



Kinerja Enzim Pencernaan Ikan Nila Salin (*Oreochromis niloticus*) Berdasarkan Lingkungan Budidaya

The Performance of Digestion Enzymes of Tilapia Saline (*Oreochromis niloticus*) Digestion Based on the Cultivation Environment

Muh Syahrir^{1*}, Wayan Kantun² dan Indra Cahyono²

¹Mahasiswa Program Pascasarjana Sekolah Tinggi Teknologi Kelautan

² Pascasarjana Sekolah Tinggi Teknologi Kelautan

E-mail: muhammadsyahrir127@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas enzim pencernaan (α -amilase, protease dan lipase) pada ikan nila salin yang dipelihara di lingkungan budidaya air tawar, payau dan laut. Uji laboratorium dilaksanakan untuk memperoleh informasi kinerja enzim pencernaan pada nila salin. Data hasil uji aktivitas enzim di analisis menggunakan uji ANOVA untuk melihat tingkat perbedaan antar lokasi budidaya. Aktivitas enzim pencernaan ikan nila salin yang dibudidayakan di air laut, tawar dan payau, tertinggi dijumpai pada enzim α -amilase $0,509 \pm 0,227$ dan $0,591 \pm 0,067$ dan terendah pada enzim protease ($0,027 \pm 0,011$, $0,017 \pm 0,003$ dan $0,032 \pm 0,007$ U/mL/menit).

Kata Kunci: Aktifitas enzim pencernaan; ikan nila salin; lingkungan budidaya

Abstract

This study aims to determine the activity of digestive enzymes (α -amylase, protease and lipase) in salted tilapia that are maintained in freshwater, brackish and marine environments. Laboratory tests are carried out to obtain information on the performance of digestive enzymes in saline tilapia. Data from the enzyme activity test results were analyzed using the ANOVA test to see the level of difference between cultivation sites. The digestive enzyme activity of salted tilapia cultivated in seawater, fresh and brackish water, the highest was found in the enzyme α -amylase ($0.735a \pm 0.189$, $0.509a \pm 0.227$ and $0.591a \pm 0.067$ U / mL / min) and the lowest in the enzyme protease ($0.027a \pm 0.011$, $0.017a \pm 0.003$ and $0.032a \pm 0.007$ U / mL / min). ANOVA test results showed that the activity of digestive enzymes in salted tilapia was not affected ($P > 0.5$) by the location of cultivation, both in fresh water, brackish water and the sea.

Keywords: Activity of digestive enzymes; nila salin ; cultivation environment

PENDAHULUAN

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan ikan air tawar yang termasuk dalam famili Cichlidae dan merupakan ikan asal Afrika (Boyd, 2004). Ikan nila ini merupakan salah satu jenis ikan ekonomis yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan dengan melakukan kegiatan budidaya. Kegiatan budidaya ikan nila sangat populer dikalangan masyarakat sehingga ikan nila memiliki prospek usaha yang cukup menjanjikan. Ikan nila secara biologi memiliki pertumbuhan yang cepat dengan tingkat produktivitas yang tinggi (Amri dan Khairuman, 2003). Rasa dagingnya khas, warna dagingnya putih bersih dan tidak berduri dengan kandungan gizi cukup tinggi (Suyanto, 2002), sehingga sering dijadikan sebagai sumber protein yang murah dan mudah didapat, serta harga yang terjangkau oleh masyarakat.

Ikan nila mempunyai potensi yang baik untuk dibudidayakan pada berbagai lahan, seperti di kolam, di tambak air payau, di karamba jaring apung (KJA) di laut, di lahan sawah baik sebagai penyelang, palawija maupun minapadi. Ikan nila memiliki kemampuan beradaptasi yang baik dan toleransi yang tinggi terhadap perubahan salinitas sehingga ikan nila dapat hidup pada lahan budidaya dengan lingkungan yang berbeda.

Ikan nila termasuk tipe osmoregulator (Pullin dan Jay, 1992). Jenis ikan ini mempunyai sifat euryhalin, yaitu memiliki konsentrasi cairan tubuh yang mampu mempertahankan keseimbangan osmotik dari lingkungan luar dengan cara mengatur osmolaritas (kandungan garam dan air), pada cairan internalnya. Ikan nila yang masih kecil atau benih lebih cepat menyesuaikan diri terhadap kenaikan salinitas dibandingkan dengan ikan nila yang berukuran besar (Khairuman dan Amri, 2002).

Salah satu faktor lain yang dapat memengaruhi kehidupan ikan nila disamping suhu dan pH adalah salinitas atau kadar garam suatu lingkungan perairan. Secara umum nilai pH air pada budidaya ikan nila antara 5 sampai 10 tetapi nilai pH optimum adalah berkisar 6-9. Ikan nila umumnya hidup di perairan tawar, seperti sungai, danau, waduk, rawa, sawah dan saluran irigasi, memiliki toleransi terhadap salinitas sehingga ikan nila dapat hidup dan berkembang biak diperairan payau dengan salinitas 20-25‰ (Setyo, 2006).

Enzim adalah biokatalisator yang berperan sebagai katalis dalam proses biologis (Lehninger, 1995). Enzim yang dikenal luas penggunaannya adalah enzim amilase, lipase, dan protease yang merupakan enzim hidrolitik pemecah senyawa makromolekul karbohidrat, lemak, dan protein masing-masing dinyatakan dalam unit aktivitas enzim/mL sampel/menit (Affandi *et al.*, 1994). Salah satu enzim yang mempunyai peran penting dalam kehidupan adalah protease, yaitu enzim proteolitik yang bekerja memecah protein menjadi asam amino (Kusumadaja dan Dewi, 2005). Enzim amilase merupakan enzim yang mempunyai aktivitas memecah ikatan-ikatan pada amilum hingga terbentuk maltosa (Poedjadi, 1994). Enzim lipase adalah enzim bekerja untuk menghidrolisis lemak dan minyak. Berdasarkan fungsi fisiologisnya, enzim lipase mempunyai peranan penting menghidrolisis lemak dan minyak menjadi asam lemak dan gliserol yang dibutuhkan dalam proses metabolisme. Enzim lipase ini dapat memecah ikatan ester pada lemak sehingga menjadi asam lemak dan gliserol (Poedjadi dan Supriyanti, 2007). Aktivitas enzim pencernaan bervariasi menurut umur ikan, fisiologis, dan musim (Hepher, 1988). Gawlicka, *et al.*, (2000) melaporkan bahwa aktivitas enzim pencernaan yang tinggi secara fisiologis mengindikasikan bahwa ikan siap untuk memproses pakan dari luar.

Penelitian terdahulu pada umumnya meneliti tentang Peningkatan kinerja enzim protease, amilase, dan lipase akan berkorelasi dengan peningkatan kinerja sistem pencernaan serta meningkatnya bobot benih ikan sidat (Mulyani, 2016). Semakin berkembangnya sistem pencernaan, aktivitas enzim akan semakin meningkat sehingga proses pencernaan dan penyerapan nutrisi lebih optimal dan memengaruhi pertumbuhan bobot benih ikan sidat (Mulyani 2016), Pemberian enzim papain sebanyak 3%, 4%, dan 5% yang diberikan pada pakan komersil dengan kadar protein 46-48% dapat dimanfaatkan oleh ikan kerapu macan untuk pertumbuhan dan memberikan pengaruh nyata terhadap efisiensi pakan dengan dosis pemberian enzim sebanyak 5% dan penambahan enzim pada pakan diharapkan dapat memanfaatkan protein secara maksimal dan lebih optimal (Fadli *et al.* 2013), dan sama sekali belum ada yang meneliti mengenai analisis aktivitas enzim pencernaan ikan nila salin dilingkungan budidaya berbeda secara bersamaan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktifitas enzim

pencernaan (α -amilase, protease dan lipase) pada ikan nila salin yang dipelihara di lingkungan air tawar, payau dan laut.

METODE PENELITIAN

Waktu Dan Tempat

Penelitian dilakukan pada bulan Juni sampai Juli 2019 di tiga lokasi budidaya yang berbeda di Sulawesi Selatan, yaitu kolam air tawar di kabupaten Maros, tambak air payau di kabupaten Gowa dan Keramba Jaring Apung (KJA) laut di kabupaten Barru.

Alat Dan Bahan

Bahan-bahan penelitian adalah ikan nila salin, pati dan minyak zaitun, sedangkan peralatan yang dipergunakan antara lain, Tambak, Kolam, KJA, sentripus, spektrofotometer, mikropipet, lumpang, tabung reaksi, erlemeyer, buret basah, water bath, eppen dorf dan termos es.

Prosedur Penelitian

Pengambilan sampel usus ikan nila yang dipelihara di tiga lokasi budidaya yang berbeda yaitu kolam budidaya air tawar, tambak air payau dan keramba jaring apung (KJA) di laut. Setiap lokasi masing-masing diambil 3 kali sampel usus ikan nila dan setiap sampel diuji 3 kali untuk 3 macam uji enzim (protease, α -amilase, lipase), sehingga jumlah satuan sampel uji enzim sebanyak 27 buah. Sampel atau hewan uji masing-masing berukuran 100 gram/ekor. Sampel ikan yang diperoleh dari masing-masing lokasi penelitian langsung dibedah untuk memisahkan ususnya dengan organ lainnya, kemudian isi usus dari masing-masing ikan tersebut dimasukkan ke dalam eppen dorf sebanyak ± 1 gram. Eppen dorf yang berisi sampel isi usus dimasukkan ke dalam termos es untuk menghindari terjadinya kerusakan enzim akibat perubahan suhu di atas 5°C , kemudian . dibawa ke laboratorium BRPBAP Maros untuk dianalisis 27 kali enzim pencernaannya.

Analisis Data

1. Aktivitas enzim α -amilase

Pengamatan aktivitas enzim α -amilase berpedoman pada metode Bergmeyer dan Grassi (1983). Substrat yang digunakan adalah pati dengan buffernya sitrat (pH 5,7). Aktivitas enzim α -amilase diekspresikan sebagai mg maltosa yang dibebaskan dari pati dalam waktu 30 menit pada suhu 32°C . Maltosa yang dihasilkan diukur secara kalorimeter yaitu dengan menggunakan

spektrofotometer pada panjang gelombang 550 nm. Aktivitas enzim α -amilase diukur dengan menggunakan formula sebagai berikut:

$$\text{Aktivitas } \alpha - \text{amilase} = \left\{ \frac{\text{Ass} - \text{Abl}}{\text{Ast} - \text{Abl}} \right\} \times \frac{P}{T}$$

Keterangan: Ass : Nilai Absorbansi sampel
 Abl : Nilai Absorbansi blanko
 Ast : Nilai Absorbansi standar
 P : Faktor pengenceran (mL)
 T : Waktu inkubasi (menit)

2. Aktivitas enzim protease

Aktivitas enzim protease mengikuti metode Bergmeyer dan Grassi (1983) dengan menggunakan substrat kasein dan standar tirosin, yaitu dengan mengukur kemampuan enzim untuk menghidrolisis protein, sehingga dihasilkan tirosin. Pengukuran aktifitas enzim protease dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 550 nm. Aktivitas protease dihitung sesuai persamaan:

$$U = \frac{\text{Act} - \text{Abl}}{\text{Ast} - \text{Abl}} \times \frac{P}{T}$$

Keterangan : U = Unit aktivitas enzim protease
 Act = Nilai absorban contoh
 Abl = Nilai absorban blanko
 Ast = Nilai absorban standar
 P = Faktor pengenceran
 T = Waktu inkubasi dalam menit.

3. Aktivitas enzim lipase

Pengamatan aktivitas enzim lipase dideterminasi dengan menggunakan metode Tietz dan Friedreck *dalam* Borlongan (1990), yaitu berdasarkan pengukuran terhadap asam lemak yang dihasilkan oleh hidrolisis enzimatik dari trigliserida yang ada dalam emulsi yang stabil dari minyak zaitun. Bufer yang digunakan adalah 0,1 M Tri-HCl (pH 8,0), sedangkan substratnya adalah minyak zaitun. Volume larutan NaOH standar yang digunakan untuk mentitrasi asam lemak yang dihasilkan digunakan sebagai indeks aktivitas lipase dari ekstrak enzim kasar "*crude enzyme*". Satu unit aktivitas lipase didefinisikan sebagai volume 0,05N NaOH yang dibutuhkan untuk menetralsir asam lemak yang dihasilkan 6 jam inkubasi dengan substrat dan

setelah dikoreksi dengan blanko. Aktivitas enzim lipase diukur dengan menggunakan formula sebagai berikut:

$$\text{Aktivitas enzim lipase} = (A - B) \times N \text{ NaOH} \times 1000 \times \frac{P}{T}$$

Keterangan : A = Volume NaOH untuk titrasi sampel (mL)
 B = Volume NaOH untuk titrasi blanko (mL)
 N = Normalitas NaOH untuk titrasi
 P = Faktor pengenceran (mL)
 T = Waktu inkubasi (menit)
 1000 = Konversi dari m mol ke μ mol.

Untuk mengetahui tingkat perbedaan aktifitas enzim pencernaan pada ikan nila salin yang dipelihara pada lingkungan yang berbeda, yaitu di air tawar, payau dan laut, data aktifitas enzim yang diperoleh dari hasil analisis laboratorium tersebut diuji dengan menggunakan analisis sidik ragam/ Analisis Of Variance (ANOVA) pada tingkat kepercayaan 95%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh rata-rata aktifitas enzim pencernaan (protease, α -amilase dan lipase) dari berbagai wilayah berbeda dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Rata-rata aktivitas enzim pencernaan di masing-masing daerah budidaya yang berbeda

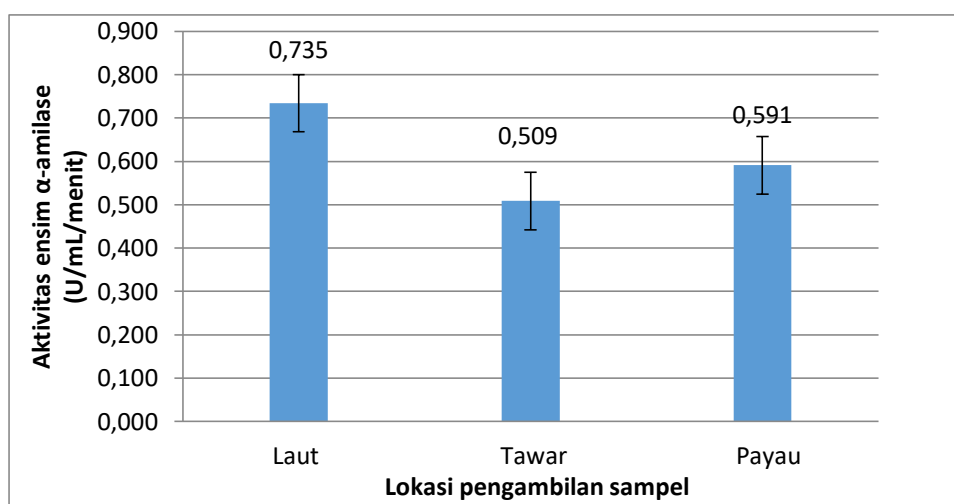
No	Jenis Enzim (U/ml/menit)	Asal Sampel		
		Laut	Tawar	Payau
1.	Protease	0,027a \pm 0,011	0,17a \pm 0,003	0,032a \pm 0,007
2.	α -amilase	0,735a \pm 0,189	0,509a \pm 0,227	0,591a \pm 0,067
3.	Lipase	0,162a \pm 0,035	0,151a \pm 0,011	0,183a \pm 0,029

Ket : Huruf sama pada baris yang menunjukkan tidak ada perbedaan (P>0,05)

Tabel 1. Menunjukkan bahwa hasil uji ANOVA terbukti aktivitas enzim pencernaan dari ketiga asal sampel usus ikan nila salin disetiap perlakuan masing-masing wilayah budidaya yang berbeda memperlihatkan tidak terdapat pengaruh yang nyata antara enzim pencernaan protease, α -amilase dan lipase (P>0,05). Hal ini menunjukkan bahwa ikan nila salin memiliki aktivitas enzim pencernaan yang sama dari asal sampel budidaya yang berbeda.

1. Aktivitas enzim α -amilase

Aktivitas enzim α -amilase pada masing-masing lokasi penelitian tertinggi diperoleh dari Laut yaitu sekitar $0,735a \pm 0,189$ U/mL/menit dan terendah diperoleh dari lokasi budidaya Tawar (Tabel 1), berdasarkan uji statistik ke tiga lokasi tersebut tidak menunjukkan adanya perbedaan antar semua lokasi ($P > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa kandungan karbohidrat yang diperoleh dari makanan masing-masing lokasi penelitian relatif sama, sehingga tidak memberikan dampak yang lebih besar terhadap respon aktivitas enzim α -amilase.



Gambar 2. Aktivitas enzim protease pada ikan nila dilingkungan budidaya berbeda

Berdasarkan hasil penelitian yang disajikan pada gambar 2 menunjukkan adanya penurunan aktivitas enzim protease pada ikan nila salin dilokasi kolam budidaya air tawar dengan rata-rata aktivitas enzim protease sebesar : $0,017a \pm 0,003$ U/mL/menit. Hal tersebut disebabkan oleh lingkungan budidaya kolam air tawar diduga memiliki kebutuhan protein pakan yang lebih tinggi untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangannya. Protein pakan akan digunakan sebagai sumber energi untuk metabolisme, selain itu protein merupakan nutrisi utama untuk pertumbuhan dan pemeliharaan tubuh.

Sementara Lehninger, 1982 melalui kajian protein (termasuk enzim protease) yang diproduksi hanya pada kondisi tertentu, dipengaruhi oleh adanya enzim regulatori yang juga berperan dalam meningkatkan dan menurunkan aktivitas katalitik. Aktivitas enzim dipengaruhi oleh adanya

modulator (pengatur) atau efektor, yang biasanya berupa substrat atau produk metabolisme (Lehninger, 1982). Peningkatan 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. Perubahan persentase cairan usus berhubungan dengan masuknya pakan dari lambung ke usus, produksi enzim protease oleh pankreas dan berupaya 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). Proses tersebut dapat dijelaskan sebagai rantai berjalan, yaitu setelah pakan dari lambung masuk ke usus diikuti oleh produksi enzim protease dan pada akhirnya terjadi peningkatan cairan usus guna menjaga keseimbangan cairan dalam usus pada tingkat yang optimum untuk pencernaan. Proses tersebut menunjukkan bahwa produksi enzim protease dipengaruhi oleh pakan yang masuk ke usus. Hal yang sama dilaporkan oleh Yandes *et al.*, 2003; Marzuki dan Anjussary, 2013 bahwa Protein dalam jumlah yang optimum akan bersinergi dengan pertumbuhan ikan apabila kebutuhan untuk pemeliharaan tubuh telah terpenuhi.

Aktivitas enzim protease ikan nila salin yang dipelihara pada media bersalinitas cukup baik dalam memanfaatkan sumber energi pakannya. Sehingga diduga pada media bersalinitas kondisi tekanan osmotik media mendekati tekanan osmotik tubuh ikan nila atau disebut isoosmotik. Stickney, 1979 dalam Setiawati dan Suprayudi, 2003, melaporkan bahwa kondisi isoosmotik dapat meningkatkan pertumbuhan karena energi untuk kebutuhan osmoregulasi lebih kecil atau tidak ada, akibatnya energi untuk pertumbuhan tersedia dalam jumlah yang lebih besar.

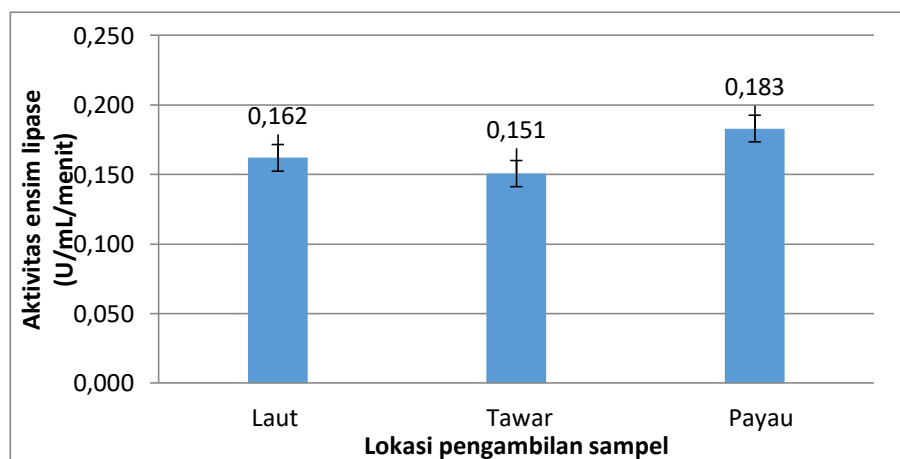
Faktor yang mempengaruhi proses aktivitas enzim pencernaan ikan adalah metabolisme, penggunaan energi metabolisme, hormon pertumbuhan dan mitosis. Boeuf dan Payan (2001) melaporkan bahwa beberapa faktor utama yang berhubungan dengan aktivitas enzim protease ikan adalah energi metabolisme, tingkat pasokan pakan, tingkatan pencernaan protein dan stimulasi hormon. Fujaya (2004), bahwa ikan akan mengkonsumsi pakan

untuk memenuhi kebutuhan energinya, sebagian besar pakan digunakan untuk proses metabolisme dan sisanya digunakan untuk beraktivitas lain seperti pertumbuhan hidup dan aktivitas enzim pencernaan ikan nila.

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.

2. Aktivitas enzim lipase

Aktivitas enzim lipase tertinggi diperoleh dari lokasi penelitian air payau sebesar : $0,183a \pm 0,029$ U/mL/menit, dan terendah diperoleh dari lokasi kolam budidaya air tawar sebesar : $0,151a \pm 0,011$ U/mL/menit (Gambar 3), meskipun secara statistik menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) antara semua lokasi. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan lemak pada setiap makanan yang dimakan oleh masing-masing ikan tersebut hampir sama, sehingga memberikan respon aktivitas enzim lipase relatif sama.



Gambar 3. Aktivitas Enzim Lipase pada Ikan Nila di Lingkungan Budidaya Berbeda

Peningkatan aktivitas enzim lipase pada ketiga lokasi penelitian lebih kecil bila dibandingkan peningkatan aktivitas enzim α -amilase, meskipun lebih tinggi

dari pada aktivitas enzim protease. Hal ini disebabkan karena pengaruh kandungan lemak pakan alami atau pakan buatan yang diberikan berbeda, lebih rendah dibanding dengan karbohidrat pakan buatan sehingga memberikan respon aktivitas enzim lipase juga berbeda. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini lebih rendah bila dibandingkan beberapa hasil penelitian sebelumnya seperti yang dilakukan oleh Haryati, *et al.*, 2003. melaporkan yaitu berturut-turut 0,0526, 0,0698, 0,0828, 0,0924, 0,1040, dan 0,1140. Sedangkan aktivitas enzim lipase (U enzim/g ikan/menit) berturut-turut aktivitas enzim 0,0556, 0,0667, 0,0722, 0,0889, 0,0889, dan 0,0722. Hal yang sama dilaporkan oleh Kamaruddin (2010) bahwa aktivitas enzim lipase pada ikan baronang yaitu Aktivitas enzim lipase larva pada umur 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, dan 35 hari berturut-turut yaitu: 0,035; 0,045; 0,048; 0,048; 0,049; 0,061; 0,064; dan 0,065 U/mL/menit. Adapun beberapa faktor yang bisa mempengaruhi aktivitas enzim lipase seperti yang dilaporkan oleh Haryati (2002) bahwa lemak rotifera yaitu 11,86%, sementara Watanabe (1988) bahwa lemak naupli artemia yaitu 16,02%, lebih rendah dibandingkan dengan kandungan protein. Kapoor *et al* (1975) melaporkan bahwa dengan bertambahnya umur larva ikan, organ tubuh termasuk alat pencernaan akan mempengaruhi produksi enzim pencernaan tersebut yang diproduksi oleh kelenjar yang terdapat pada organ pencernaan seperti usus, pankreas, lambung, dan dinding usus.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Aktivitas enzim pencernaan ikan nila salin yang dibudidayakan di air laut, tawar dan payau, tertinggi dijumpai pada enzim α -amilase ($0,735a \pm 0,189$, $0,509a \pm 0,227$ dan $0,591a \pm 0,067$ U/mL/menit) dan terendah pada enzim protease ($0,027a \pm 0,011$, $0,017a \pm 0,003$ dan $0,032a \pm 0,007$ U/mL/menit). Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa aktivitas enzim pencernaan (protease, amilase dan lipase) pada ikan nila salin tidak dipengaruhi oleh lokasi budidaya ($P > 0.5$).

Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah .kandungan nutrisi pakan perlu disesuaikan dengan lokasi budidaya. Untuk budidaya di air payau dan laut diperlukan pakan dengan kandungan protein tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Amri K dan. Khairuman, 2002. Kiat Mengatasi Permasalahan Praktis Budi Daya Ikan Nila Secara Intensif. Agromedia Pustaka. Tangerang.
2. Amri K dan Khairuman 2003. Budidaya Ikan nila secara intensif. Jakarta: PT. Agro Media.
3. Affandi R, Mokoginta I, dan Suprayudi A. 1994. Perkembangan enzim pencernaan benih ikan gurame, *Osphronemus goramy*, Lacapede. *J. Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, II(2): 63-71.
4. Bergmeyer H.V. dan Grassl M.G.1983. Determi- nation with glucose oxidize and peroxidase: Methods of enzymatic analy- sis. 2nd edition. verlag chemie weinheim, p. 1,205-1,202.
5. Borlongan T.G. 1990. Studies 011 thelipases of milkfish *Chanos chanos*. *Aquaculture* 89:315-325.
6. Boeuf G and P. Payan 2001 . *How salinity influence fish growth*. Elsevier Comperative Biochemistry and Physiology. Part C 1302001, 411-423.
7. Boyd. 2004. SNI 01-6139-1999 (Produksi induk ikan nila hitam, *Oreochromis niloticus*). Jakarta 4 hal
8. Bachtiar, Y. 2006. Panduan Lengkap Budi Daya Lele Dumbo. Bogor: PT Agromedia Pustaka.
9. Fujaya Y. 2004. *Fisiologi Ikan (dasar pengembangan teknik perikanan)*. Rineka Cipta, Jakarta.
10. Furne M, Hidalgo MC, Lopez A, Garcia GM, Morales AE, Domezain A, Domezaine J, Sanz A. 2005. Digestive enzyme activities in adriatic sturgeon (*Acipenser naccarii*) and rainbow trout (*Onchorynchus mykiss*):a comparative study. *Aquaculture*. 250:391-398.
11. Fadli J, Sunaryo, Djunaedi A. 2013. Pemberian enzim papain pada pakan komersil terhadap pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan kerapu macan *Epinephelus fuscoguttatus*. *Journal of Marine Research*. 2(3): 50-57.
12. Gawlicka A, Parent B, Horn MH, Ross N, Opsta I, Torrissen OJ. 2000. Activity of digestive enzymes in yolk-sac larvae of atlantic halibut *Hippoglossus hippoglossus*: indication of readiness for first feeding. *Aquaculture* 184: 303-314.
13. Hephher B. 1988. Nutrition of pond fishes. Cambrige university Press. Cambrige. New York. 388 p.

14. Hidalgo M.C, Urea E, Sanz A. 1999. Comparative study of digestive enzymes in fish with different nutritional habits. Proteolytic and amylase activities. *Aquaculture* 170:267-283.
15. Haryati K. Sumawidjaja, I. Mokoginta, M.T. Suhartono, D. Dana, dan D. Soedharma. 2003. Perkembangan aktivitas enzim pencernaan ikan bandeng (*Chanos-chanos Forsskal*) selama periode larva. *Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan UNHAS*. Torani Vol 13 Nomor 4. Desember 2003: 174-181.
16. Kawai. S and S. Ikeda. 1972. Studies on digestive enzymes of fishes. II. Effect of dietary change on the attractives enzymes of carp and intestine. *Bull. Jpn. Soc. Fish.* 38:265-270.
17. Kapoor, B.G., H. Smith, and E.A. Verighina. 1975. The alimentary canal and digestion in Teleost. In: Russel, F.S. and M. Young (Eds.). *Mar. Biol.* 13. Acad. Press. London, New york. San Francisco. P. 109-211.
18. Kusumadjaja A.P. & Dewi R.P. 2005. Penentuan Kondisi Optimum Enzim Papain Pepaya Burung Varietas Jawa (*Carica papaya*). *Indo Journal Chem.* 5 (2), 147-151.
19. Kamaruddin. 2010. Perkembangan organ pencernaan dan aktivitas enzim pencernaan (protease, α -amilase dan lipase) pada larva ikan baronang (*Siganus guttatus*). Thesis Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin. 75pp.
20. Lehninger, A.L. 1982. *Principles of Biochemis- try*. Worth Publisher Inc. Alih bahasa, Maggy T. Suhartono. 369 pp.
21. Lehninger A.L. 1995. *Dasar-dasar biokimia. Jilid I*. Jakarta: erlangga. 87 hal.
22. Marzuqi M, Anjusary DN. 2013. Kecernaan nutrisi pakan dengan kadar protein dan lemak berbeda pada juvenil ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis.* 5(2):311-323.
23. Mulyani I. 2016. Identifikasi aktivitas enzim pencernaan benih ikan sidat *Anguilla bicolor bicolor* pada wadah terkontrol. [tesis]. Bogor (ID): Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
24. Pullin R.S.V, dan Jay Maclean. 1992. Analysis of Research for the Dvelopment of Tilapia Farming An Interdisciplinary is Lacking. *Netherlands Journal Of Zoology.*
25. Poedjiadi, Anna. 1994. *Dasar-dasar Biokimia*. Jakarta: UI-Press.

26. Poedjiadi A, Supriyanti, F.M.T. 2007. *Dasar-Dasar Biokimia*. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta. 182 hal.
27. Pujante IM, Lopez MD, Mancera JM, Moyano FJ. 2016. Characterization of digestive enzymes protease and alpha- amylase activities in the thick-lipped grey mullet (*Chelon labrosus*, Risso 1827). *Aquaculture Research*. 48(2):367–376.
28. 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.
29. Stickney, R.R. 1979. *Principle of Warmwater Aquaculture*. John Willey and Sons Inc., New York.
30. Smith, L.S. 1980. Digestion in teleost fishes. *In* FAO/UNDP. *Fish Feed Technology*. Rome. FAO/NUDP. 18 p.
31. Suyanto, R. 2002. Nila. Penebar Swadaya, Jakart.
32. Setyo BP. 2006. Efek Konsentrasi Cromium dan Salinitas. Berbeda Terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan Untuk Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*).
33. Watanabe, W.O. 1988. Larvae and larval culture. Pages: 117-152 in C.S. Lee., M.S. Gordon and W.O. Watanabe (*Editors*). *Aquaculture of milkfish (Schanos-chanos)*: State of the art. Oceanic Institute Hawaii.
34. Yandes, Z., R. Affandi, dan I. Mongkogita. 2003. Pengaruh pemberian selulosa dalam pakan terhadap kondisi biologis benih ikan gurami (*Osphronemus gourami lac*). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB, Bogor. *Jurnal Iktiologi Indonesia* 3(1): 27-33