

PEMANFAATAN BEBERAPA JENIS KARBOHIDRAT BAGI PERTUMBUHAN DAN EFISIENSI PAKAN YUWANA IKAN KERAPU BEBEK (*Cromileptes altivelis*)

Usman¹⁾, Neltje N. Palinggi²⁾, dan Nyoman Adiasmara Giri³⁾

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemanfaatan beberapa jenis karbohidrat bagi pertumbuhan dan efisiensi pakan yuwana ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*). Pakan uji dengan jenis karbohidrat berbeda yaitu glukosa, sukrosa, dekstrin, dan pati dibuat dalam bentuk pelet kering dan diberikan dua kali sehari secara *at satiation*. Pengamatan pertumbuhan dan efisiensi pakan dilakukan pada yuwana ikan kerapu bebek dengan bobot awal individu rata-rata $7,8 \pm 0,4$ g. Ikan uji dipelihara selama 42 hari dalam 12 bak polikarbonat bervolume 80 L dengan sistem air mengalir dan kepadatan masing-masing 15 ekor/bak. Pengamatan koefisien pencernaan nutrisi pakan dilakukan dengan menggunakan indikator Cr_2O_3 . Pengamatan kadar glukosa plasma dilakukan berdasarkan selang waktu yaitu sesaat sebelum dan setelah pemberian pakan. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan masing-masing 3 kali ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan yang diberi pakan jenis karbohidrat glukosa memiliki retensi protein, retensi lemak, laju pertumbuhan, dan efisiensi pakan tertinggi. Koefisien pencernaan bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) menurun dengan meningkatnya kompleksitas karbohidrat pakan. Koefisien pencernaan protein terendah terjadi pada pakan yang berkarbohidrat sukrosa, sedangkan untuk ketiga jenis karbohidrat glukosa, dekstrin, dan pati relatif sama. Ikan yang diberi pakan dengan jenis karbohidrat glukosa mengalami peningkatan kadar glukosa plasma darah yang lebih cepat dan lebih tinggi daripada ketiga jenis karbohidrat lainnya, namun pola penurunannya relatif sama untuk keempat jenis karbohidrat tersebut.

ABSTRACT: *Utilization of some dietary carbohydrate types on growth and feed efficiency of humpback grouper (Cromileptes altivelis) juveniles. By: Usman, Neltje N. palinggi, and Nyoman Adiasmara Giri*

A triplicate experiment was conducted to determine utilization of some dietary carbohydrate types on growth and feed efficiency of humpback grouper (*Cromileptes altivelis*) juveniles. Four semi purified diets containing different kinds of carbohydrates (glucose, sucrose, dextrin, and starch) were fed on fish with mean initial body weight of 7.8 ± 0.4 g at satiation twice a day. Fish were reared for 42 days in an 80 L tanks with density of 15 fishes per tank. There after, digestibility of nutrients was measured using Cr_2O_3 as every marker. Plasma glucose levels were measured in 24-h fasted fish and at selected intervals after a single meal. The result showed that the fish fed with diet containing glucose had the highest protein retention (35.05%), lipid retention (67.77%), growth rate (0.40 g/d), and feed efficiency (100.83%). Coefficient of nitrogen free extract (NFE) digestibility decreased with increasing carbohydrate complexities in the diet. Protein digestibility coefficient was lowest in fish fed with diet containing sucrose. Lipid digestibility coefficient was similar for all the treatments. The different NFE digestibility coefficient caused different levels of peak absorption and plasma glucose. The fish fed diet-containing glucose absorbed the glucose faster than the others. Furthermore, this fish group also contained the highest level of plasma glucose, but the decreasing pattern of plasma glucose level was similar for the four diets.

KEYWORDS: *carbohydrate, growth, feed efficiency, humpback grouper, juveniles*

PENDAHULUAN

Karbohidrat, salah satu makro nutrisi yang cukup penting dalam pakan ikan, merupakan sumber energi pakan yang paling murah dibandingkan protein dan

lemak (Erfanullah & Jafri, 1995; Grisdale-Helland & Helland, 1997). Kebutuhan kandungan karbohidrat pakan berbeda-beda untuk setiap kelompok ukuran dan spesies ikan. Ikan kerapu lumpur (*Epinephelus malabaricus*) membutuhkan karbohidrat pakan

¹⁾ Peneliti pada Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau, Maros

²⁾ Peneliti pada Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut, Gondol

nutrien pakan (Takeuchi, 1988), serta efisiensi pakan (NRC, 1983), dilakukan analisis ragam (uji F) dan uji beda nyata terkecil (BNT). Data dalam bentuk persentase ditransformasi ke akar kuadrat (Steel & Torrie, 1995). Pola perubahan kadar glukosa plasma darah dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN BAHASAN

Pertumbuhan Ikan dan Efisiensi Pakan

Pertumbuhan ikan merupakan ekspresi adanya peningkatan biosintesis protein dalam tubuh melalui retensi protein pakan yang dikonsumsi. Retensi protein dan retensi lemak tinggi pada ikan yang diberi pakan jenis karbohidrat glukosa menyebabkan laju pertumbuhan yang tinggi pula (Tabel 2). Dari tabel dapat dilihat bahwa yuwana ikan kerapu bebek mampu memanfaatkan glukosa sebagai sumber energi non-protein untuk pertumbuhannya. Hasil yang sama terjadi pada pemeliharaan yuwana ikan *sturgeon* putih, di mana ikan ini mampu memanfaatkan glukosa dan maltosa lebih baik daripada pati, dekstrin, sukrosa, laktosa, dan fruktosa (Hung *et al.*, 1989). Hasil yang berbeda didapatkan oleh Furuichi & Yone (1982) pada ikan mas dan ikan *seabream* merah, di mana ikan mas dapat memanfaatkan dekstrin dan pati lebih baik daripada glukosa, sementara pertumbuhan ikan *seabream* merah tidak dipengaruhi oleh ketiga jenis karbohidrat glukosa, dekstrin, dan pati. Menurut Furuichi & Yone (1982), pertumbuhan ikan mas yang rendah dengan pemberian pakan yang mengandung glukosa tinggi disebabkan karena ketidakcukupan sekresi hormon insulin untuk mengatur tingkat

glukosa darah. Menurut Shimeno (1974), ikan karnivora umumnya memiliki aktivitas enzim metabolisme karbohidrat dan hormon insulin yang rendah. Namun didapatkannya laju pertumbuhan tertinggi pada yuwana ikan kerapu bebek yang diberi jenis karbohidrat glukosa, diduga lebih disebabkan karena enzim pencernaan karbohidrat yang dimilikinya rendah sehingga karbohidrat sederhana lebih mampu menyiapkan energi non-protein dibandingkan karbohidrat yang lebih kompleks.

Retensi lemak yang tinggi pada ikan yang diberi pakan jenis karbohidrat glukosa menunjukkan adanya kelebihan glukosa plasma untuk dijadikan sumber energi langsung. Kelebihan glukosa plasma ini selanjutnya oleh hati diubah menjadi glikogen dan lemak. Pembentukan lemak melalui proses lipogenesis akan terjadi secara intensif pada ikan yang diberi glukosa dibandingkan yang diberi sukrosa, dekstrin, dan pati.

Meskipun sukrosa merupakan jenis karbohidrat yang lebih sederhana daripada pati dan dekstrin, namun laju pertumbuhan mutlak terendah terjadi pada ikan yang diberi sukrosa. Diduga adanya molekul fruktosa yang dihasilkan oleh proses pencernaan sukrosa yang kurang mampu dimanfaatkan oleh yuwana ikan kerapu bebek sebagai sumber energi. Hal yang sama juga ditemukan pada *channel catfish* (Wilson & Poe, 1987) dan yuwana ikan *sturgeon* putih (Hung *et al.*, 1989). Selanjutnya dari hasil tes, toleransi fruktosa pada ikan *channel catfish* yang dilakukan oleh Wilson & Poe (1987), menunjukkan bahwa fruktosa mengalami penyerapan yang rendah pada saluran pencernaan dan fruktosa yang telah terserap

Tabel 2. Rata-rata retensi protein (PR), retensi lemak (LR), laju pertumbuhan mutlak (GR), konsumsi pakan (FC), efisiensi pakan (FE), dan sintasan (SR) yuwana ikan kerapu bebek (*C. altivelis*) yang diberi pakan dengan jenis karbohidrat berbeda

Table 2. The average of protein retention (PR), lipid retention (LR), absolute growth rate (GR), feed consumption (FC), feed efficiency (FE), and survival rate of juvenile humpback grouper (*C. altivelis*) fed diets containing different kind of carbohydrates

Parameter Parameters	Jenis karbohidrat (Carbohydrate)			
	Glukosa Glucose	Sukrosa Sucrose	Dekstrin Dextrin	Pati Starch
PR (%)	35.02 ± 1.35 ^c	26.19 ± 1.7 ^a	3.11 ± 1.83 ^c	29.72 ± 0.88 ^b
LR (%)	67.77 ± 5.37 ^b	45.74 ± 2.49 ^a	53.88 ± 2.80 ^a	49.84 ± 6.89 ^a
GR (g/d)	0.40 ± 0.03 ^c	0.27 ± 0.00 ^a	0.34 ± 0.02 ^b	0.34 ± 0.03 ^b
FC (g)	246.90 ± 14.50 ^b	218.23 ± 6.13 ^a	235.20 ± 6.41 ^{ab}	234.33 ± 11.57 ^{ab}
FE (%)	100.83 ± 2.25 ^c	78.63 ± 2.70 ^a	91.23 ± 4.20 ^b	90.07 ± 3.25 ^b
SR (%)	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a

^{a)} Nilai dalam baris yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata ($P > 0.05$)

Values in row followed by the same superscript are not significantly different ($P > 0.05$)

mengalami hambatan untuk dikonversi menjadi glukosa plasma.

Jumlah pakan yang dikonsumsi akan mempengaruhi pertumbuhan ikan. Semakin tinggi konsumsi pakan, peluang untuk mengalami pertumbuhan yang cepat juga tinggi. Ikan yang diberi pakan jenis karbohidrat glukosa mengkonsumsi pakan lebih banyak, diikuti dekstrin, pati, dan terendah pada sukrosa. Perbedaan jumlah konsumsi pakan ini disebabkan adanya perbedaan ukuran ikan akibat perbedaan laju pertumbuhan selama percobaan berlangsung. Ikan yang berukuran besar membutuhkan dan akan mengkonsumsi pakan lebih banyak daripada ikan yang berukuran kecil.

Efisiensi pakan terkait langsung dengan laju pertumbuhan ikan dan konsumsi pakan. Semakin tinggi laju pertumbuhan pada konsumsi pakan yang sama, maka efisiensi pakan semakin tinggi. Efisiensi pakan yang dapat mencapai rata-rata 100,83% pada ikan yang diberi jenis karbohidrat glukosa menunjukkan bahwa glukosa dapat dimanfaatkan dengan baik sebagai sumber energi non-protein, sehingga protein pakan banyak digunakan untuk sintesis protein tubuh yang tercermin pada laju pertumbuhan ikan yang tinggi.

Kecernaan Nutrien Pakan

Kecernaan nutrien pakan merupakan salah satu indikator penting bagi pengujian mutu pakan. Hasil pengamatan pencernaan nutrien pakan pada pemeliharaan ikan kerapu bebek dengan jenis karbohidrat berbeda disajikan pada Tabel 3.

Perbedaan jenis karbohidrat pakan mempengaruhi nilai koefisien pencernaan BETN pakan. Pakan yang mengandung jenis karbohidrat glukosa memiliki nilai koefisien pencernaan BETN tertinggi, diikuti pakan yang mengandung sukrosa, dekstrin, dan terendah pada pakan yang mengandung pati. Semakin kompleks

ikatan kimia suatu karbohidrat, maka cenderung nilai koefisien pencernaan BETN-nya semakin rendah. Pati merupakan suatu bentuk karbohidrat kompleks yang terdiri atas dua komponen utama yaitu amilosa dan amilopektin. Semakin rendah rasio amilosa/amilopektin, maka tingkat pencernaan pati semakin rendah (Cruz-Suarez *et al.*, 1994). Sebelum pati terurai menjadi molekul sederhana yaitu glukosa, terlebih dahulu diurai menjadi dekstrin dan maltosa untuk akhirnya baru menjadi glukosa yang dapat diserap masuk ke dalam pembuluh darah, dan proses ini melibatkan banyak enzim pencernaan. Menurut Shimeno (1974), ikan karnivora umumnya memiliki aktivitas enzim pencernaan karbohidrat yang rendah. Hal ini menyebabkan tingkat pencernaan pakan yang mengandung pati sangat rendah. Proses yang sama juga terjadi pada pakan yang mengandung dekstrin dan sukrosa. Perbedaan tingkat pencernaan BETN ini menyebabkan terjadinya perbedaan potensi ketersediaan energi non-protein.

Dari percobaan ini tampak bahwa pakan yang mengandung jenis karbohidrat sukrosa memiliki koefisien pencernaan protein sedikit lebih rendah daripada yang mengandung glukosa, dekstrin, dan pati. Wilson & Poe (1987) melaporkan bahwa pakan yang mengandung fruktosa dapat menurunkan penyerapan beberapa asam amino ikan *channel catfish* (*Ictalurus punctatus*). Diduga rendahnya pencernaan protein ini disebabkan oleh terjadinya molekul fruktosa hasil pemecahan sukrosa. Hidrolisis sukrosa oleh enzim pencernaan (sukrase) akan menghasilkan 1 molekul glukosa dan 1 molekul fruktosa (Murray *et al.*, 1999).

Secara umum tingkat pencernaan protein pakan ini cukup tinggi yaitu rata-rata antara 93,40%--94,77%. Kecernaan protein dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain sumber protein, ukuran partikel, perlakuan sebelum dan setelah pembuatan pakan, jenis, dan ukuran ikan, jumlah konsumsi pakan, suhu, dan

Tabel 3. Koefisien pencernaan nutrien pakan uji yang mengandung jenis karbohidrat berbeda oleh yuwana kerapu bebek (*C. altivelis*)¹⁾

Table 3. Nutrient digestibility coefficient of test diets containing different kind of carbohydrates by juvenile humpback grouper (*C. altivelis*)

Jenis karbohidrat (Carbohydrate)			
Glukosa Glucose	Sukrosa Sucrose	Dekstrin Dextrin	Pati Starch
96.64 ± 1.42 ^c	87.68 ± 2.86 ^b	82.84 ± 2.58 ^b	69.30 ± 2.94 ^a
94.43 ± 0.28 ^b	93.40 ± 0.87 ^a	94.63 ± 0.23 ^b	94.77 ± 0.45 ^b
97.20 ± 1.11 ^a	96.19 ± 0.83 ^a	95.56 ± 0.18 ^a	95.30 ± 1.46 ^a

¹⁾ Nilai dalam baris yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P>0,05$)
Values in row followed by the same superscript are not significantly different ($P>0.05$)

komponen nonprotein dalam pakan (Hasting, 1969 dan Choubert, 1983 dalam Affandi, 1992). Dari percobaan ini juga didapatkan bahwa jenis karbohidrat glukosa, dekstrin, dan pati tidak mempengaruhi nilai koefisien pencernaan protein. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga jenis karbohidrat ini tidak mempengaruhi aktivitas enzim protease yuwana ikan kerapu bebek. Hasil yang sama juga didapatkan oleh Kaushik *et al.* (1989) pada pemeliharaan ikan *rainbow trout* dengan sumber karbohidrat pakan berbeda.

Koefisien pencernaan lemak tidak dipengaruhi oleh perbedaan jenis karbohidrat pakan. Tingkat pencernaan lemak pakan yang didapatkan pada percobaan ini cukup tinggi yaitu rata-rata antara 95,30%--97,20%. Menurut Austreng *et al.* (1980) dalam Affandi (1992), nilai koefisien pencernaan lemak tergantung pada sumber lemak, dan nilainya akan menurun bila titik cair lemak meningkat. Hal ini mengindikasikan bahwa kontribusi lemak pakan terhadap kinerja pertumbuhan relatif sama. Koefisien pencernaan lemak yang tinggi juga didapatkan oleh Padoskina *et al.* (1997) yaitu rata-rata antara 96,80%--98,30% pada pemeliharaan ikan *rainbow trout* (*Oncorhynchus mykiss*) yang diberi beberapa jenis *potato starch*.

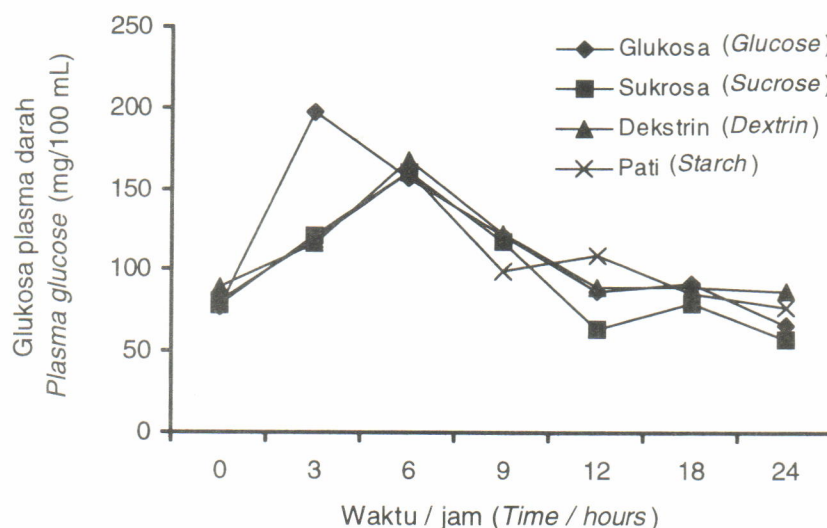
Kadar Glukosa Plasma Darah

Kemampuan ikan untuk menyerap dan memanfaatkan karbohidrat pakan dapat dilihat pada pola perubahan kadar glukosa plasma darahnya (Gambar 1). Pemanfaatan glukosa dalam darah terkait

dengan aktivitas enzim dan hormon dalam metabolisme karbohidrat.

Pada Gambar 1 tersebut terlihat bahwa ikan yang diberi pakan jenis karbohidrat glukosa mengalami puncak kenaikan kadar glukosa plasma darah yang lebih cepat dan lebih tinggi yaitu pada jam ketiga setelah pemberian pakan (197,29 mg/100 mL). Sementara ikan yang diberi pakan dengan jenis karbohidrat sukrosa, dekstrin, dan pati mengalami kenaikan puncak kadar glukosa plasma darah yang lebih rendah dan lambat, yaitu semuanya pada jam keenam setelah pemberian pakan. Di dalam usus, glukosa dapat langsung mengalami penyerapan, sementara sukrosa, dekstrin, dan pati harus mengalami proses pencernaan dan membutuhkan aktivitas enzim yang tinggi, sehingga proses penyerapan glukosanya lebih lambat dan rendah. Kondisi ini juga didukung oleh tingkat pencernaan BETN yang lebih tinggi pada pakan jenis karbohidrat glukosa daripada jenis karbohidrat sukrosa, dekstrin, dan pati.

Pola penurunan kadar glukosa plasma hingga mencapai kadar seperti awal sebelum pemberian pakan, tampaknya relatif sama untuk semua jenis karbohidrat pakan. Dapat dikatakan bahwa proporsi pemanfaatan glukosa plasma sebagai sumber energi pada ikan yang diberi karbohidrat sederhana (glukosa) relatif sama dengan yang diberi karbohidrat lebih kompleks. Hal ini diduga enzim dan hormon yang berperan dalam proses pemanfaatan dan metabolisme glukosa pada ikan ini memiliki aktivitas yang cukup. Hung *et al.* (1989) melaporkan bahwa ikan *sturgeon*



Gambar 1. Pola perubahan kadar glukosa plasma darah yuwana ikan kerapu bebek (*C. altivelis*) yang diberi jenis karbohidrat pakan berbeda

Figure 1. The change pattern of plasma glucose level of juvenile humpback grouper (*C. altivelis*) fed different kinds of carbohydrate

putih yang mampu memanfaatkan glukosa dan maltosa dalam pakan dengan baik, memiliki aktivitas enzim *glucose 6-phosphat dehydrogenase* (G6PDH) dan *isocitrate dehydrogenase* (ICDH) yang lebih tinggi dibandingkan ikan yang diberi pakan jenis karbohidrat fruktosa, sukrosa, dekstrin, dan pati. Enzim G6PDH sangat penting untuk pemanfaatan glukosa melalui jalur sekunder yaitu jalur sintesis asam lemak non-esensial dan asam nukleat (Lehninger, 1994). Sementara enzim ICHD berperan dalam siklus asam trikarboksilat yang merupakan jalur utama tahap kedua dalam pemanfaatan glukosa sebagai sumber energi.

Ikan yang diberi pakan jenis karbohidrat sukrosa cenderung memiliki kadar glukosa plasma yang lebih rendah daripada yang diberi jenis karbohidrat lainnya. Diduga ada hambatan konversi fruktosa hasil pencernaan menjadi glukosa, dan untuk tetap mempertahankan pada kadar yang normal, maka glukosa plasma diperoleh melalui proses glukoneogenesis seperti yang terjadi pada yuwana ikan *sturgeon* putih (Hung *et al.*, 1989).

KESIMPULAN

1. Ikan yang diberi pakan berkarbohidrat glukosa memiliki retensi protein 35,02 %; retensi lemak 67,77 %; laju pertumbuhan mutlak 0,40 g/h; dan efisiensi pakan yang tinggi, disebabkan pakan tersebut memiliki koefisien pencernaan BETN 94,43 % dan penyerapan serta pemanfaatan glukosa plasma yang tinggi.
2. Glukosa merupakan jenis karbohidrat terbaik untuk pertumbuhan yuwana ikan kerapu bebek, diikuti dekstrin, pati, dan sukrosa.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, R., D.S. Sjafei, M.F. Rahardjo, dan Sulistiono. 1992. *Fisiologi Ikan; Pencernaan*. Pusat Antar Universitas Ilmu Hayat, Institut Pertanian Bogor. 214 pp.
- Bergot, F. 1979. Carbohydrates in rainbow trout diets: effects of the level and sources of carbohydrates and numbers of meals on growth and body composition. *Aquaculture*, 18:157--167.
- Brauge, C., F. Medale, and G. Corraze. 1994. Effect of dietary carbohydrate levels on growth, body composition and glycaemia in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* reared in seawater. *Aquaculture*, 123: 109--120.
- Cruz-Suarez, L.E., D. Ricque-Marie, J.D. Pinal-Mansilla, and P. Wesche-Ebellling. 1994. Effect of different carbohydrate source on the growth of *Penaeus vannamei*: economical impact. *Aquaculture*, 123: 349--360.
- Erfanullah and A.K. Jafri. 1995. Protein-sparing effect of dietary carbohydrate in diet for fingerling *Labeo rohita*. *Aquaculture*, 136: 331--339.
- Furuichi, M. and Y. Yone. 1982. Availability of carbohydrate in nutrition of carp and red seabream. *Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries*, 48: 945--948.
- Giri, N.A., K. Suwiry, dan M. Marzuqi. 1999. Kebutuhan protein, lemak, dan vitamin C untuk yuwana ikan kerapu tikus (*Cromileptes altivelis*). *J. Pen. Per. Indonesia*, 5(3): 38--46.
- Grisdale-Helland, B. and S.J. Helland. 1997. Replacement of protein by fat and carbohydrate in diets for atlantic salmon (*Salmo salar*) at the end of the fresh-water stage. *Aquaculture*, 152: 167--180.
- Hung, S.S.O., F.K. Fynn-Aikins, P.B. Lutes, and R. Xu. 1989. Ability of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) to utilize different carbohydrate source. *J. Nutr.*, 110: 727--733.
- Kaushik, S.J., F. Medale, B. Fauconneau, and D. Blanc. 1989. Effect of digestible carbohydrates on protein/energy utilization and on glucosa metabolism in rainbow trout (*Salmo gairdneri* R.). *Aquaculture*, 79: 63--74.
- Murray, R.K., D.K. Granner, P.A. Mayes, dan V.W. Rodwell. 1999. *Biokimia Harper*. Alih bahasa, A. Hartono. Penerbit Buku Kedokteran (EGC), Jakarta. 891 pp.
- National Research Council (NRC). 1977. *Nutrient Requirements of Warmwater Fishes*. National Academy of Science, Washington, D.C. 71 pp.
- National Research Council (NRC). 1983. *Nutrient Requirements of Warmwater Fishes and Shellfishes*. National Academy of Science, Washington, D.C. 102 pp.
- National Research Council (NRC). 1993. *Nutrient Requirements of Fish*. National Academy of Science, Washington, D.C. 114 pp.
- Podoskina, T.A., A.G. Podoskina, and E.N. Bekina. 1997. Efficiency of utilization of some potato starch modifications by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 152: 235--248.
- Rawles, S.D. and D.M. Gatlin III. 1998. Carbohydrate utilization in striped bass (*Morone saxatilis*) and sunshine bass (*M. chrysops* O' M. *saxatilis* O). *Aquaculture*. 161: 201--212.
- Shiau, S.Y. and C.W. Lan. 1996. Optimum dietary protein level and protein to energy ratio for growth of grouper (*Epinephelus malabaricus*). *Aquaculture*, 145: 259--266.
- Shimeno, S. 1974. *Studies on Carbohydrate Metabolism in Fish*. Amerind Publishing Co. Pvt Ltd., New York. 123 pp.
- Shimeno, S., H. Hosokawa, and M. Takeda. 1996. Metabolic response of juvenile yellowtail to dietary carbohydrate to lipid ratios. *Fish. Sci.*, 62: 945--949.
- Spannhof, L. and H. Plantikow. 1983. Studies on carbohydrates digestion in rainbow trout. *Aquaculture*, 30: 95--108.
- Steel, R.G.D. dan J.H. Torrie. 1995. *Prinsip dan Prosedur Statistika*. Alih Bahasa: Bambang Sumantri. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 748 pp.
- Suwirya, K., N.A. Giri, M. Marzuki, dan Tridjoko. 2002. Kebutuhan karbohidrat untuk pertumbuhan yuwana

- kerapu bebek, *Cromoleptes altivelis*. *J. Pen. Per. Indonesia*, 8(2): 9--14.
- Takeuchi, T. 1988. Laboratory work-chemical evaluation of dietary nutrient. In Watanabe, T (ed.). *Fish Nutrition and Mariculture*. Department of Aquatic Bioscience, Tokyo University of Fisheries. p. 179--233.
- Wedemeyer, G.A. and W.T. Yasutake. 1977. *Clinical Methods for the Assessment of the Effects of Environmental Stress on Fish Health*. United State Departement of The Interior, Fish and Wildlife Service, Washinton, D.C. 18 pp.
- Wilson, R.P. and W.P. Poe. 1987. Apparent inability of channel catfish to utilize dietary mono and disaccharides as energy sources. *J. Nutr.*, 117: 280--285.
- Zonneveld, N., E.A. Huisman, and J.H. Boon. 1991. *Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 318 pp.