utama, namun karena kadar protein pakan masih rendah dan belum mencukupi kebutuhan optimal ikan, kedua pakan ini menghasilkan laju pertumbuhan harian ikan yang rendah. Hal ini didukung pula dengan nilai efisiensi pakan yang terlihat paling rendah. Reis, Reutebuch dan Lovell (1988) dalam penelitiannya terhadap channel catfish juga menemukan bahwa ikan yang diberi pakan dengan kadar protein rendah mempunyai pertumbuhan rendah, hal ini disebabkan karena rendahnya protein yang masuk ke dalam tubuh ikan.

Pemberian pakan dengan kadar protein yang melebihi kebutuhan ikan ternyata tidak memberikan pertumbuhan yang terbaik bagi ikan. Pakan (45;8,3) dengan kadar protein yang paling tinggi dalam percobaan ini menghasilkan pertumbuhan ikan kembali menjadi rendah. Pada Tabel 3 terlihat bahwa ikan pada perlakuan ini mengkonsumsi protein paling tinggi. Jadi rendahnya pertumbuhan ikan kemungkinan disebabkan karena protein pakan tersebut sudah melewati kemampuan ikan untuk menyimpannya menjadi protein tubuh. Protein yang berlebih ini selanjutnya dikatabolisme. Pillay (1980) mengemukakan bahwa semakin banyak protein yang dibakar atau dikatabolisme maka akan meningkatkan energi untuk mengoksidasi asam amino. Energi untuk proses katabolisme

rendah. Menurunnya laju pertumbuhan harian pada kedua perlakuan tersebut disebabkan tingginya energi total pakan, terutama yang berasal dari lemak (Tabel 2). Lovell (1988) dan Alanara (1994) mengemukakan bahwa pakan yang berenergi tinggi, karena keberadaan lemak yang tinggi tidak memberikan pertumbuhan terbaik, karena kadar lemak yang tinggi menyebabkan konsumsi pakan ikan menjadi rendah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa konsumsi pakan pada perlakuan (37;10,5) dan (45;10,2) lebih kecil dibandingkan perlakuan lainnya (Tabel 3). Keadaan ini akan membatasi banyaknya protein yang masuk ke dalam tubuh ikan sehingga protein yang disimpan menjadi protein tubuh akan sedikit, akibatnya pertumbuhan ikan menjadi rendah. Namun demikian, rasio penurunan pertumbuhan ikan lebih kecil dari rasio penurunan konsumsi pakan di ke dua perlakuan ini dibanding perlakuan (37;8,5), sehingga pada akhirnya menghasilkan efisiensi pakan yang tinggi. Shiau dan Huang (1990) melakukan penelitian terhadap ikan tilapia dengan menggunakan pakan berkadar protein 21 dan 24 % serta berbagai tingkat energi yaitu 190, 230, 270, 310, 350 dan 390 kkal DE/100 g. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pertumbuhan ikan yang diberi protein 21 % meningkat seiring dengan kenaikan energi hingga 310 kkal DE/100 g (15 % lemak), begitu juga pada ikan yang diberi protein 24 % mengalami peningkatan pertumbuhan hingga energi 230 kkal DE/100 g (9 % lemak). Apabila energi (lemak) pakan ditingkatkan lagi maka pertumbuhan ikan tidak lagi bertambah melainkan tetap. Hal yang sama juga ditemukan oleh Seenappa dan Devaraj (1995) dalam penelitiannya dimana pertumbuhan ikan Indian major carps (*Catla catla*) yang diberi lemak rendah (4 %) lebih tinggi dibandingkan yang diberi lemak tinggi (8 dan 12 %). Peningkatan lemak pakan tersebut menyebabkan konsumsi pakan ikan semakin rendah sehingga membatasi jumlah protein yang masuk ke dalam tubuh yang pada akhirnya menurunkan pertumbuhan ikan.

Kelangsungan hidup ikan selama berlangsungnya penelitian adalah 100 % pada setiap perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah maupun jenis pakan yang diberikan sudah cukup untuk mendukung kebutuhan pokok ikan bahkan dapat memberikan pertumbuhan.

KESIMPULAN

Agar kinerja pertumbuhannya optimal, ikan bawal air tawar memerlukan pakan yang mengandung protein 37% dan rasio energi/protein 8,7 kkal DE/g protein.

DAFTAR PUSTAKA

Alanara. 1994. The effect of temperature, dietary energy content and reward level on the demand feeding activity of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 126: 349-359.

Beamish, F.W.H and E. Thomas. 1984. Effects of dietary protein and lipid on nitrogen losses in rainbow trout, *Salmo gairdneri*. Aquaculture, 41: 359-371.

Degani. G., A. Horowitz and d. Levanon. 1985. Effect of protein level in purified diet and of density, ammonia and O_2 level on growth of juvenile european eels (*Anguilla anguilla* L.). Aquaculture, 46: 193-200.

Eckmann, R. 1987. Growth and body composition of juvenile *Colossoma macropomum* Cuvier 1818 (Characoidei) feeding on artificial diets. Aquaculture, 64: 293-303.

Halver, J.E. 1988. Fish nutrition. Academic Press, INC. London. 789 pp.

Hanez, C. 1993. Performance of the Amazonian Tambaqui, *Colossoma macropomum*, in pond polyculture. Aquacultural Engineering, 12; 245-254.

Huisman, E.A. 1976. Food conversion efficiencies at maintenance and production levels for carp, *Cyprinus carpio* L. and rainbow trout, *Salmon gairdneri* R. Aquaculture, 9: 259-273.

Lovell, R.T. 1988. Nutrition and feeding of fish. Van Nostrand Reinhold. New York. p. 11-91.

Ming, F.W. 1985. Ammonia excretion rate as an index for comparing efficiency of dietary protein utilization among rainbow trout (*Salmo gairdneri*) different strains. Aquaculture, 46 : 27-35.

NRC. 1983. Nutrient requirement of warmwater fishes and shellfishes. National Academy of Science. Washington, D.C. 102 p.

Nematipour, G.R., M.L. Brown and D.M. Gatlin III. 1992. Effect of dietary energy: protein ratio on growth characteristics and body composition of hybrid sriped bass, *Morone chrysops* x *M. saxatilis*. Aquaculture, 107: 359-368.

Pillay, T.V.R. 1980. Fish feed technology. United Nation Development Programmed. Food and Agriculture Organization of The United Nation. 395 pp.

Reis, L.M., Reutebuch and R.T. Lovell. 1989. Protein to energy ratios in production diets and growth, feed conversion and body composition of channel catfish (*Ichtalurus punctatus*). Aquaculture, 77: 21-27.

Takeuchi, T. 1988. Laboratory work-chemical evaluation of dietary nutrients, p. 179-233 *In*: Watanabe (ed.) Fish nutrition and mariculture. Kanagawa International Fisheries Training Centre. Japan International Cooperation Agency (JICA), Japan.

Seenappa, D. and K.V. Devaraj. 1995. Effect of different levels of protein, fat and carbohydrate on growth, feed utilisation and body carcass composition of fingerling in *Catla catla* (Ham.). Aquaculture, 129: 243-249.

Shiau, S and S. Huang. 1990. Influence of varying energy levels with two protein contentrations in diets for hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) reared in seawater. Aquaculture, 91: 143-152.

Steel, R.G.D., and J.H. Torrie. 1993. Prinsip dan prosedur statistika: Suatu pendekatan biometrik. Edisi ke dua. PT. Gramedia Jakarta. 772 hal.

Watanabe, T. 1988. Fish nutrition and mariculture. Department of aquatic biosciences. Tokyo University of Fisheries. JICA. 223 pp.

Zonneveld. N., E.A. Huisman dan J.H. Boon. 1991. Prinsip-prinsip budidaya ikan. Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 317 hal.