

FREKUENSI PEMBERIAN PAKAN DAN TEKNOLOGI PRODUKSI IKAN BETUTU (*Oxyeleotris marmorata* Blkr) DENGAN SISTEM TERKONTROL

Zafril Imran Azwar dan Irma Melati

Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar
Jl. Sempur No. 1, Bogor 16154
E-mail: zafril_ia@yahoo.com

(Naskah diterima: 19 April 2011; Disetujui publikasi: 8 November 2011)

ABSTRAK

Suatu percobaan untuk memperbaiki sintasan ikan betutu fase "Growth out" telah dilakukan di Laboratorium Basah Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar, Bogor. Wadah percobaan yang digunakan adalah *fiber glass* berdiameter 1,5 m dan ketinggian 0,5 m. Wadah dirancang sistem resirkulasi, melalui bak stok air (2,5 m³) dan bak pemanasan air (0,6 m³), kemudian pada masing-masing wadah pemeliharaan dirancang *biofilter* yang berfungsi membersihkan air. Air dari bak stok, dialirkan ke dalam bak pemanasan, kemudian didistribusikan ke wadah pemeliharaan (6 unit) secara gravitasi. Dengan adanya sistem pemanasan suhu air dalam bak pemeliharaan dipertahankan 28°C-29°C. Pada masing-masing bak ditebar 25 ekor ikan betutu ukuran sekitar 40±3,7 g. Sebagai perlakuan dalam percobaan ini adalah frekuensi pemberian pakan yaitu pemberian 2 kali (pukul 08.00 dan 16.00); 3 kali (pukul 08.00, 12.00, dan 16.00); dan 4 kali (pukul 08.00, 12.00, 16.00, dan 20.00). Percobaan dilaksanakan dengan rancangan acak kelompok dan terdiri atas tiga kelompok periode waktu sebagai ulangan (blok). Setiap periode percobaan dilaksanakan selama 60 hari. Pakan yang digunakan dalam percobaan adalah ikan rucah, *Tubifex* beku, dan diberikan dengan prinsip dikenyangkan (*ad satias*). Parameter yang dievaluasi adalah penambahan bobot badan, laju pertumbuhan spesifik, dan sintasan. Sebagai parameter penunjang adalah laju pengosongan lambung dan usus, serta profil enzim protease pada usus. Untuk mendapatkan data ini dilakukan percobaan terpisah, dengan menggunakan ikan berbobot sekitar 40 g sebanyak 60 ekor. Ikan diberi pakan hingga kenyang, kemudian dilakukan *sampling* setiap 30 menit, isi organ pencernaan diamati dan ditimbang, juga dilakukan pengamatan enzim protease. Hasil percobaan memperlihatkan, bahwa laju pertumbuhan spesifik dan penambahan bobot tertinggi dicapai pada pemberian pakan 2 kali/hari. Lambung ikan betutu akan kosong setelah 6 jam dari saat pemberian pakan, sedangkan profil enzim protease memperlihatkan pola yang sejalan dengan laju pengosongan lambung.

KATA KUNCI: frekuensi pemberian pakan, teknik kultur benih, ikan betutu, laju pertumbuhan

ABSTRACT: *Feeding frequency and culture technique of betutu (*Oxyeleotris marmorata* Blkr) in controlled system. By: Zafril Imran Azwar and Irma Melati*

*The experiment was conducted at the Research Institute for Freshwater Culture Fisheries aimed to improve the survival rate of "betutu" (*Oxyeleotris marmorata* Blkr) during the grow-out phase. The fish rearing containers used were cylindrical*

fiberglass tank each 1.5 m in diameter and 0.5 m in height. The containers were arranged to constitute a recirculatory system with a water supply tank of 2.5 m³ in volume and a water-heating tank of 0.6 m³ in volume in which a biofilter was installed to clean up the water. Water from the supply tank flowed into the heating tank from which the water was then distributed by gravitation into the rearing tanks (6 units). By using a heating system, the water temperatures in the rearing containers were maintained within 28°C-29°C. Into each rearing tank, 25 betutu individuals of 40±3.7 g body weight were stocked. The treatments tested were different fish feeding frequencies, namely two times daily (at 08.00 am and 04.00 pm), three times daily (at 08.00 am, 12.00 noon, and 04.00 pm) and four times daily (at 08.00 am, 12.00 noon, 04.00 pm, and 8.00 pm). The same experiment was repeated three times in three different times each lasting for 60 days. The experimental design used was the randomized block design with three blocks. The fish were fed to satiation with trash fish, frozen *Tubifex* sp. The parameters evaluated were body weight gain, specific growth rate, survival rate, and the profile of enzymes proteases of digestive organs. The latter data were obtained by conducting a separate feeding experiment using fish of 40 g in size average where samples of the fish digestive organs were taken after the fish were fed at 30 minute intervals. The organ samples were then examined for stomach and intestinal contents, stomach weight, and the enzymes protease. The results of the experiment showed that the highest specific growth rate and body weight gain were found on fish fed 2 times daily. The stomach of the fish emptied within 6 hours of feeding while the profile of proteases showed a pattern consistent with the intestine emptying rate.

KEYWORD: feeding frequency, culture technique betutu, specific growth rate

PENDAHULUAN

Kelestarian terhadap populasi ikan betutu (*Oxyeleotris marmorata* Blkr) di alam habitatnya sudah harus diperhatikan, mengingat tingkat eksploitasi yang tinggi sebagai ikan konsumsi maupun sebagai sumber benih untuk budidaya pembesaran, tanpa adanya upaya pemulihan stok populasi. Produksi ikan konsumsi hasil tangkapan di alam cenderung menurun, tercermin dari menurunnya ukuran rata-rata hasil tangkapan. Demikian pula hasil tangkapan benih ukuran siap tebar (100-150 g) pembesaran, cenderung semakin sulit. Hal ini tercermin dari semakin banyaknya keramba tancap yang tidak operasi lagi di wilayah budidaya (Sumatera Selatan, Kalimantan Selatan, Kalimantan Barat, dan Kalimantan Timur). Di sisi lain, permintaan terhadap jenis ikan ini dari tahun ke tahun semakin meningkat baik di pasar internasional maupun lokal.

Penelitian terhadap aspek reproduksi, pemeliharaan larva, dan benih ukuran *fry* untuk tujuan produksi massal benih telah banyak dilakukan. Dari aspek reproduksi diketahui bahwa ikan betutu dapat memijah sepanjang tahun dengan jumlah telur 5.000 hingga 25.000 butir tergantung bobot induk (Azwar *et al.*, 2003). Dari pengamatan ini, dapat

disimpulkan bahwa ikan betutu memiliki potensi untuk dikembangkan produksi benihnya. Penelitian bersifat komponen riset telah mendapatkan informasi mengenai teknologi produksi benih, aspek tingkah laku makan pada stadia awal dan ukuran *fry* hingga benih umur 60 hari (Azwar *et al.*, 2005). Hasil uji coba produksi benih ikan betutu secara massal dari stadia awal, tercatat bahwa sintasan masih sangat bervariasi maksimal mencapai 20% pada kisaran umur benih antara 14-21 hari. Fase kritis produksi benih, pada saat awal mencari makan dari luar, karena pada fase ini dibutuhkan ukuran makanan yang sangat kecil (< 60 µm). Selain bergantung pada ketersediaan pakan alami, keberhasilan produksi juga sangat dipengaruhi oleh kestabilan suhu medium kultur (28°C-29°C) dan cara perawatan. Percobaan penggunaan pakan alami substitusi *Moina* sp. terhadap artemia pada benih usia 24 hari hingga 60 hari memperlihatkan bahwa substitusi sebanyak 50% memberikan respons pertumbuhan yang terbaik, dengan tingkat sintasan masih rendah mencapai 50% (Azwar *et al.*, 2005). Penelitian lebih lanjut untuk benih umur 30 hingga 60 hari memperlihatkan bahwa *Moina* sp. yang diperkaya dengan minyak ikan atau telur ayam maupun makanan buatan (50 µm) dapat

digunakan sebagai pengganti *nauplii Artemia* sebagai pakan benih umur lebih dari 30 hari (Azwar *et al.*, 2006). Berbagai uji coba pemeliharaan benih umur lebih 30 hari terlihat bahwa terjadi *hirarkhi* cara makan akibat dari perbedaan tumbuh saat masa pemeliharaan. Kondisi ini kadang kala mengakibatkan terjadinya pemangsaan terhadap ikan ukuran lebih kecil, sehingga tingkat kematian menjadi tinggi.

Perbaikan sistem pemeliharaan dengan pengendalian suhu air (kisaran 28°C–30°C), dan penggunaan *shelter* telah memperbaiki sintasan benih (umur 60 hari). Diperoleh sintasan benih rata-rata 75%, lebih tinggi dari percobaan sebelumnya tanpa kendali suhu dan *shelter* yaitu rata-rata 50% (Azwar *et al.*, 2007). Pemangsa dan saling menyerang terjadi jika ikan mengalami gangguan/stres dan kondisi lapar. Gangguan pemangsaan ini juga terjadi pada benih ukuran (*growth-out*) siap tebar budidaya pembesaran. Untuk mencegah atau mengurangi pemangsaan atau saling menyerang maka perlu dilakukan penelitian upaya mencegah stres dan lapar melalui teknologi dan manajemen pemberian pakan, dalam hal ini frekuensi pemberian pakan pada fase tumbuh (*growth-out*).

BAHAN DAN METODE

Ikan uji yang digunakan dalam percobaan ini adalah ikan betutu ukuran $40 \pm 3,7$ g; dipelihara dalam bak *fibre glass* berdiameter 1,5 m dan kedalaman 0,60 m yang dirancang dengan sistem resirkulasi. Sistem resirkulasi terdiri atas bak stok air (volume 2,5 m³), bak pemanas air (volume 0,6 m³), dan bak pemeliharaan (6 unit). Pemanasan air dilakukan dengan menggunakan "heater" kapasitas energi 1.000 watt. Air dari bak stok dipompakan ke bak pemanas air yang letaknya lebih tinggi, dan air dari bak pemanas didistribusikan secara gravitasi ke bak-bak pemeliharaan melalui sistem pemipaan. Pada bak pemeliharaan dirancang *biofilter* yang terdiri atas drum berisi batuan kerikil dan dakron. Air dari bak pemeliharaan dialirkan ke bak filter dan kembali lagi ke bak pemeliharaan dengan menggunakan pompa. Dengan sistem pemanas (*heater*), suhu air pada bak pemeliharaan dijaga pada kisaran 28°C–29°C. Pada bak pemeliharaan dipasang pula sistem aerasi pada 4 titik sehingga selama pemeliharaan kandungan oksigen berkisar antara 4,78–6,99 mg/L; amonia 0,02–0,10 mg/L; nitrit 0,26–0,65

mg/L; karbondioksida 5,09–6,29 mg/L. Kisaran parameter kualitas air ini berada pada batas layak untuk kehidupan dan kesehatan ikan betutu. Ke dasar bak ditebar *shelter* yang dibuat dari untaian tali dan pipa-pipa PVC diameter 4 inci dan panjang 30 cm. Bak pemeliharaan ditutup dengan stereofom, untuk mencegah fluktuasi suhu yang lebar dan menciptakan suasana gelap.

Sebagai perlakuan dalam percobaan adalah frekuensi pemberian pakan yaitu; (a) pemberian pakan 2 kali (pukul 08.00 dan 16.00); (b) pemberian makan 3 kali (08.00, 12.00, dan 16.00); (c) pemberian makan 4 kali (08.00, 12.00, 16.00, dan 20.00) per hari. Pakan yang digunakan adalah *Tubifex* sp. beku, diberikan hingga kenyang (*ad satiasi*), dan sisa pakan dikumpulkan, kemudian ditimbang. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Acak kelompok/blok, dan periode waktu pemeliharaan dianggap sebagai kelompok. Percobaan dengan tiga ulangan, dan setiap periode dilaksanakan selama 60 hari. Penimbangan ikan dilakukan pada awal dan akhir percobaan untuk menekan kematian akibat stres. Parameter utama yang digunakan untuk evaluasi respons perlakuan adalah penambahan bobot badan, laju pertumbuhan spesifik, dan sintasan.

Dalam percobaan ini juga dilakukan pengamatan waktu evakuasi pakan dalam lambung dan usus, serta profil enzim protease sebagai data pendukung. Percobaan dilakukan dengan memelihara ikan ukuran kisaran 40 g sebanyak 60 ekor dalam wadah pemeliharaan. Kemudian setelah mengalami proses adaptasi terhadap makanan *Tubifex* sp. beku dilakukan pengamatan dengan cara memberikan makan ikan secara *satiasi*, kemudian tiap interval 30 menit dilakukan *sampling* dengan mengambil 4 ekor ikan. Ikan dibedah dalam kondisi dingin, dengan meletakkan ikan di atas pecahan batu es dan isi lambung serta usus diambil, diamati dan ditimbang. Kemudian isi saluran pencernaan disentrifus dengan kecepatan pemusingan 10.000 rpm selama 10 menit pada suhu 4°C. Supernatan yang diperoleh disimpan dalam tabung mikro dan disimpan pada *deep freezer* suhu -20°C hingga analisis aktivitas enzim protease. Metode analisis enzim mengikuti petunjuk Moreau (2001).

Data dari parameter utama diuji statistik Anova, kemudian dilanjutkan dengan uji jarak duncan untuk memperlihatkan perbedaan antara perlakuan. Evaluasi terhadap lama

pengosongan lambung dan aktivitas enzim protease dilakukan secara deskriptif melalui grafis.

HASIL DAN BAHASAN

Pertumbuhan

Pertumbuhan dinyatakan dari penambahan bobot ikan di akhir percobaan dan laju pertumbuhan spesifik yang dinyatakan dalam persen per hari disajikan pada Tabel 1.

Penambahan bobot tertinggi dicapai pada perlakuan frekuensi pemberian pakan 2 kali/hari yaitu sebesar 26,93 g dan laju pertumbuhan spesifik mencapai 0,84 %/hari, dan terendah pada perlakuan frekuensi pemberian pakan 4 kali/hari yaitu 24,13 g dan laju pertumbuhan spesifik mencapai 0,79%/hari. Baik penambahan bobot maupun laju pertumbuhan spesifik menurun dengan meningkatnya frekuensi pemberian pakan. Walaupun secara statistik tidak terlihat bahwa frekuensi pemberian pakan memberikan respons berbeda terhadap penambahan bobot dan laju pertumbuhan spesifik ikan uji. Dari penelitian ini terlihat bahwa kisaran bobot rata-rata ikan pada semua perlakuan dan setiap ulangan memperlihatkan kisaran yang lebar pada akhir penelitian (Tabel 1). Kisaran bobot maksimum dan minimum rata-rata ikan pada frekuensi pemberian pakan dua kali lebih kecil dibandingkan dengan pemberian pakan 3 dan 4 kali. Penelitian Jobling (1983) pada ikan *Salvelinus alpinus* mendapatkan bahwa semakin jarang frekuensi pemberian makan akan semakin lebar kisaran ikan ukuran maksimum dan minimum. Kisaran ukuran ikan pada saat panen yang diberi makan frekuensi 2 kali adalah 59,88-76,08 g; yang diberi makan masing-masing 3 dan 4 kali per hari adalah 52,68-78,08 g; dan 48,03-78,33 g.

Ikan-ikan besar peluang kompetisi makan lebih kuat dibandingkan ikan kecil, apalagi didukung sifat penguasaan teritorial dari ikan betutu. Ini tercermin persentase rasio ukuran lambung sesaat setelah ikan diberi pakan dikenyangkan terhadap bobot badan pada ikan besar (0,029-0,070) dan kecil (0,007-0,020). Kondisi ini yang menyebabkan terjadinya kisaran lebar dari ukuran ikan pada akhir percobaan. Kisaran bobot badan yang sempit pada frekuensi pemberian pakan 2 kali, mengakibatkan kematian ikan lebih rendah dibandingkan dengan kedua perlakuan lainnya, namun tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) (Tabel 1).

Pemangsaan akan lebih nyata jika dalam wadah terjadi perbedaan ukuran bobot ikan yang lebar, dikarenakan sifat ikan betutu yang cenderung kanibal. Dalam penelitian ini ikan yang diberi pakan frekuensi 2 kali memiliki kisaran bobot yang relatif kecil. Ini menunjukkan bahwa walaupun frekuensi pemberian pakan paling rendah dalam percobaan ini, namun waktu tersebut masih berada pada waktu interval pemberian pakan yang ideal. Penelitian Dewyer *et al.* (2002) terhadap frekuensi pemberian makan pada ikan "*yellow-tail flounder*" (*Limanda ferrinea*) juga mencatat bahwa pemberian pakan pada ikan saat fase *growth out* direkomendasikan 2 kali per hari. Juga diperlihatkan bahwa konsumsi pakan sangat dipengaruhi oleh frekuensi pemberian pakan. Pada pemberian pakan frekuensi 2 kali dalam percobaan ini, ikan diberi pakan pada pukul 08.00 pagi dan pukul 16.00 sore, yang berarti interval pemberian pakan mencapai 8 jam. Sedangkan pada perlakuan 3 dan 4 kali pemberian makan, interval waktu pemberian makan masing-masing 4 jam dan 3 jam. Lin & Liao (1999) dalam Dewyer *et al.* (2002), mengemukakan bahwa jika interval pemberian pakan dekat, pakan akan melalui organ pencernaan lebih cepat dan mengakibatkan absorpsi tidak efisien. Lebih lanjut penelitian Andrew & Page (1975) dalam Dwyer (2002) mencatat bahwa ikan kelompok *cat-fish* yang diberi pakan 2 kali per hari tumbuh lebih cepat dibandingkan ikan yang diberikan setiap jam selama 24 jam. Dari pengamatan terlihat juga bahwa nafsu makan ikan tinggi pada pagi dan sore hari, makanan yang tersedia cepat dikonsumsi dan selalu habis, sedangkan ikan yang diberi makan 3 dan 4 kali sehari sering ditemui sisa makanan terutama pada pemberian siang hari. Grove & Crawford (1980) mengemukakan bahwa ada hubungan waktu evakuasi pakan dalam organ pencernaan dengan frekuensi pemberian makan. Pemberian makan yang lebih sering dapat mempercepat waktu evakuasi pakan dari sistem pencernaan. Penelitiannya dengan menggunakan ikan kelompok teleost, *Blennius pholis* L., mencatat bahwa ikan setelah dilaporkan selama 24 jam, kemudian diberi makan sekenyangnya (*ad satiasi*), dan dilaporkan lagi selama 12 jam, selanjutnya diberi makan lagi hingga dikenyangkan masih ditemui pakan dari kelompok pertama pada bagian usus, walaupun bagian usus anterior terlihat sudah kosong. Dia menyimpulkan bahwa pemberian makan yang berulang dalam

Tabel 1. Rata-rata bobot awal dan akhir, penambahan bobot (g), laju pertumbuhan spesifik (LPS) (%), dan sintasan (%)
 Table 1. *Initial and final average body weight, weight gain (g), specific growth rate (LPS) (%), and survival rate (%)*

Perlakuan/frekuensi pemberian makan <i>Treatment/feeding frequency</i>	Bobot awal <i>Initial body weight</i> (g)	Bobot akhir <i>Final body weight</i> (g)	Penambahan bobot <i>Weight gain</i> (g)	Laju pertumbuhan spesifik <i>Specific growth rate</i> (%)	Sintasan <i>Survival rate</i> (%)
2 kali	41.05±2.01	67.98±8.10	26.93±2.15 ^a	0.84±0.08 ^a	45.28±5.69
3 kali	40.10±2.26	65.38±12.70	25.28±3.57 ^a	0.81±0.10 ^a	41.33±4.62
4 kali	39.05±2.48	63.18±15.15	24.13±8.81 ^a	0.79±0.25 ^a	38.33±11.27

Rata-rata nilai dalam baris dengan kode abjad yang sama tidak menunjukkan perbedaan ($P > 0,05$)
The average values in the same row followed by same superscript are not significantly different at 95% levels confidence

waktu relatif dekat akan mengakibatkan sekresi lebih cepat dari makanan sebelumnya, yang belum tercerna maupun terabsorpsi maksimal. Kondisi demikian memungkinkan bahwa semakin sering frekuensi pemberian pakan maka penambahan bobot ikan semakin rendah. Galano *et al.* (2003) pada ikan Snook, *Centropomus undecimalis* menunjukkan bahwa ikan yang diberi pakan 1, 2, 3 kali memperlihatkan perbedaan waktu evakuasi pakan. Empat jam setelah pemberian pakan, evakuasi pakan pada masing-masing perlakuan telah mencapai 38%, 66%, dan 80%.

Hasil pengamatan dari waktu pengosongan lambung ikan betutu memperlihatkan bahwa waktu pengosongan lambung terjadi hingga jam keenam dari saat ikan mulai memangsa. Dilihat dari pola kerja enzim protease menunjukkan bahwa enzim akan meningkat dan mencapai maksimal setelah 90 menit ikan memangsa, kemudian menurun dan meningkat kembali pada 5 jam setelah waktu makan (Gambar 1). Dari pola enzim ini dapat mendukung teori bahwa pemberian makan yang sering dengan interval waktu yang pendek tidak dapat mendukung efisiensi absorpsi pakan yang baik. Williams & Naylor (1967) dalam Grove & Crawford (1980) mengemukakan bahwa *feeding rhythms* di bawah siklus normal terjadi malam dan siang adalah pada interval 6 hingga kurang dari 24 jam, namun dapat dipercepat di bawah kondisi penyinaran yang tetap. Di samping kondisi lingkungan (sinar, suhu) *rhythme* dari makan juga sangat tergantung pada ukuran ikan (Alberto *et al.*, 2000), bobot ikan, jumlah, jenis, dan kualitas makanan yang diberikan (De Silva & Owoyemi, 1983), dan tipe (spesies) ikan (Jobling *et al.*, 1977). Percobaan Grove & Crawford (1980) mencatat bahwa ikan kecil 0,5 g akan mengosongkan makanan dari lambung sebesar 1 hingga 7% dari bobot badan dalam 1,5-2,5 jam pada suhu 18°C, sedangkan ikan ukuran besar 30 g relatif lebih lama 4-5 jam. Pada jenis udang, *Penaeus subtilis* kemampuan mencerna pakan setara dengan 2,3%/bobot badan per jam. Kecepatan pengosongan saluran pencernaan mencapai puncak 3 jam setelah pemberian makan, dan sisa metabolisme padat pertama keluar dicapai 1 jam setelah makan (Nunes & Parsons, 2000). Penelitian Canino & Bailey (1995) yang mengamati evakuasi pakan alami dari usus dari larva ikan mencatat bahwa lama waktu pakan tertahan dalam usus (*gut resident time*) sangat

tergantung pada sistem pemberian pakan. Pada pemberian pakan sistem kontinu (pakan alami tersedia setiap saat) lama pakan tertahan lebih cepat dibandingkan larva yang diberi pakan tidak sistem kontinu (pakan tidak tersedia setiap saat). Rata-rata "*gut resident time*" mencapai 5 jam pada sistem kontinu, sedangkan pada sistem tidak kontinu dapat mencapai 8 jam.

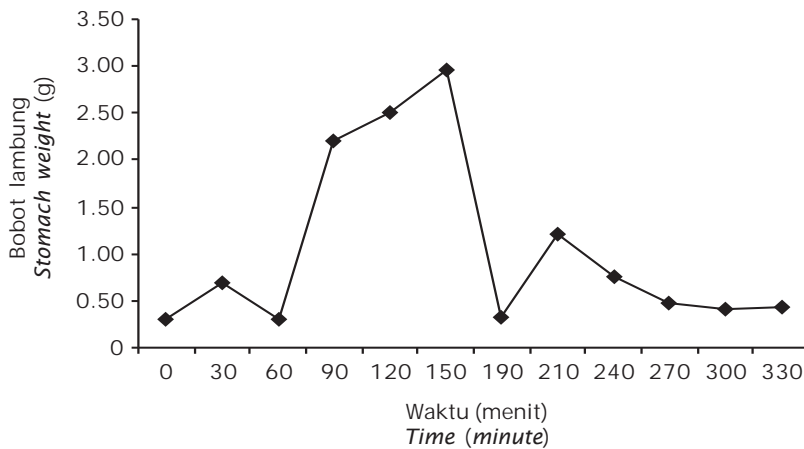
Waktu Evakuasi Pakan dan Profil Enzim Protease

Mempelajari waktu evakuasi pakan dalam sistem pencernaan sangat penting artinya dalam manajemen pakan untuk kepentingan budidaya, agar pakan yang diberikan dapat diefisiensikan dengan baik oleh ikan peliharaan. Waktu evakuasi pakan dalam lambung sangat menentukan jumlah dan frekuensi pakan yang dapat diberikan kepada ikan. Ikan-ikan yang memiliki lambung umumnya waktu evakuasi pakan lebih lama dibandingkan ikan yang tidak memiliki lambung. Ikan betutu seperti ikan-ikan kelompok karnivora lain memiliki lambung sebagai bagian awal dari sistem/organ pencernaan. Menurut Dos Santos & Jobling (1991), ikan-ikan kelompok karnivora, seperti ikan *cod Gadus morhua* L. membutuhkan waktu hingga beberapa hari untuk mencerna benih-benih ikan yang termakan, dan biasanya dapat mengkonsumsi makanan tambahan lagi sebelum makanan yang termakan terdahulu dikeluarkan. Namun evakuasi pakan dari sistem pencernaan sangat tergantung dengan kondisi lingkungan, jumlah pakan, frekuensi pemberian pakan, jenis pakan, dan jenis ikan (Canino & Bailey, 1995; Hannan, 2004). Ikan betutu, seperti ikan-ikan karnivora lainnya dalam sistem pencernaan memiliki lambung dan usus. Interval tiga puluh menit setelah ikan betutu diberi pakan uji (*Tubifex* beku) diamati bobot lambung dan usus, isi lambung dan usus, kondisi pakan dalam lambung dan usus. Pengamatan pada lambung terlihat bahwa, jumlah pakan dalam lambung menunjukkan pola kuadratik dari waktu ke waktu. Tiga puluh menit setelah pakan diberikan, baru ditemui sedikit pakan dalam lambung ikan uji, kemudian akan terisi penuh setelah 1 jam, namun jumlah pakan kemudian akan terus menurun dan mencapai atau mendekati kosong pada jam keenam (Tabel 2 dan Gambar 1).

Tiga puluh menit setelah pemberian pakan usus pun mulai terisi sedikit dengan pakan uji,

Tabel 2. Kondisi lambung ikan betutu setelah pemberian pakan
 Table 2. Stomach condition of betutu seed after feeding

Waktu (menit) Time (minute)	Kondisi lambung Stomach condition
0	Kosong (<i>Empty</i>)
30	Sedikit (<i>Low</i>)
60	Sedikit (<i>Low</i>)
90	Sedang (<i>Medium</i>)
120	Penuh (<i>Full</i>)
150	Penuh (<i>Full</i>)
180	Sedikit (<i>Low</i>)
210	Sedikit (<i>Low</i>)
240	Sedikit (<i>Low</i>)
270	Sedikit (<i>Low</i>)
300	Sangat sedikit (<i>Very low</i>)
330	Sangat sedikit (<i>Very low</i>)



Gambar 1. Grafik bobot lambung ikan betutu setelah pemberian pakan
 Figure 1. Chart of stomach weight of betutu seed after feeding

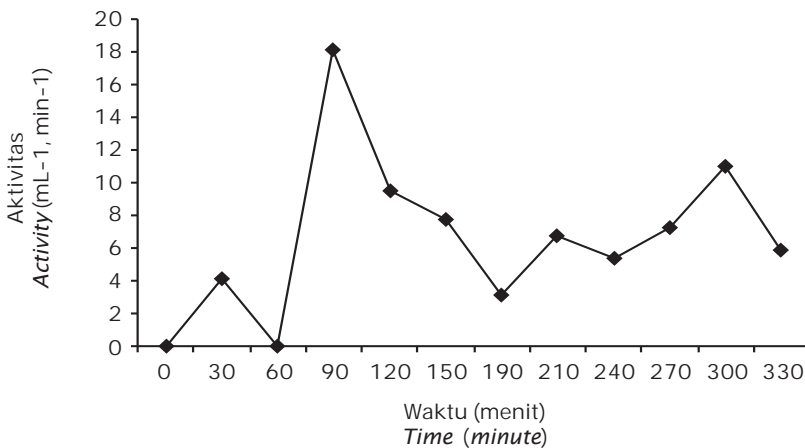
maksimal waktu usus mulai terisi penuh setelah 120 menit dari masa pemberian pakan (Tabel 3). Pada 30 menit pertama, kondisi pakan dalam usus masih utuh dan mulai hancur setelah lewat 120 menit dari pemberian. Usus hingga anus terisi penuh makanan setelah 2 jam dari pemberian. Baik pakan dalam lambung maupun dalam usus masih ditemui hingga pengamatan ke-12, yaitu menit ke-330.

Hasil analisis aktivitas enzim usus ikan betutu terlihat bahwa enzim protease menunjukkan aktivitas yang berbeda sejalan

dengan perkembangan isi usus dan menunjukkan pola polinomial (Gambar 2). Aktivitas enzim protease meningkat tajam sejak menit ke-60 dan mencapai puncak pada menit ke-120, dan kemudian menurun hingga menit ke-180, kemudian meningkat lagi hingga menit ke-300 (Gambar 2). Dari profil protease ini dapat diketahui bahwa aktivitas enzim protease dalam jumlah banyak tidak terjadi secara terus-menerus. Enzim protease diproduksi hanya pada kondisi tertentu, dipengaruhi oleh adanya enzim regulatori

Tabel 3. Kondisi usus ikan betutu setelah pemberian pakan
 Table 3. Intestine condition of betutu seed after feeding

Waktu (menit) Time (minute)	Kondisi usus Intestine condition
0	Kosong (<i>Empty</i>)
30	Sangat sedikit (<i>Very low</i>)
60	Sangat sedikit (<i>Very low</i>)
90	Penuh (<i>Full</i>)
120	Penuh (<i>Full</i>)
150	Penuh (<i>Full</i>)
190	Sedang (<i>Medium</i>)
210	Sedikit (<i>Low</i>)
240	Sedikit (<i>Low</i>)
270	Sedikit (<i>Low</i>)
300	Sedikit (<i>Low</i>)
330	Sedikit (<i>Low</i>)



Gambar 2. Profil enzim protease pada usus ikan betutu setelah pemberian pakan

Figure 2. Protease enzyme profile of intestine of betutu seed after feeding

yang juga berperan dalam meningkatkan dan menurunkan aktivitas katalik. Aktivitas enzim regulatori dipengaruhi oleh adanya modulator (pengatur) atau efektor, yang biasanya berupa substrat atau produk metabolisme (Lehninger, 1982). Proses pencernaan protein bahan pakan, sudah dimulai sejak pakan berada dalam lambung, pada saat pakan dalam lambung sel-sel lambung akan mengeluarkan asam lambung dan menstimulasi enzim protease lambung untuk mencerna makanan. Proses ini

berjalan hingga pakan mencapai usus. Di usus, pencernaan pakan dan penyerapan nutrisi masih berlangsung (Hepher, 1988). Dengan meningkatnya kadar protein di usus sampai batas tertentu akan meningkatkan ekspresi enzim regulatori dalam menyintesis enzim protease dan sebaliknya sintesis akan menurun di saat substrat berkurang. Dengan demikian perubahan profil enzim protease dalam percobaan ini (Gambar 2) sangat sejalan dengan perkembangan pakan dalam usus.

Dari perkembangan isi lambung dan usus serta dikaitkan dengan data profil enzim protease, maka dapat diyakini bahwa pemberian pakan dua kali per hari dalam interval waktu 8 jam (pukul 8 pagi dan 4 sore) memberikan respons pertumbuhan yang baik dengan penggunaan pakan cacing beku. Waktu evakuasi pakan dalam lambung maupun dalam usus sangat tergantung dengan jenis pakan, *Tubifex* sp. memiliki jaringan yang lunak sehingga memberikan waktu evakuasi pakan relatif cepat. Dari hasil pengamatan isi perut contoh ikan betutu yang ditangkap dari alam, diketahui bahwa ikan betutu memanfaatkan sumber pakan berupa serangga, ikan-ikan hidup, cacing, dan udang. Pakan paling dominan adalah ikan dan udang-udang kecil. Hopkin & Larson (1990) pada ikan black dan yellow rockfish, *Sebastes chrysomelas* mencatat bahwa jika ikan diberi pakan udang dan kepiting rucah yang relatif keras (mengandung khitin) waktu evakuasi pakan dapat mencapai 12 jam hingga 24 jam. Penelitian Yamin & Palinggi (2007) pada ikan kerapu macan berdasarkan aktivitas enzim menyimpulkan evakuasi pakan terjadi setelah 18-21 jam. Nagata (1989) mencatat bahwa, lamanya waktu evakuasi pakan juga sangat ditentukan oleh faktor suhu. Penelitiannya dengan ikan yuwana *Masu salmon* mencatat bahwa ikan yang dipelihara pada suhu tinggi (16,2°C-16,8°C). Waktu evakuasi pakannya lebih cepat dibandingkan ikan yang dipelihara pada suhu rendah (8,6°C-9,4°C). Dalam percobaan ini ikan betutu uji, dipelihara pada suhu yang relatif tinggi dan dipertahankan pada 28°C-29°C.

Dari evaluasi enzim protease ini memperkuat bahwa pemberian pakan ikan rucah dan *Tubifex* sp. beku dengan frekuensi dua kali untuk ikan betutu ukuran 30-60 g sudah cukup untuk menunjang pertumbuhan.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Pemberian pakan untuk ikan betutu dalam sistem pemeliharaan terkontrol cukup 2 kali/hari, dengan laju pertumbuhan ikan terbaik mencapai 0,84%/hari.
2. Pengosongan lambung ikan betutu ukuran 40 g terjadi setelah 6 jam dari pemberian pakan pertama.
3. Untuk menekan kematian ikan perlu juga diamati tingkah laku sosial kelompok ikan betutu.

DAFTAR ACUAN

- Azwar, Z.I., Arifin, O.Z., Pamungkas, W., & Yosmaniar. 2003. Pengelolaan produksi massal ikan betutu (*Oxyeleotris marmorata* Blkr). Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar, Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Departemen Kelautan dan Perikanan, hlm. 77-184.
- Azwar, Z.I., Priyadi, A., & Sutrisno. 2005. Pengaruh pemberian pakan alami *Moina* sp. sebagai substitusi *Artemia* dalam produksi massal benih ikan betutu *Oxyeleotris marmorata* Blkr ukuran Fry. Laporan Hasil-Hasil Penelitian Tahun 2005. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar, Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Departemen Kelautan dan Perikanan, hlm. 377-389.
- Azwar, Z.I., Puspaningsih, D., & Taufik, I. 2006. Perbaikan produksi benih ikan betutu melalui manajemen pakan buatan dan alami. Laporan Hasil-Hasil Penelitian Tahun 2005. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar, Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Departemen Kelautan dan Perikanan, hlm. 221-131.
- Azwar, Z.I., Melati, I., & Taufik, I. 2007. Peningkatan Kelulusan Hidup Benih Ikan Betutu (*Oxyeleotris marmorata* Blkr) Dalam Sistem Produksi Secara Massal Melalui Penyediaan Pakan Alami dari Kolam Bioremediasi, Penggunaan *Shelter*, Manajemen Pakan dan Lingkungan. Laporan Hasil-Hasil Penelitian Tahun 2005. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar, Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Departemen Kelautan dan Perikanan, hlm. 236-247.
- Albertto, Nunes, J.P., & Parsons, G.J. 2000. Size-related feeding and gastric evacuation measurements for the southern brown shrimp, *Penaeus subtilis*. *J. Fish Biology*, 187: 133-151.
- Canino, M.F. & Bailey, K.M. 1995. Gut evacuation of walleye pollock larvae in response to feeding conditions. *J. Fish Biology*, 46: 389-403.
- Dewyer, K.S., Brown, J.A., Parrish, C., & Lall, S.P. 2002. Feeding frequency affects food consumption, feeding pattern and growth of juvenile yellowtail flounder (*Limananda ferruginea*). *J. Aquaculture*, 213: 279-292.
- De Silva, S.S. & Owoyemi, A.A. 1983. Effect of dietary quality on the gastric evacuation and intestinal passage in *Sharotherodon*

- mossambicus* (Peters) fry. *J. Fish Biology*, 23: 347-355.
- Dos Santos, J. & Jobling, M. 1991. Factors affecting gastric evacuation in cod, *Gadus morhua* L., fed single-meals of natural preys. *J. Fish biology*, 38: 697-733.
- Galano, T.G., Perez, J.C., Gaxiola, G., & Sanchez, J.A. 2003. Effect of feeding frequency on food intake, gastric evacuation and growth in juvenile snook, *Centropomus undecimalis* (BLOCH). *Rev. Invest.*, 24(2): 145-154.
- Grove, D.J. & Crawford, C. 1980. Correlation between digestion rate and feeding frequency in stomachless teleost, *Blennius pholis* L. *J. Fish Biology*, 16: 235-247.
- Nannan, K. 2004. Determination of gastric evacuation rate in immature Spiny Dogfish (*Squalus acanthias*). Friday Harbor Laboratories, *Marine Fish Ecology*, 11 pp.
- Hepher, B. 1988. Nutrition of pond fishes. Cambridge University Press, New York, 383 pp.
- Hopkins, T.E. & Larson, R.J. 1990. Gastric evacuation of three food types in the black and yellow rockfish *Sebastes chrysomelas* (Jordan and Gilbert). *J. Fish Biology*, 36: 673-681.
- Jobling, M. 1983. Effect of feeding frequency on food intake and growth of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L. *J. Fish Biology*, 23: 177-185.
- Jobling, M. 1982. Some observations on the effects of feeding frequency on the food intake and growth of plaice, *Pleuronectes platessa* L. *J. Fish Biology*, 20: 431-444.
- Jobling, M.D., Gwyther, & Grove, D.J. 1977. Some effects of temperature, meal size and body weight on gastric evacuation time in the dab, *Limananda limananda* (L.). *J. Fish Biology*, 10: 291-298.
- Lehninger, A.L. 1982. Principles of biochemistry, Worth Publisher Inc. Ahli Bahasa, Maggy, T.S, 369 pp.
- Moreau, Y. 2001. Protein purification protocols work practise handbook. Institut de recherche pour le developpement, 50 pp.
- Nagata, M. 1989. Satiation and Gastric Evacuation in Juvenile Masu Salmon. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 55(9): 1,523-1,528.
- Yamin, M. & Palinggi, N.N. 2007. Aktivitas enzim protease dan kondisi pencernaan di usus ikan kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) setelah pemberian pakan. *J. Ris. Akuakultur*, 2(2): 281-288.
- Santos, J.D. & Jobling, M. 1991. Gastric emptying in cod, *Gadus morhua* L.: emptying and retention of indigestible solids. *J. Fish Biology*, 38: 187-197.