

KOMUNIKASI RINGKAS

AKTIVITAS ENZIM PROTEASE DAN KONDISI PENCERNAAN DI USUS IKAN KERAPU MACAM (*Epinephelus fuscoguttatus*) SETELAH PEMBERIAN PAKAN

Muh. Yamin^{*)} dan Neltje N. Palinggi^{*)}

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk melihat aktivitas enzim protease dan kondisi makanan di usus ikan kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) setelah pemberian pakan. Penelitian dilakukan di keramba jaring apung (KJA) Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau di Teluk Awarange Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan. Ikan yang digunakan berukuran 200 ± 10 g berumur 6 bulan. Tujuh buah keramba berukuran $1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1,2$ m digunakan untuk memelihara ikan yang diletakkan secara acak untuk setiap pengambilan. Semua ikan diberi pakan *moist pellet* dengan kadar protein 45% sampai ikan kenyang (*ad satiation*). Sampling dilakukan pada 6, 9, 12, 15, 18, 21, dan 24 jam setelah pemberian pakan. Preparasi dan analisis aktivitas enzim protease dilakukan dengan pengambilan cairan usus sesaat setelah ikan dimatikan. Aktivitas protease diukur secara kuantitatif dengan modifikasi metode Bergmeyer. Hasil analisis enzim protease menunjukkan bahwa aktivitas tertinggi diperoleh pada 18 dan 21 jam setelah makan (JSM) yaitu $13,04 \mu\text{/mL}$ dan $13,3 \mu\text{/mL}$ dan terendah pada 9 JSM yaitu $5,83 \mu\text{/mL}$. Hasil analisis persentase cairan usus menunjukkan hasil yang fluktuatif antara tiap jam pengamatan. Persentase cairan usus tertinggi diperoleh pada 9 JSM yaitu 76% dan terendah pada 6 JSM yaitu 53%.

ABSTRACT: *Protease activity and intestinal digestibility on tiger grouper (*Epinephelus fuscoguttatus*) after feeding. By: Muh. Yamin and Neltje N. Palinggi*

*Aims of the research are to figure out proteolytic activities and intestinal digestibility on tiger grouper (*Epinephelus fuscoguttatus*) after feeding. The research was carried out on Research Institute for Coastal Aquaculture (RICA) floating net cages at Awarange Bay, Barru Regency, South Sulawesi. The fish has 200 ± 10 g on size and relatively same on age of 6 months. Seven floating net cages of $1 \times 1 \times 1.2 \text{ m}^3$ were used to rearing fish with random position for each sampling. The fish fed with 45% protein of moist pellet *ad satiation*. Sampling was carried out at 6, 9, 12, 15, 18, 21, and 24 after fed. Preparation and analysis of protease enzyme activity collected after grouper was killed. Protease activity was analyzed by modification of Bergmeyer methods. Result of enzyme analysis show that 18 and 21 hours after fed has the highest activities i.e. $13.04 \mu\text{/mL}$ and $13.3 \mu\text{/mL}$ respectively, and 9 hours after fed has the lowest activities i.e. $5.83 \mu\text{/mL}$. Result of liquid presentation of intestinal shows fluctuation in every time of sampling. The highest presentation of liquid was at 9 hours after fed of 76% and the lowest was 6 hours after fed of 53%.*

KEYWORDS: *protease activities, *Epinephelus fuscoguttatus*, intestinal, digestibility, feeding*

^{*)} Peneliti pada Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau, Maros

PENDAHULUAN

Kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) merupakan salah satu ikan budi daya yang bernilai ekonomi cukup baik. Berdasarkan survai pasar pada tahun 2006 harga di pasaran berkisar antara Rp 50.000,- — Rp 70.000,- per kilogram di tingkat pembudi daya atau nelayan. Saat ini, kegiatan budi daya pembesaran ikan kerapu telah dikembangkan pada keramba jaring apung (KJA). Dalam kegiatan pembesaran di KJA, ketersediaan pakan merupakan satu di antara komponen yang sangat menentukan keberhasilan budi daya ikan. Di sisi lain, pada budi daya intensif, kontribusi pakan merupakan yang paling besar untuk total biaya produksi yakni mencapai 60% (Usman & Palinggi, 2005).

Untuk mendapatkan keuntungan yang lebih besar maka manajemen pakan perlu diperhatikan sehingga dapat meningkatkan efisiensi pakan dan mengoptimalkan pertumbuhan ikan. Ikan kerapu sebagai ikan karnivora cenderung membutuhkan pakan dengan konsentrasi protein yang tinggi yakni antara 45%—50% (Laining *et al.*, 2003; Kabangnga *et al.*, 2004). Agar protein pakan dapat dimanfaatkan dengan baik dan maksimal, maka diperlukan adanya informasi yang jelas tentang kondisi pencernaan dan aktivitas enzim protease khususnya di usus ikan setelah pemberian pakan. Usus merupakan organ utama untuk proses pencernaan makanan, sedangkan enzim protease adalah enzim yang berperan dalam proses pencernaan protein pakan.

Dalam sistem pencernaan ikan, protein dari pakan tidak langsung diserap tetapi didegradasi terlebih dahulu oleh kelompok enzim proteolitik menjadi hasil akhir asam amino, kemudian diserap. Proses degradasi protein ini terjadi di dalam lambung oleh enzim protease pepsin dan usus oleh enzim protease tripsin, sementara penyerapan makanan terjadi hanya di dalam usus (Fujaya, 2004). Selain untuk degradasi protein nutrisi, protease juga diperlukan dalam sejumlah reaksi biokimia tubuh seperti mekanisme patogenisitas, proses koagulasi darah, proses sporulasi, diferensiasi, sejumlah proses pasca translasi protein dan mekanisme ekspresi protein ekstra seluler (Rao *et al.*, 1998).

Dalam rangka mendapatkan informasi tentang aktivitas protease di usus ikan kerapu setelah waktu pemberian pakan dan lama

pencernaan makanan berlangsung, maka dilakukan penelitian tentang aktivitas enzim protease dalam tubuh ikan kerapu tersebut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi untuk penentuan frekuensi pemberian pakan yang efektif dan efisien bagi ikan kerapu macan khususnya.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di keramba jaring apung Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau di Teluk Awarange, Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan. Ikan yang digunakan adalah ikan kerapu macan (*E. fuscoguttatus*) berukuran 200 ± 10 g dengan umur relatif sama yaitu 6 bulan. Tujuh buah keramba jaring apung berukuran 1 m x 1 m x 1,2 m digunakan untuk memelihara ikan kerapu macan yang diletakkan secara acak. Preparasi dan analisis enzim protease dilakukan di Laboratorium Nutrisi Balai Riset Budidaya Air Payau, Maros.

Ikan Uji dan Pakan

Ikan uji dimasukkan kedalam 7 buah keramba jaring apung masing-masing berisi 3 ekor dan dipuaskan selama 2 hari. Selanjutnya semua ikan diberi pakan *moist pellet* dengan kadar protein 45% hingga ikan kenyang (*ad satiation*) pada pukul 17.00. Pakan disusun berdasarkan formulasi tertentu dan komposisi bahan pakan yang digunakan disajikan pada Tabel 1. Semua bahan pakan merupakan bahan yang tersedia secara komersial di pasaran. Ikan rucah terdiri atas campuran ikan-ikan lokal yang bernilai komersial rendah yang diperoleh dari pasar tradisional. Ikan digiling lalu dicampur dengan bahan pakan lainnya lalu dicetak berbentuk *moist pellet*. *Moist pellet* ini siap diberikan untuk pakan ikan kerapu macan. Formulasi dan kandungan nutrisi pakan disajikan masing-masing pada Tabel 2 dan Tabel 3. Sampling dilakukan dengan cara mengambil semua ikan (3 ekor) yang ada dalam sebuah keramba pada 6, 9, 12, 15, 18, 21, dan 24 jam setelah pemberian pakan. Selanjutnya ikan ditimbang bobot dan diukur panjangnya.

Preparasi Enzim Protease

Enzim protease dipreparasi setelah ikan dimatikan. Metode preparasi diawali dengan membuka perut ikan dan mengeluarkan seluruh isi perut. Selanjutnya usus dipisahkan dari organ-organ lain (lambung, jantung, dan

Tabel 1. Kandungan nutrisi bahan pakan yang digunakan (%)
 Table 1. Nutrient content of the ingredients (%)

Bahan Ingredients	Komposisi (Composition) (%)						
	Air Moisture	Protein Crude protein	Lemak Crude lipid	BTEN NFE	Abu Ash	Serat kasar Crude fiber	Energi Energy (kcal/kg)
Tepung ikan <i>Fish meal</i>	5.87	61.69	12.51	10.8	18.1	0.86	5,223
Ikan rucah <i>Trash fish</i>	75	13.8	1.9	-	-	-	-
Dedak halus <i>Rice brand</i>	6.23	12.21	9.46	59.6	11.3	7.45	4,030
Tepung terigu <i>Flour meal</i>	8.92	9.1	1.68	87.8	1.17	0.21	4,282
Tepung kedelai <i>Soybean meal</i>	8.04	46.23	3.4	38.6	6.81	5	4,492
tepung kepala udang <i>Shrimp head meal</i>	9.63	44.84	8.64	1.06	25.7	19.72	3,388
Minyak ikan lemuru <i>Fish oil</i>	-	99	-	-	-	-	-
Minyak kedelai <i>Soybean oil</i>	-	99	-	-	-	-	-

Tabel 2. Formulasi pakan ikan kerapu macan (g/kg bobot kering)
 Table 2. Formulation of tiger grouper diets (g/kg, air dry)

Bahan Ingredients	Kandungan Composition (%)
Tepung ikan (<i>Fish meal</i>)	49.0
Ikan rucah - kadar air 75% (<i>Trash fish - water content 75%</i>)	50.0
Dedak halus (<i>Rice brand</i>)	9.0
Tepung terigu (<i>Flour meal</i>)	8.5
Tepung kedelai (<i>Soybean meal</i>)	7.0
Tepung kepala udang (<i>Shrimp head meal</i>)	8.0
Minyak ikan lemuru (<i>Fish oil</i>)	2.0
Minyak kedelai (<i>Soybean oil</i>)	1.0
Mineral mix	1.0
Vitamin mix	2.0

^a Vitamin mix (g/kg of mix): terdiri atas: Vit. A 60.000.000 IU; Vit. D3 12.000.000 IU; vit. E 120.000 mg; vit. K3 12.500 mg; vit. B1 10.000 mg; vit. B2 25.000 mg; vit. B6 10.000 mg; vit. B12 100 mg; vit. C 150.000 mg; folic acid 5.000 mg; nicotinic acid 60.000 mg; D-panthotenic acid 50.000 mg; biotin, 125 mg; D/L-methionine, 50.000 mg

^b Mineral mix (g/kg of mix) terdiri atas: calcium 32,5%; Fosfor 107%; Fe 6 g; Mn 4 g; iodine 0,075 g; Cu 0,3 g; Zn 3,75 g; Vit B12 0,5 mg; vit D3 50.000 IU

Tabel 3. Komposisi nutrisi pakan ikan kerapu macan (%)
 Table 3. Nutritional composition of tiger grouper diets (%)

Bahan (<i>Ingredients</i>)	Kandungan (<i>Composition</i>)
Protein kasar (<i>Crude protein</i>)	46.59
Lemak kasar (<i>Crude lipid</i>)	6.25
Serat kasar (<i>Crude fiber</i>)	3.44
Abu (<i>Ash</i>)	17.49
Kadar air (<i>Moisture</i>)	26.23

lemak). Enzim protease diperoleh dengan cara mengambil seluruh cairan usus lalu dimasukkan kedalam tabung (*tube*) dan disimpan di dalam kotak (*cool box*) yang berisi es. Selanjutnya cairan usus tersebut disentrifuse dengan kecepatan 6.000 rpm, 4°C selama 10 menit. Supernatan diambil dan dimasukkan kedalam tabung lainnya dan disimpan dalam lemari pendingin (*refrigerator*) suhu 4°C untuk dianalisis lebih lanjut.

Penentuan Volume Usus dan Konsentrasi Cairan

Volume usus dihitung sebagai volume seluruh isi usus termasuk padatan dan cairan. Penentuan volume usus dilakukan dengan cara memasukkan seluruh isi usus ikan kerapu macan yang telah dibedah sebelumnya kedalam tabung ukur lalu dihitung volume totalnya. Sedangkan konsentrasi cairan usus dihitung sebagai persentase cairan usus dibanding volume total usus. Pengukuran konsentrasi cairan usus diawali dengan memisahkan cairan dari padatan menggunakan sentrifuse dengan kecepatan 8.000 rpm selama 10 menit. Selanjutnya cairan dipindahkan ketabung ukur dan dihitung volumenya. Konsentrasi cairan usus diukur berdasarkan rumus berikut:

$$\text{Konsentrasi cairan} = \frac{\text{volume cairan}}{\text{volume total usus}} \times 100\%$$

Analisis Aktivitas Enzim Protease

Aktivitas enzim protease diukur secara kuantitatif dengan modifikasi metode Bergmeyer *et al.* (1983) dengan menggunakan substrat casein hammarsten (2% b/v). Dalam analisis ini digunakan tiga perlakuan yaitu blanko, standar, dan sampel. Sebanyak 50 µL larutan enzim ditambahkan kedalam tabung *ependorf* yang berisi 250 µL casein 2% b/v

dan 250 µL *buffer* universal konsentrasi 20 mM dan pH 11,0. Pada perlakuan blanko dan standar, enzim digantikan dengan akuades dan tirosin 5 mM.

Larutan tersebut diinkubasi pada suhu 50°C selama 10 menit (suhu dan waktu inkubasi optimum enzim). Reaksi hidrolisis dihentikan dengan cara penambahan 500 µL trichloroacetic acid (TCA) 0,14 M. Pada blanko dan standar ditambahkan 50 µL larutan enzim, sedangkan pada sampel ditambahkan 50 µL akuades. Selanjutnya larutan diinkubasi kembali pada suhu 37°C selama 10 menit, dilanjutkan dengan sentrifugasi pada kecepatan 5.000 rpm selama 10 menit.

Sebanyak 375 µL supernatan ditambahkan kedalam tabung berisi 1,25 mL Na₂CO₃ 0,4 M dan 250 µL pereaksi folin ciocalteau dengan perbandingan 2:1, lalu diinkubasi kembali pada suhu 37°C selama 20 menit. Absorbansi larutan diukur pada panjang gelombang 578 nm. Satu unit aktivitas protease didefinisikan sebagai µmol produk tirosin per menit pada kondisi pengukuran. Aktivitas enzim dihitung berdasarkan persamaan berikut:

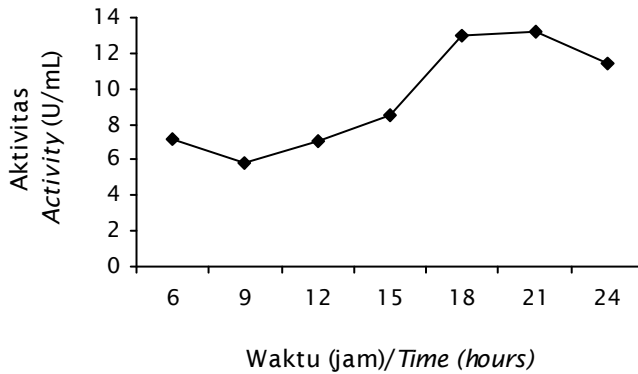
$$\text{Aktivitas protease (U/mL)} = a \times b$$

$$a = \frac{\text{Abs. sampel} - \text{Abs. blanko}}{\text{Abs. standar} - \text{Abs. blanko}}$$

$$b = \frac{\text{Faktor pengenceran}}{\text{Waktu}}$$

HASIL DAN BAHASAN

Hasil analisis aktivitas enzim protease usus kerapu macan setelah pemberian pakan dapat dilihat pada Gambar 1. Dari Gambar 1 tersebut terlihat bahwa enzim protease di usus



Gambar 1. Profil aktivitas enzim protease di usus ikan kerapu macan (*E. fuscoguttatus*) pada beberapa waktu setelah pemberian pakan

Figure 1. Profile of intestinal protease activities of tiger grouper (*E. fuscoguttatus*) at several times after fed

menunjukkan aktivitas yang berbeda antara 6, 9, 12, 15, 18, 21, dan 24 jam setelah makan (JSM). Terlihat pula bahwa aktivitas enzim protease di usus ikan ini mengikuti pola polinomial dengan aktivitas enzim tertinggi diperoleh antara 18 dan 21 JSM dan terendah pada 9 JSM.

Pada 9 JSM, aktivitas enzim terlihat menurun dibandingkan dengan aktivitas enzim pada 6 JSM yakni dari 7,15 μ /mL menjadi 5,83 μ /mL. Hal ini diduga disebabkan oleh masuknya pakan dari lambung ke usus yang menyebabkan terjadinya pengenceran enzim. Rata-rata aktivitas enzim di usus meningkat seiring dengan bertambahnya waktu cerna sampai pada 18 dan 21 JSM, yakni mencapai 13,04 μ /mL dan 13,3 μ /mL. Selanjutnya rata-rata aktivitas enzim mulai menurun pada 24 JSM, dengan aktivitas proteolitik sebesar 11,47 μ /mL. Hasil ini menggambarkan bahwa produksi enzim protease dalam jumlah banyak tidak terjadi secara terus-menerus dan terjadi hanya pada 6, 12, 15, dan 18 JSM. Protein (termasuk enzim) yang diproduksi hanya pada kondisi tertentu dipengaruhi oleh adanya enzim regulatori yang juga berperan dalam meningkatkan dan menurunkan aktivitas katalitik (Lehninger, 1982). Aktivitas enzim regulatori dipengaruhi oleh adanya modulator (pengatur) atau efektor, yang biasanya berupa substrat atau produk metabolisme (Lehninger, 1982). Dengan meningkatnya kadar protein di usus sampai pada batas tertentu akan meningkatkan ekspresi enzim regulatori dalam menyintesis enzim protease

dan sebaliknya sintesis akan menurun disaat substrat berkurang. Dalam hal ini keberadaan protein pakan nampaknya berperan dalam mengaktifkan ekspresi enzim-enzim yang berperan dalam sintesis enzim protease. Berdasarkan jumlahnya, enzim dibagi menjadi enzim induktif dan enzim konstitutif. Enzim induktif biasanya terdapat dalam jumlah kecil namun jumlahnya akan meningkat cepat bila substratnya terdapat di dalam medium. Sementara enzim konstitutif terdapat dalam jumlah yang tetap dan tidak dipengaruhi oleh keadaan metabolik dalam organisme tersebut (Lehninger, 1982).

Sementara itu, beberapa saat setelah pemberian pakan terlihat bahwa volume usus ikan kerapu macan meningkat seiring dengan semakin lamanya waktu setelah makan sampai pada 18 JSM (Gambar 2). Kandungan isi usus pada 6 JSM yaitu 1,06 mL dan meningkat sampai mencapai 3 mL pada 18 JSM. Selanjutnya isi usus pun menurun pada 21 JSM dan semakin rendah pada 24 JSM, pada 21 dan 24 JSM volume usus masing-masing sebesar 2,67 mL dan 2,33 mL. Namun demikian, volume usus pada 24 JSM masih cukup tinggi yakni lebih tinggi daripada 15 JSM dan bahkan hampir mencapai 2,2 kali dari 6 JSM.

Penuhnya lambung ikan kerapu macan dapat ditandai dengan ikan yang memuntahkan pakan yang dimakan saat ikan diangkat dan atau saat disimpan di dalam wadah penyimpanan. Posisi lambung ikan kerapu yang berada sangat dekat dengan mulut menyebabkan makanan yang dimakan mudah

Gambar 2. Profil volume usus ikan kerapu macan (*E. fuscoguttatus*) pada beberapa waktu setelah pemberian pakan

Figure 2. Profile of intestinal volume of tiger grouper (*E. fuscoguttatus*) at several times after fed

keluar kembali (dimuntahkan) pada kondisi-kondisi tertentu. Pengamatan secara visual di lapangan menunjukkan bahwa jumlah muntahan ikan paling banyak terjadi pada ikan-ikan dengan perlakuan 6 dan 9 JSM. Selanjutnya jumlah muntahan ini cenderung menurun seiring dengan semakin lama waktu setelah pemberian pakan. Bahkan sampai 24 JSM masih ditemukan ikan yang muntah walaupun volume muntahannya tidak sebanyak waktu-waktu sebelumnya. Hal ini menandakan bahwa sampai 24 JSM pada lambung ikan masih terdapat sejumlah sisa pakan dan belum seluruhnya dicerna dalam usus.

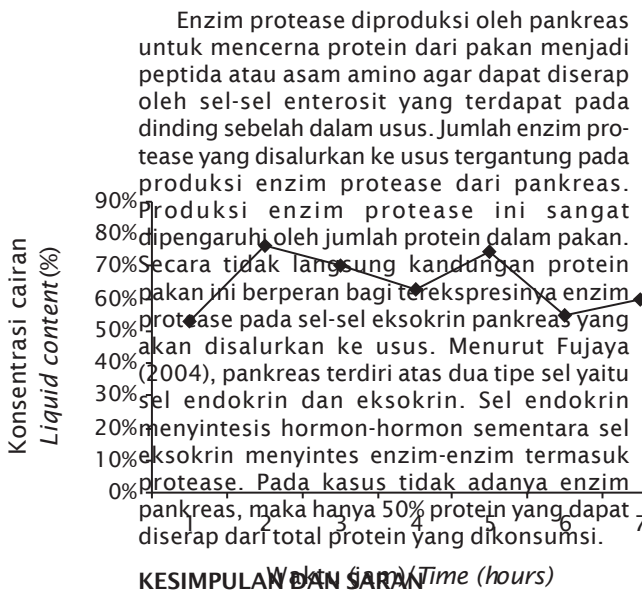
Hasil pengamatan terhadap persentase cairan pada usus ikan kerapu macan dapat dilihat pada Gambar 3. Nampaknya persentase cairan di usus bervariasi pada berbagai waktu dan berfluktuasi seiring dengan semakin lama setelah pemberian pakan. Persentase cairan usus tertinggi diperoleh pada 9 JSM yakni sebesar 76%, persentase ini lebih tinggi dari 6 JSM yakni sebesar 53%. Namun, persentase cairan usus cenderung menurun pada 12 dan 15 JSM yaitu masing-masing sebesar 70% dan 63%. Persentase cairan usus meningkat lagi pada 18 JSM yakni sebesar 74% dan menurun pada 21 dan 24 JSM yakni masing-masing sebesar 55% dan 60%. Nampaknya, sampai pada 6 JSM proses yang banyak terjadi adalah proses masuknya pakan dari lambung ke usus yang diikuti dengan produksi enzim protease namun pada saat ini peningkatan cairan usus

belum banyak terjadi. Peningkatan cairan usus baru terjadi pada 9 JSM dan menyebabkan penurunan kadar enzim protease di usus akibat pengenceran. Faktor penyebab meningkatnya persentase cairan usus pada 18 JSM nampaknya berbeda dengan pada 9 JSM, hal ini lebih banyak disebabkan oleh meningkatnya produksi enzim protease.

Secara umum terlihat bahwa perubahan persentase cairan usus ini berhubungan dengan masuknya pakan dari lambung ke usus, produksi enzim protease oleh pankreas dan upaya tubuh ikan dalam menjaga keseimbangan cairan dalam usus. Kondisi fisiologis yang sesuai sangat diperlukan untuk memberikan suasana terbaik bagi aktivitas enzim protease dalam mencerna pakan. Protease tergolong enzim hidrolase yaitu enzim yang membutuhkan air agar dapat memecah substrat (Rao *et al.*, 1998; Suhartono, 1992). Hubungan ketiga faktor tersebut dapat dijelaskan sebagai rantai yaitu setelah pakan dari lambung masuk ke usus selanjutnya diikuti dengan produksi enzim protease dan pada akhirnya terjadi peningkatan cairan usus guna mengkondisikan kembali usus pada tingkat yang optimum untuk pencernaan. Perubahan ini menunjukkan pula bahwa produksi protease dipengaruhi oleh pakan yang masuk ke usus.

Gambar 3. Profil persentase cairan usus ikan kerapu macan (*E. fuscoguttatus*) pada beberapa waktu setelah pemberian pakan

Figure 3. Profile of liquid intestinal percentage of tiger grouper (*E. fuscoguttatus*) at several times after fed



Enzim protease diproduksi oleh pankreas untuk mencerna protein dari pakan menjadi peptida atau asam amino agar dapat diserap oleh sel-sel enterosit yang terdapat pada dinding sebelah dalam usus. Jumlah enzim protease yang disalurkan ke usus tergantung pada produksi enzim protease dari pankreas. Produksi enzim protease ini sangat dipengaruhi oleh jumlah protein dalam pakan. Secara tidak langsung kandungan protein pakan ini berperan bagi terekspresinya enzim protease pada sel-sel eksokrin pankreas yang akan disalurkan ke usus. Menurut Fujaya (2004), pankreas terdiri atas dua tipe sel yaitu sel endokrin dan eksokrin. Sel endokrin menyintesis hormon-hormon sementara sel eksokrin menyintesis enzim-enzim termasuk protease. Pada kasus tidak adanya enzim pankreas, maka hanya 50% protein yang dapat diserap dari total protein yang dikonsumsi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Aktivitas enzim protease di usus ikan kerapu macan (*E. fucoguttatus*) berfluktuasi seiring dengan semakin lamanya waktu setelah makan. Aktivitas mencapai puncaknya pada 18 dan 21 JSM dan aktivitas enzim terendah pada 9 JSM.
2. Kondisi makanan di usus memperlihatkan adanya peningkatan volume dari 6 JSM dan mencapai maksimal pada 18 jam, serta menurun pada 21 dan 24 JSM.

3. Kadar cairan di usus ikan kerapu berfluktuasi seiring dengan semakin lamanya waktu setelah pemberian pakan di mana kadar cairan tertinggi terdapat pada 9 jam setelah makan.

Saran

Pemberian pakan pada kerapu macan (*E. fuscoguttatus*) khususnya yang telah berukuran 200 g cukup diberikan 1 kali sehari. Penentuan frekuensi pemberian pakan yang tepat pada kerapu macan dengan ukuran kurang dari atau lebih besar dari 200 g perlu dilakukan penelitian yang sejenis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Umar, Ramadhan, Ahmad, dan Syarifuddin atas bantuannya dalam kegiatan di KJA; serta Reni Yulianingsih dan Rosni dalam analisis proksimat di laboratorium. Kegiatan penelitian ini bersumber dari dana APBN tahun anggaran 2006.

DAFTAR PUSTAKA

Bergmeyer, H.U., M. Grabl., dan H.E. Walter. 1983. Enzymes. Dalam Bergmeyer, H.U. dan Grapl, M. (Eds.): Methods of Enzymatic Analysis. Vol 11. Verlag Chemie, Weinheim. 539 pp.

Fujaya, Y. 2004. *Fisiologi Ikan*. Dasar Pengembangan dan Teknik Perikanan. Rineka Cipta. Jakarta. 179 pp.

- Kabangnga, N., Burhanuddin, Usman, S. Lante, dan Kamaruddin. 2004. Kebutuhan optimum protein dan energi pakan pembesaran ikan kerapu macan di tambak. *Laporan Hasil Penelitian*. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau, Maros. 10 pp.
- Laining, A., N. Kabangnga, dan Usman. 2003. Pengaruh protein pakan yang berbeda terhadap koefisien pencernaan nutrisi serta performansi biologis kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) dalam keramba jaring apung. *J. Pen. Per. Indonesia*. 9(2): 29—34.
- Lehninger, A.L. 1982. *Principles of Biochemistry*. Worth Publisher Inc. Alih bahasa, Maggy T. Suhartono. 369 pp.
- Rao, M.B., A.M. Tanksale, M.S. Ghatge, and V.V. Deshpande. 1998. Molecular and Biotechnological aspects of microbial proteases. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, September 1998. 62(3): 597—635; 1,092—2,172.
- Suhartono, M.T. 1992. *Protease*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Institut Pertanian Bogor. 154 pp.
- Usman dan N.N. Palinggi. 2005. Manajemen pemberian pakan. Makalah Dipresentasikan pada Kegiatan “Sertifikasi Bidang Keahlian untuk Staf Pengajar Bidang Pertanian Jurusan Perikanan”, tanggal 20-24 Juni 2005 di BRPBAP, Maros-Sulawesi Selatan. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau, Maros. 14 pp.