

Aktivitas Enzim Pencernaan Amilase dan Protease Juvenil Abalon (*Haliotis asinina*) yang Dipelihara pada Salinitas Berbeda

[Digestive Enzyme Activity of Amylase and Protease in Juvenil Abalone (*Haliotis asinina*) Reared in Different Salinity]

Siti Aisyah Saridu^{1*}, Sutrisno Anggoro², Jusup Suprijanto², Irwan Junaedi Effendy³

¹Program Studi Teknik Budidaya Perikanan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Bone, Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan, Indonesia

²Program Studi Manajemen Sumberdaya Pantai, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia

³Program Studi Budidaya perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Halu Oleo, Kendari, Sulawesi Tenggara, Indonesia

*Email korespondensi: aisyahsaridu@gmail.com

Abstrak

Salinitas merupakan salah satu parameter kualitas air yang mempengaruhi kehidupan hewan akuatik, termasuk molluska laut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui aktivitas enzim pencernaan amilase dan protease juvenil *H. asinina* yang dipelihara pada salinitas berbeda. Penelitian dilakukan menggunakan rancangan acak kelompok. Hewan uji dibagi berdasarkan kelompok ukuran panjang cangkang, yaitu 2,0-2,5 cm, 3,0-3,5 cm dan 4,0-4,5 cm dan dipelihara pada salinitas berbeda yaitu 26‰, 29‰, 32‰ dan 35‰ selama 30 hari. Selama masa pemeliharaan, hewan uji diberikan pakan alami *Gracilaria verrucosa*. Pengukuran aktivitas enzim pencernaan dilakukan pada hepatopankreas dan organ viscera. Hasil penelitian menunjukkan bahwa salinitas media berbeda berpengaruh nyata terhadap aktivitas amilase dan protease ($P < 0,05$). Aktivitas amilase pada salinitas 26‰, 29‰, 32‰ dan 35‰ berturut-turut yaitu $1,1387 \pm 0,2158$ U/mg protein, $1,0908 \pm 0,3531$ U/mg protein, $0,7595 \pm 0,1044$ U/mg protein dan $0,7137 \pm 0,2014$ U/mg protein. Aktivitas protease juvenil yang dipelihara pada salinitas 26‰, 29‰, 32‰ dan 35‰ berturut-turut yaitu $0,0031 \pm 0,0045$ U/mg protein, $0,0177 \pm 0,0103$ U/mg protein, $0,0167 \pm 0,0118$ U/mg protein dan $0,0239 \pm 0,0023$ U/mg protein. Berdasarkan hasil penelitian, *H. asinina* sebaiknya dipelihara pada salinitas $>29‰$ karena aktivitas protease yang sangat rendah dapat menurunkan pencernaan protein sehingga menghambat pertumbuhan.

Kata Kunci: juvenile H. asinina, aktivitas amilase, aktivitas protease, salinitas

Abstract

Salinity is one of the water quality parameters that affect the life of aquatic animals, including marine mollusks. The purpose of this study was to determine the value of the digestive enzyme activity of amylase and protease in abalone juvenile *H. asinina* reared at different salinities. The study was conducted using a randomized block design. Juveniles were grouped based on shell length namely 2.0-2.5 cm, 3.0-3.5 cm and 4.0-4.5 cm and maintained at salinity of 26‰, 29‰, 32‰ and 35‰ for 30 days. Juveniles were fed with *Gracilaria verrucosa*. Digestive enzyme activity analysis was carried out on the hepatopancreas and abalone viscera. The results showed that different media salinity had a significant effect on amylase and protease activity ($P < 0.05$). Amylase activity in juveniles reared at salinity of 26‰, 29‰, 32‰ dan 35‰ was 1.1387 ± 0.2158 U/mg protein, 1.0908 ± 0.3531 U/mg protein, 0.7595 ± 0.1044 U/mg protein, and $0.7137 \pm 0,2014$ U/mg protein, respectively. Protease activity in juveniles at salinity of 26‰, 29‰, 32‰ dan 35‰ was 0.0031 ± 0.0045 U/mg

protein, 0.0177 ± 0.0103 U/mg protein, 0.0167 ± 0.0118 U/mg protein and 0.0239 ± 0.0023 U/mg protein, respectively. Based on the, *H. asinina* should be maintained at salinity $>29\%$ due to extremely low digestive protease which can reduce protein digestibility thereby inhibiting growth.

Keyword: juvenile H. asinina, activity of amylase, activity of protease, salinity

PENDAHULUAN

Keberhasilan kegiatan budidaya hewan akuatik, termasuk abalone (*Haliotis* sp.) sangat dipengaruhi oleh kualitas air sebagai media pemeliharaan, karena seluruh aktifitas kehidupan hewan akuatik, seperti bernafas, ekskresi, mencari makan, tumbuh, reproduksi serta pengaturan keseimbangan osmotik dilakukan di dalam air (Zweig, 1999; Burke *et al.*, 2001; Bhatnagar dan Devi, 2013). Salah satu parameter kualitas air dalam budidaya akuatik yang mempengaruhi kehidupan hewan akuatik, termasuk molluska laut, adalah salinitas (Cheng *et al.*, 2002). Studi sebelumnya menyatakan bahwa salinitas memiliki keterkaitan langsung dengan pengaturan osmotik, mempengaruhi tingkat pembelanjaan energi, sintasan, kesehatan, nafsu makan, pencernaan serta penyerapan nutrisi (Anggoro, 1992; Anggoro, 2000; Moutou *et al.*, 2004; Tsuzuki *et al.*, 2007; Magnussen *et al.*, 2008; Romano, 2010).

Beberapa studi telah dilakukan untuk menentukan salinitas optimal pemeliharaan beberapa spesies abalon. Moustakas *et al.* (2004) menyatakan bahwa pengaruh salinitas dapat berbeda antara spesies dan fase perkembangan sehingga level salinitas optimal dalam pemeliharaan abalon dapat berbeda antar spesies. Hasil studi menunjukkan salinitas untuk pertumbuhan optimal abalone jenis *H. discus hannai* berkisar pada 25%-44%, abalon jenis *H. rufescens* pada 32%, *H. tuberculata* pada 34%, *H. laevigata* pada 34%, *H. diversicolor supertexta* and *H. fulgens* pada 35%, dan *H. varia* 32%. Selain itu juga diperoleh bahwa energi pertumbuhan dan metabolisme *H. diversicolor aqualitis*

berada pada nilai tertinggi pada salinitas 37% (Xizhu, 2004). Sementara itu, Chaitanawistuti *et al.* (2012) menyatakan bahwa kondisi optimal pemeliharaan juvenil *H. asinina* adalah pada salinitas 31%-33%.

Keberhasilan pemeliharaan abalone dapat ditunjukkan dengan pemanfaatan pakan yang optimal dalam penyediaan energi untuk pertumbuhan dan sintasan yang tinggi. Sementara itu, hasil studi menunjukkan bahwa juvenil abalon *H. squamata* yang dipelihara pada salinitas berbeda memiliki nilai pencernaan yang berbeda signifikan (Wahyu *et al.*, 2014). Perbedaan nilai pencernaan tersebut diduga memiliki keterkaitan dengan kerja aktivitas enzim yang dipengaruhi oleh perubahan salinitas media. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa salinitas mempengaruhi aktivitas enzim pencernaan, termasuk amilase, selulase, pepsin, trypsin, lipase, chymotrypsin dan protease beberapa jenis hewan akuatik (Moutou *et al.*, 2004; Tsuzuki *et al.*, 2007; Wang *et al.*, 2013). Enzim pencernaan merupakan substansi kimia dalam sistem pencernaan yang berfungsi untuk hidrolisis nutrisi sehingga menjadi bentuk sederhana yang dapat diserap oleh sel-sel tubuh. Implikasi dari aktivitas enzim pencernaan yang berbeda adalah nilai pencernaan pakan yang juga akan berbeda (Moutou *et al.*, 2004).

Studi sebelumnya yang menyelidiki pengaruh salinitas terhadap aktivitas enzim protease pada *Sparus aurata* menemukan bahwa aktivitas enzim protease dipengaruhi oleh salinitas dimana aktivitas total acid-protease di perut dan tripsin di usus lebih tinggi pada salinitas rendah dibandingkan pada salinitas yang lebih tinggi (Moutou *et*

al., 2004). Tsuzuki *et al.* (2007) melakukan observasi mengenai pengaruh salinitas terhadap aktivitas enzim alkalin proteinase pada *Centropomus paralellus* dan diperoleh bahwa aktivitas enzim tersebut berbeda nyata pada perlakuan salinitas berbeda meskipun ikan tersebut bersifat eurihalin. Sementara itu, informasi terkait pengaruh salinitas terhadap aktivitas enzim pencernaan abalone *H. asinina* masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai aktivitas enzim pencernaan amilase dan protease juvenil *H. asinina* yang dipelihara pada salinitas berbeda. Informasi yang diperoleh dari penelitian ini dapat menjadi salah satu pertimbangan dalam pemilihan lokasi untuk budidaya abalon, khususnya abalon jenis *H. asinina*.

BAHAN DAN METODE

Hewan uji yang digunakan adalah juvenil *H. asinina* hasil pembesaran *hatchery* abalon di Desa Tapulaga Kec. Soropia Kab. Konawe Sulawesi Tenggara dengan ukuran 2,0-4,5 cm. Pemeliharaan juvenil abalon dilakukan dengan menggunakan kontainer plastik bening berbentuk silinder volume 16 yang diisi air media pemeliharaan sebanyak 15 l/kontainer. Hewan uji dibagi berdasarkan kelompok ukuran panjang cangkang pada tiga kelompok ukuran, yaitu 2,0-2,5 cm, 3,0-3,5 cm dan 4,0-4,5 cm yang dipelihara pada salinitas berbeda yaitu 26‰, 29‰, 32‰ dan 35‰. Sebelum dimasukkan ke dalam wadah pemeliharaan, hewan uji sebanyak 8 individu per wadah, dipuaskan terlebih dahulu selama 24 jam. Pemeliharaan dilakukan tanpa sistem air mengalir (flow trough) dan dilakukan pergantian air 100% setiap 1x24 jam untuk mempertahankan kualitas air media pemeliharaan. Pemeliharaan hewan uji dilakukan selama 30 hari. Selama masa pemeliharaan, hewan uji diberi pakan rumput laut jenis *Gracilaria* sp. dengan jumlah 30% dari total bobot tubuh abalon dalam satu unit percobaan. Pemberian

pakan dilakukan setiap 1x24 jam setelah dilakukan pergantian air.

Analisis aktivitas enzim dilakukan di Laboratorium Nutrisi Ikan FPIK IPB. Pengamatan aktivitas enzim pencernaan dilakukan pada hepatopankreas dan organ viscera abalon. Aktivitas amilase diukur menggunakan larutan pati 1% sebagai substrat dalam buffer natrium fosfat 20 mM, pH 6,9, dan mengandung NaCl 6,0 mM. Sebanyak 0,5 mL larutan substrat ditambahkan ke dalam 0,5 mL sampel ekstrak enzim kasar, dan kemudian diinkubasi selama 3 menit pada temperatur 95°C. Reaksi dihentikan dengan penambahan asam dinitrosalisilat (DNS) sebanyak 0,5 ml, lalu diinkubasi kembali dalam air mendidih selama 5 menit. Selanjutnya dilakukan pembacaan nilai absorbansi dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm. Jumlah maltosa yang dilepas ditentukan dari kurva standar. Satu unit aktifitas enzim didefinisikan sebagai jumlah amilase yang diperlukan untuk menghidrolisis 1 μ mol maltosa per menit atau substrat/min/mg protein (U/mg protein).

Analisis aktivitas protease dilakukan dengan menyiapkan tiga tabung untuk tabung sampel, standar dan blanko. Pada ketiga tabung kemudian ditambahkan 1 ml buffer fosfat 0,05 M pH 7 dan substrat kasein 20 mg/ml sebanyak 1 ml. Pada masing-masing tabung kemudian ditambahkan 0,2 ml ekstrak enzim pada tabung sampel, 0,2 ml tirosin pada tabung standar, dan 0,2 ml pada tabung blanko. Setelah itu, ketiga tabung diinkubasi pada temperatur 37°C selama 10 menit. Pada masing-masing tabung kemudian dimasukan 2 ml TCA dan 0,2 ml CaCl_2 , dan akuades juga ditambahkan hanya pada tabung sampel sebanyak 0,2 ml. Setelah itu, ketiga tabung diinkubasi pada temperatur 37°C selama 10 menit dan kemudian disentrifugasi pada 3500 rpm selama 10 menit. Pada masing-masing 1,5 ml supernatan yang diperoleh dari ketiga

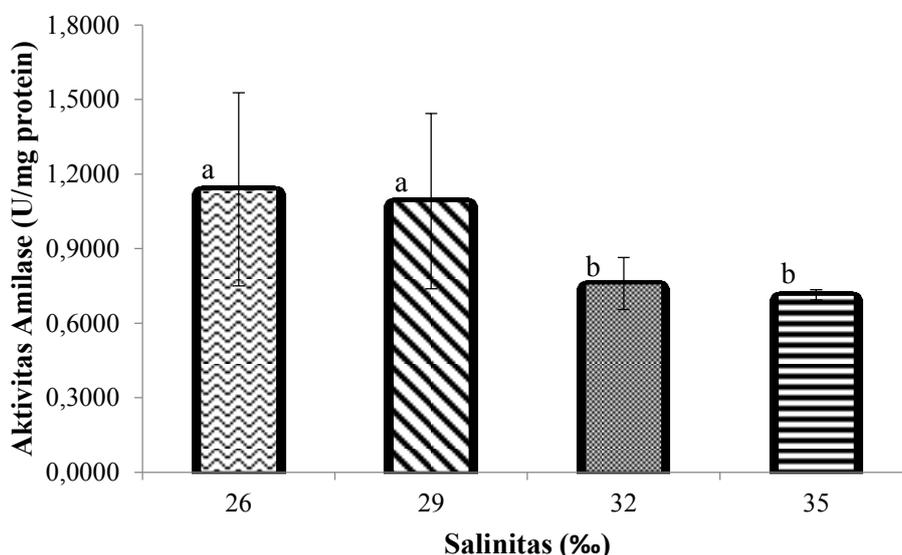
tabung kemudian ditambahkan 5 ml Na_2CO_3 dan 1 ml larutan pereaksi folin. Kemudian dilakukan inkubasi selama 20 menit pada temperatur 37°C , lalu diukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 578 nm. Data hasil penelitian yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan uji ANOVA. Jika terdapat perbedaan pengaruh perlakuan, maka dilakukan uji lanjut BNT. Data diolah menggunakan perangkat IBM SPSS 21.

HASIL

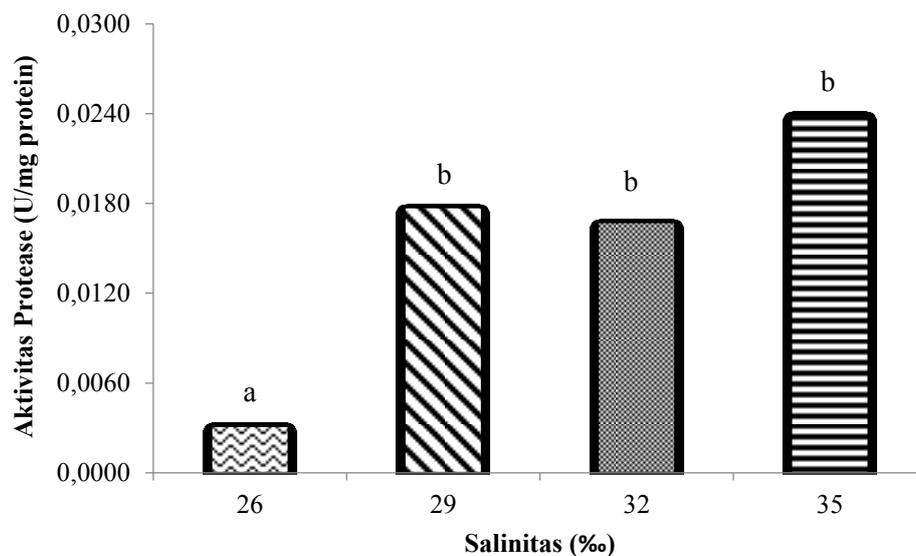
Hasil pengamatan terhadap aktivitas amilase pada organ viscera juvenil abalone yang diukur setelah masa pemeliharaan 30 hari disajikan pada Gambar 1 dan Gambar 2. Aktivitas amilase tertinggi diperoleh pada juvenil yang dipelihara pada salinitas 26‰ ($1,1387 \pm 0,2158$ U/mg protein), diikuti oleh juvenil pada media bersalinitas 29‰ ($1,0908 \pm 0,3531$ U/mg protein), 32‰

($0,7595 \pm 0,1044$ U/mg protein) dan aktivitas terendah pada salinitas 35‰ ($0,7137 \pm 0,2014$ U/mg protein). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan salinitas berbeda berpengaruh nyata terhadap aktivitas amilase juvenil abalon *H. asinina* ($P < 0,05$).

Berbeda dengan enzim amilase, aktivitas protease tertinggi diperoleh dari juvenil abalon yang dipelihara pada media bersalinitas 35‰ ($0,0239 \pm 0,0023$ U/mg protein), diikuti oleh juvenil yang pada salinitas 29‰ ($0,0177 \pm 0,0103$ U/mg protein), salinitas 32‰ ($0,0167 \pm 0,0118$ U/mg protein) dan yang terendah pada salinitas 26‰ ($0,0031 \pm 0,0045$ U/mg protein). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbedaan salinitas memberikan pengaruh yang signifikan terhadap aktivitas protease juvenil abalon *H. asinina* ($P < 0,05$).



Gambar 1. Aktivitas amilase juvenil abalone *H. asinina* pada salinitas media berbeda. ^{a,b}superscript yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan pada taraf $\alpha = 0,05$.



Gambar 2. Aktivitas protease juvenil abalone *H. asinina* pada salinitas media berbeda. ^{a,b}superscript yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan pada taraf $\alpha = 0,05$.

PEMBAHASAN

Secara garis besar ada tiga jenis enzim yang berperan dalam pencernaan pakan, termasuk amilase protease. Protease merupakan enzim yang menghidrolisis ikatan peptida pada rantai polipeptida hingga menjadi asam amino dan amilase menghidrolisis karbohidrat. Aktivitas enzim yang diukur dikhususkan pada kedua enzim ini karena abalone merupakan organisme akuatik herbivora yang sumber energi terutama diperoleh dari karbohidrat dan protein. Picos-Garcia *et al.* (2000) menyatakan bahwa energi metabolisme sebagian besar gastropoda termasuk abalone berasal dari pemanfaatan karbohidrat pakan. Di alam maupun pada kegiatan budidaya, abalone terutama diberi pakan alami berupa makroalga yang memiliki kandungan karbohidrat terbesar, kemudian disusul protein dan setelah itu lemak. Britz *et al.* (1996) melakukan investigasi terhadap aktivitas enzim pencernaan abalone jenis *H. midae* dan menemukan bahwa aktivitas protease meningkat secara signifikan selama proses pencernaan, sedangkan aktivitas amilase

dipertahankan pada level konstan. Sementara itu, lipase menunjukkan aktivitas yang rendah, mengindikasikan kemampuan abalone yang rendah dalam mencerna lemak.

Aktivitas enzim pencernaan karbohidrase (selulase, *lysozyme*), protease (*trypsin*, aminopeptidase dan protease non spesifik) serta lipase non spesifik pada abalon *H. rufescens* paling tinggi ditemukan pada kelenjar pencernaan, dan aktivitas selulase, *lysozyme*, *chymotrypsin* serta protease tertinggi ditemukan pada kelenjar pencernaan dan perut (Garcia-Esquivel dan Felbeck, 2006). Sementara itu, lipase dan amino peptidase ditemukan paling tinggi aktivitasnya pada mulut dan usus. Aktivitas protease juga diobservasi oleh Picos-Garcia *et al.* (2000) pada *H. Fulgens* dan diperoleh bahwa kandungan protein terlarut dan aktivitas protease di hepatopankreas lebih tinggi dari pada di organ viscera.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa enzim pencernaan amilase semakin meningkat aktivitasnya dengan menurunnya salinitas. Dominasi aktivitas amilase pada salinitas yang lebih rendah

memberikan dugaan bahwa bahwa pada salinitas tersebut terjadi pemanfaatan karbohidrat yang lebih tinggi. Britz *et al.* (1996) menyatakan bahwa aktivitas amilase abalon *H. midae* cenderung dipertahan pada level konstan baik saat diberikan pakan buatan maupun pakan alami pada kondisi kualitas air yang sama. Wang *et al.* (2013) menyatakan bahwa aktivitas amilase biota akuatik yang cenderung menjadi lebih tinggi pada media salinitas rendah (hiposmotik) diduga merupakan respon untuk memperoleh sebanyak-banyaknya energi dari makanan yang diperlukan untuk melakukan regulasi hiperosmotik.

Regulasi osmotik atau osmoregulasi dilakukan untuk menjaga kemantapan milieu interior dengan cara mengatur keseimbangan konsentrasi osmotik antara cairan intrasel dan ekstrasel untuk mencapai kondisi homeostatis dan prosesnya memerlukan energi (Anggoro, 1992). Berdasarkan Saridu *et al.* (2017), abalon *H. asinina* yang dipelihara pada salinitas rendah berada pada kondisi hiperosmotik terhadap media dan tingkat kerja osmotik (TKO) berada pada nilai yang lebih tinggi. Semakin besar nilai TKO, maka semakin besar pula energi yang dibutuhkan untuk mencapai keseimbangan osmotik. Boeuf dan Payan (2001) menyatakan, diperlukan 20-50% dari total pembelanjaan energi untuk menjaga keseimbangan osmotik. Energi tersebut diperoleh dari makanan, dan abalon merupakan hewan herbivora dengan kecenderungan pemanfaatan karbohidrat pakan yang lebih besar dalam perolehan energi metabolisme dibandingkan protein (Faturrahman *et al.*, 2015).

Sejalan dengan hasil penelitian ini, beberapa spesies akuatik lainnya menunjukkan peningkatan aktivitas amilase yang lebih tinggi pada salinitas rendah. Huang *et al.* (2016) melaporkan ekspresi mRNA α -amilase kerang mutiara

Pinctada fucata yang secara signifikan lebih tinggi pada salinitas rendah (15‰, 21‰ dan 27‰) dibandingkan pada salinitas tinggi (33‰ dan 39‰). Wang *et al.* (2013) melaporkan aktivitas amilase yang jauh lebih tinggi pada kepiting *Eriocheir sinensis* ketika kepiting dipelihara pada air tawar atau pada media yang hiposmotik.

Berbeda dengan amilase, aktivitas protease juvenil *H. asinina* diperoleh lebih tinggi pada salinitas yang lebih tinggi. Aktivitas protease pada salinitas 26‰ sangat rendah dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Rendahnya aktivitas protease dapat menyebabkan rendahnya pertumbuhan bobot tubuh karena protein terutama digunakan untuk penambahan biomassa. Berdasarkan Faturrahman *et al.* (2015), peningkatan pertumbuhan abalon terjadi melalui beberapa mekanisme yang salah satunya adalah peningkatan aktivitas enzim di saluran pencernaan. Meskipun terjadi peningkatan aktivitas enzim amilase pada salinitas rendah, energi yang diperoleh dari karbohidrat banyak dikeluarkan untuk kerja osmotik. Implikasi dari rendahnya aktivitas protease adalah rendahnya pencernaan protein pakan sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan. Wahyu *et al.* (2014) melaporkan bahwa juvenil abalon yang dipelihara pada salinitas rendah memiliki pencernaan yang rendah pula. Dinyatakan juga bahwa berkurangnya aktivitas enzim pada salinitas yang lebih tinggi mengindikasikan bahwa kapasitas pencernaan hewan yang diaklimasi pada salinitas tersebut semakin melemah (Wang *et al.*, 2013). Selanjutnya, berdasarkan Saridu *et al.* (2017) juvenil abalon yang dipelihara pada salinitas di bawah 29‰ mengalami penurunan pertumbuhan.

Moutou *et al.* (2004) menyatakan bahwa pengaruh salinitas terhadap aktivitas protease terkait dengan aktivasi zymogen. Jobling (1995) melaporkan, protease disintesis sebagai zymogen yang

tidak aktif di dalam sel pankreas dan aktivasinya dibantu oleh proteolitik spesifik dan salinitas dapat mempengaruhi pengaktifan zymogen yang terdapat di luar dinding sel pada usus. Pengaruh salinitas terhadap aktivitas enzim terkait dengan regulasi osmotik organisme akuatik dimana perubahan salinitas dapat mempengaruhi laju minum (Usher *et al.*, 1988). Peristiwa ini menyebabkan terjadinya perubahan salinitas di dalam usus dan pada akhirnya mempengaruhi aktivitas enzim. Perubahan salinitas media menyebabkan terjadinya reorganisasi metabolisme akibat penurunan atau peningkatan pengambilan ion dari media eksternal (Wang *et al.*, 2013).

Hasil pengukuran aktivitas enzim amilase dan protease pada studi ini menunjukkan bahwa aktivitas amilase lebih tinggi daripada aktivitas protease pada semua perlakuan. Tingginya aktivitas amilase terkait dengan pakan yang diberikan yaitu makroalga yang kandungan karbohidratnya lebih tinggi dari pada kandungan protein. Hal ini merefleksikan abalon sebagai hewan herbivora yang lebih memanfaatkan karbohidrat pakan. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Johnston *et al.*, 2005) bahwa aktivitas enzim secara umum konsisten dengan material yang dicerna. Abalon yang diberi pakan diatom menunjukkan amilase yang lebih tinggi daripada aktivitas protease dengan rasio aktivitas amilase dan protease sebesar 4,0, mengindikasikan abalon sebagai hewan herbivora (Knauer *et al.*, 1996).

Meskipun herbivora, Britz *et al.* (1996) melaporkan bahwa abalon dapat mencerna pakan buatan yang komposisi nutrisinya lebih tinggi daripada yang terkandung dalam makanan alaminya, sehingga aktivitas protease dapat meningkat sebagai respon terhadap tingginya kandungan protein pakan. Garcia-Carreño *et al.* (2003) menyatakan bahwa enzim pencernaan abalon secara

anatomi dan biokimia disesuaikan dengan jenis makanan yang dikonsumsi, dimana enzim pencernaan digunakan untuk memecah struktur polisakarida dan menghidrolisis protein pada makroalga yang menjadi makanan abalon. Beberapa studi melaporkan bahwa rasio aktivitas total proteinase dan total amilase pada hewan omnivora dan herbivora lebih rendah daripada hewan karnivora (Tsuzuki *et al.*, 2007; Hassanatabar *et al.*, 2013). Nikapitaya *et al.* (2009) melaporkan ekspresi gen α -amilase yang lebih tinggi di hepatopankreas *H. discus discus*, mengindikasikan bahwa gen ini lebih signifikan untuk proses pencernaan abalon dan memiliki peran penting dalam degradasi zat tepung dan glikogen dalam tumbunan.

KESIMPULAN

Penelitian ini memperoleh bahwa salinitas mempengaruhi aktivitas amilase dan protease juvenil abalone *H. asinina*. Berdasarkan hasil penelitian, *H. asinina* sebaiknya dipelihara pada salinitas >29‰ karena aktivitas protease yang sangat rendah dapat menurunkan pencernaan protein sehingga menghambat pertumbuhan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Pendidikan Tinggi atas pendanaan dalam melaksanakan penelitian ini.

REFERENSI

- Anggoro, S. 1992. Efek Osmotik Berbagai Tingkat Salinitas Media Terhadap Daya Tetas Telur dan Vitalitas Larva Udang Windu, *Penaeus monodon* Fabricius. Disertasi, Fak. Pascasarjana, IPB, Bogor. 127 halaman.
- Anggoro, S. 2000. Pola Regulasi Osmotik dan Kerja Enzim Na-K-ATPase Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabr.) pada Berbagai Fase

- Molting. *Aquaculture Indonesia*, 1: 15-20.
- Bhatnagar, A. and P. Devi. 2013. Water Quality Guidelines for The Management of Pond Fish Culture. *International Journal of Environmental Sciences*, 3: 1980-2009.
- Boeuf, G. and P. Payan. 2001. How Should Salinity Influence Fish Growth. *Comp. Biochem. Physiol., Part C Pharmacol. Toxicol.* 130, 411-423.
- Britz, P. J., T. Hecht and J. Knauer. 1996. Gastric Evacuation Time and Digestive Enzyme Activity in Abalone *Haliotis midae* Fed a Formulated Diet. *S. Afr. J. Mar. Sci.*, 17: 297-303.
- Burke, C.M., J.O. Harris, S.M. Hindrum, S.J. Edwards and G.B. Maguire, G.B. 2001. Environmental Requirements of Abalone. Tasmania Aquaculture and Fisheries Institute, Tasmania, 150p.
- Chaitanawisnu, N., S. Nunim and W. Santhaweesuk, W. 2012. The Combined Effect of Temperature and Salinity on Survival of Larvae and Juveniles of Tropical Abalone *Haliotis asinina* Under Laboratory Condition. *Journal of research in Biology*, 2: 572-579.
- Cheng, W., S.P. Yeh, C.S. Wang and J.C. Chen. 2002. Osmotic and Ionic change in Taiwan abalone *Haliotis diversicolor supertexta* at different salinity. *Aquaculture* 203: 394-357.
- Faturrahman, Rohyati, I. S., & Sukiman, dan. (2015). Improved of Growth Rate of Abalone *Haliotis Asinine* Fed Pudding Probiotic-enriched Protein. *Procedia Environmental Sciences*, 23(Ictcred 2014), 315-322. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.01.046>
- Garcia-Carreno, F.L., M.A. Navarrete del Toto and E. Serviere-Zaragoza. 2003. Digestive Enzymes in Juvenile Green Abalone, *Haliotis fulgens*, Fed Natural Food. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B*, 134: 143-150.
- Garcia-Esquivel, Z. and H. Felbeck. 2006. Activity of Digestive Enzymes Along the Gut of Juvenile Red Abalone, *Haliotis rufescens*, Fed Natural and Balanced Diets. *Aquaculture*, 261: 615-625.
- Hassanatabar, F., H. Ouraji, A. Esmaeili and Babaei. 2013. Study of the Activities of Digestive Enzymes, Amylase and Alkaline Phosphatase, in Kutum Larvae, *Rutilusfrisiikutum* Fed Artemia Nauplii. *World Journal of Fish and Marine Sciences* 5(3): 226-270.
- Huang, G., Y. Guo, L. Li, S. Fan, Z. Yu and D. Yu. 2016. Genomic Structure of the α -amilase Gene in the Pearl Oyster *Pinctada fuata* and Its Expression in Response to Salinity and Food Concentration. *Gene*, 587: 98-105.
- Jobling, M. 1993. Bioenergetics: Feed Intake and Energy Partitioning. *Fish Ecophysiology*, 289:263-276.
- Johnston, D., N. Moltschaniwskyj and J. Wells. 2005. Development of the Radula and Digestive System of Juvenile Blacklip Abalone (*Haliotis rubra*): Potential Factors Responsible for Variable Weaning Success on Artificial Diets. *Aquaculture*, 250: 341-355.
- Knauer, J., P.J. Britz and T. Hecht. 1996. Comparative Growth Performance and Digestive Enzyme Activity of Juvenile South African Abalone, *Haliotis midae*, Fed on Diatoms and A Practical Diet. *Aquaculture*, 140: 75-85.
- Magnussen, A. B., A.K. Imsland and A. Foss. 2008. Interactive Effects of Different Temperatures and Salinities on Growth, Feed

- Conversion Efficiency, and Blood Physiology in Juvenile Spotted Wolffish, *Anarhichas minor* Olafsen. *J. World Aquaculture Soc.*, 39: 804-811.
- Moustakas, C.T., W.O. Watanabe and K.A. Copeland. 2004. Combined Effects Of Photoperiod and Salinity on Growth, Survival, and Osmoregulatory Ability of Larval Southern Founder *Paralichthys lethostigma*. *Aquaculture*, 229: 159-179.
- Moutou, K.A., Panagiotaki, P. and Mamuris, Z., 2004. Effects of Salinity on Digestive Activity in The Euryhaline Sparid *Sparus aurata* L.: A Preliminary Study. *Aquac. Res.*, 35, 912-914.
- Nikapitiya, C., C. Oh, I. Whang, C.G. Kim, Y.H. Lee, S.J. Kim and J. Lee. 2009. Molecular Characterization, Gene Expression Analysis and Biochemical Properties of α -amilase from the Disk Abalone, *Haliotis discus discus*. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B*, 152: 271-281.
- Picos-Garcia, C., F.L. Garcia-Carreno and E. Serviere-Zaragoza. 2000. Digestive Protease in Juvenile Mexican Green Abalone, *Haliotis fulgens*. *Aquaculture*, 181: 157-170.
- Romano, N. 2010. Investigating the Survival, Growth, and Osmoregulatory Responses of Blue Swimmer Crab, *Portonus pelagicus* Early Juveniles to Salinity and Ammonia Challenge. PhD thesis. James Cook University, Australia, 184p.
- Saridu, S. A., Anggoro, S., & Suprijanto, J. (2017). Prosiding Seminar Nasional Hasil-Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan ke-VI Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan – Pusat Kajian Mitigasi Bencana dan Rehabilitasi Pesisir, Undip 1. *Prosiding Seminar Nasional Hasil-Hasil Penelitian Perikanan Dan Kelautan Ke-VI Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan – Pusat Kajian Mitigasi Bencana Dan Rehabilitasi Pesisir, Undip 1*, 716-727. <http://eprints.undip.ac.id/54833/>
- Tsuzuki, M.Y., J.K. Sugai, J.C. Maciel, C.J. Francisco and V.R. Cerquiera. 2007. Survival, Growth, and Digestive Enzyme Activity of Juvenils of the Fat Snook (*Centropomus parallelus*) Reared at Different Salinities. *Aquaculture*, 271: 319-325.
- Usher, M.L., C. Talbot and F.B. Eddy. 1988. Drinking in Atlantic Salmon Molts Transferred to Seawater and The Relationship Between Drinking and Feeding. *Aquaculture*, 73: 237-246.
- Wahyu, S. Anggoro, J. Suprijanto. 2014. Pengaruh Salinitas Berbeda terhadap Tingkat Kecernaan dan Penyerapan Pakan (*Gracillaria verucosa*) sebagai Energi Pertumbuhan Abalon. Prosiding Seminar Nasional Tahunan IX Hang Tuah IX.
- Wang, R., P. Zhuang, G. Feng, L. Zhang, X. Huang, F. Zhao and Y. Wang. 2013. The Response of Digestive Enzymes Activity in the Mature Chinese Mitten Crab, *Eriocheir sinensis* (Decapoda: Brachyura), to Gradual Increase of Salinity. *Scientia Marina*, 72(2): 323-329.
- Xizhu, Y. 2004. A Study on The Bioenergetic of *Haliotis diversicolor aquatilis*. Ph.D Thesis, College of Oceanography and Environmental Sciences of Xiamen University. China.
- Zweig, R.D., 1999. Source Water Quality for Aquaculture, A Guide for Assessment. International Bank for Reconstruction and Development, Washington.