

PERUBAHAN KADAR PROTEIN DAN STATUS LIPOSTATIK IKAN SIDAT, *Anguilla bicolor*, STADIA SILVER YANG DIPELIHARA PADA SALINITAS YANG BERBEDA

SINTIA NOVIA LESTARI, FARIDA NUR RACHMAWATI, UNTUNG SUSILO

Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Jalan dr. Suparno 63 Purwokerto 53122

ABSTRACT

Eel (*Anguilla bicolor*) is a catadromous fish, in the growth phase of life in freshwater and upon reaching adult will migrate to ocean waters to reproduce. Eel during the migration will use energy from body reserves to osmoregulation. Increased salinity will affect the osmotic pressure of the body of the fish so that the fish do active transport which requires energy. Energy that used for osmoregulation approximately 20–50% of the total energy from carbohydrates, fats and proteins. Carbohydrates are the first source of energy that is used and then will be replaced by fat and protein as energy after carbohydrate depleted. Thus the energy utilization during osmoregulation will affect the changes in the composition of protein and fat content of the body. Fat content will affect the value of lipostatic fish is one of the growth parameters. The purpose of this study was to evaluate changes in the levels of protein and lipostatic eel (*Anguilla bicolor*) is maintained in a range of salinity. This research method is experimental research design with CRD, treatment in the form of maintenance medium salinity; 4 ppt (control), 15 ppt, and 30 ppt. Each treatment was repeated 5 times. Test fish used were obtained from the Village Pesanggrahan Cilacap with range size between an average weight of 395–920 g and an average length of 59–81 cm. The variables measured were the levels of protein and lipostatic eel. Protein content measurement was conducted using kjeldahl and the fat content by soxhlet. Research results showed that the eels were exposed to salinity 4 ppt, 15 ppt and 30 ppt no effect on protein content and body lipostatic eel. It can be concluded that the eel is able to adapt well in the range between 4 ppt salinity to 30 ppt.

KEY WORDS: *Anguilla bicolor*, salinity, protein, lipostatic

Penulis korespondensi: SINTIA NOVIA LESTARI | email: lsintianovia@gmail.com

PENDAHULUAN

Ikan sidat (*Anguilla bicolor*) merupakan ikan yang mempunyai nilai ekonomis tinggi dan merupakan komoditas ekspor dari sektor perikanan (Purwanto, 2007). Ikan sidat memiliki kandungan gizi tinggi sehingga banyak disukai penduduk di negara-negara seperti Jepang, Hongkong, Jerman, dan Italia (Napitupulu & Heni, 2011). Ikan sidat merupakan hewan katadromous sehingga mempunyai daur hidup yang kompleks karena fase pertumbuhan hidup di perairan tawar dan setelah mencapai dewasa melakukan migrasi dari perairan tawar menuju perairan laut untuk bereproduksi dengan tujuan untuk melestarikan keturunannya (Lucas & Baras, 2001).

Migrasi adalah perpindahan suatu spesies dari suatu tempat menuju ke tempat lain. Ikan yang akan melakukan migrasi harus menyimpan energi sehingga migrasi berjalan dengan lancar. Energi yang dikeluarkan oleh ikan saat bermigrasi digunakan untuk berenang, osmoregulasi, respirasi, ekskresi, dan pengaturan hormonal (Fahmi, 2010). Kelompok anadromous seperti ikan salmon juga akan melakukan migrasi untuk memijah. Ikan salmon selama migrasi mengalami perubahan komposisi tubuh secara bertahap sama halnya dengan ikan sidat yang termasuk kelompok katadromous. Energi yang digunakan selain untuk perkembangan gonad juga akan digunakan untuk proses migrasi salah satunya osmoregulasi.

Menurut Heinsbroek *et al.* (2013), ikan sidat menggunakan cadangan makanan berupa karbohidrat, lemak dan protein yang digunakan

sebagai sumber energi selama migrasi dan perkembangan gonad. Cadangan energi tubuh terdiri dari 70–80% berupa lemak dan sisanya protein. Hasil analisis proksimat berupa lemak, protein dan abu dapat menentukan status lipostatik ikan. Status lipostatik merupakan perbandingan kadar lemak dengan *Lean Body Mass* (LBM) berupa protein dan abu. Model tersebut digunakan memprediksi rasio antara lemak dan LBM sebagai pertumbuhan kompensasi dari perlakuan seperti salinitas (Irawan, 2006).

Perubahan salinitas dari perairan tawar ke perairan laut akan mempengaruhi konsentrasi osmotik ikan sidat terhadap media lingkungan hidupnya untuk mempertahankan kondisi homeostasis tubuhnya maka ikan sidat melakukan osmoregulasi. Pengaturan osmoregulasi akan membutuhkan energi, dengan demikian ikan sidat harus dapat menggunakan energi secara efisien (Czeny *et al.*, 2003; Fahmi, 2010). Salinitas yang semakin tinggi akan mempengaruhi energi yang harus dikeluarkan untuk menyeimbangkan tekanan osmotik cairan tubuh untuk mencapai kondisi homeostasis. Tingkat kerja osmotik semakin tinggi membutuhkan energi metabolik semakin besar yang digunakan untuk proses osmoregulasi (Fujaya, 2004).

Salinitas yang lebih tinggi, ikan lebih banyak melakukan transport aktif untuk mengeluarkan kelebihan Na^+ sehingga membutuhkan energi yang lebih tinggi (Fujaya, 2004). Sel yang berperan dalam proses osmoregulasi adalah sel chloride yang terletak dilembaran-lembaran insang. Perlakuan salinitas yang lebih tinggi membutuhkan energi yang lebih untuk melakukan aktivitas pemindahan ion Na^+ melau

transport aktif. Hal inilah yang menyebabkan sumber energi lebih banyak digunakan untuk proses osmoregulasi (Bone & Richard, 2008).

Peningkatan salinitas dari perairan tawar ke perairan laut akan berpengaruh terhadap mekanisme osmoregulasi ikan sidat untuk mempertahankan konsentrasi osmotik tubuhnya yang membutuhkan energi. Dengan demikian permasalahan yang timbul adalah apakah perubahan salinitas berpengaruh terhadap perubahan kadar protein dan status lipostatik ikan sidat. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengevaluasi perubahan kadar protein dan status lipostatik ikan sidat yang dipelihara dalam berbagai salinitas. Hasil penelitian ini diharapkan dapat sebagai salah satu acuan dalam penelitian selanjutnya mengenai kebutuhan energi ikan sidat pada saat dipaparkan pada salinitas berbeda. Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini yaitu perbedaan salinitas berpengaruh terhadap kadar protein dan status lipostatik ikan sidat.

METODE

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *hand refractometer*, alat bedah, oven, timbangan teknikal, cawan petri, meteran, blender, kamera digital, dan alat tulis. Bahan yang digunakan adalah ikan sidat fase *silver* yang diperoleh Desa Pesanggrahan Kabupaten Cilacap dengan panjang tubuh rata-rata berkisar antara 59–81 cm dan berat berkisar 395–920 gr, air tawar, air laut, cacing tanah, label, plastik sampel, dan kertas *tissue*.

Penelitian ini dilaksanakan di Stasiun Percobaan Program D3 PSDP dan Laboratorium Fisiologi Hewan, Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. Waktu penelitian dilaksanakan dari bulan September hingga bulan Februari 2016.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan menggunakan rancangan percobaan RAL (Rancangan Acak Lengkap). Perlakuan yang dicobakan adalah A0 (ikan sidat yang dipelihara pada salinitas 4 ppt sebagai kontrol), A1 (ikan sidat di pelihara pada salinitas 15 ppt), A2 (ikan sidat dipelihara pada salinitas 30 ppt) masing-masing perlakuan diulang sebanyak 5 kali ulangan sehingga didapat 15 unit percobaan. Variabel yang diamati adalah kadar protein dan status lipostatik ikan sidat.

Media pemeliharaan salinitas 4 ppt sebagai kontrol dari air tawar. Pembuatan media pemeliharaan salinitas 15 ppt, dan 30 ppt dapat dilakukan dengan mencampurkan air laut dan air tawar sehingga diperoleh salinitas yang diinginkan (Pramono, 2006). Berikut rumus yang digunakan dalam menentukan salinitas:

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$$

Keterangan:

V_1 = volume air laut yang ditentukan

V_2 = volume air yang dibutuhkan

N_1 = salinitas air laut stok (35 ppt)

N_2 = salinitas yang dibuat

Wadah penelitian yang digunakan berupa bak terpal dengan ukuran 130 x 100 x 100 cm³ berisi media pemeliharaan dengan salinitas yang berbeda yaitu 4 ppt, 15 ppt, dan 30 ppt.

Aklisasi ikan sidat dilakukan selama 1 minggu dalam bak fiber berukuran tinggi 70 cm dan diameter 125 cm. Ikan sidat selama diaklimasi tidak diberi makan. Ikan sidat yang telah diaklimasi ditimbang panjang dan beratnya untuk

mengetahui berat awal sebelum diberi perlakuan kemudian dimasukkan kedalam bak terpal dengan padat penebaran 8 ekor ikan sidat. Ikan sidat diberi pakan cacing 1 kali dalam sehari pada pukul 16.00 WIB.

Sampel ikan sidat diambil dari bak terpal setelah 2 bulan pemeliharaan kemudian berat tubuh ditimbang dengan menggunakan timbangan teknikal. Panjang ikan sidat diukur dengan menggunakan meteran. Ikan sidat yang telah ditimbang dan diukur, kemudian dibedah menggunakan alat bedah. Tubuh ikan sidat diambil untuk dijadikan *fillet*. *Fillet* kemudian di timbang dengan menggunakan timbangan teknikal untuk mengetahui berat basah dan dioven dengan suhu 70 °C selama 2 minggu. *Fillet* ikan sidat setelah dioven ditimbang kembali dengan menggunakan timbangan teknikal kemudian di blender untuk dijadikan tepung ikan sidat untuk dianalisis kadar protein, lemak, abu di laboratorium kimia dan kesuburan tanah Fakultas Pertanian Unsoed.

Pengukuran kadar peotein menggunakan metode kjehdal melalui analisis proksimat (AOAC, 1990), dilakukan dengan cara sampel 0,1 gram ditimbang kemudian dimasukkan kedalam labu kjehdal 30 ml dan ditambahkan 0,2 gr katalis dan 1 ml H₂SO₄ pekat. Sampel didestruksi selama 2 jam dan ditunggu hingga larutan berubah menjadi bening. Hasil desktruksi ditambahkan 10 ml borat 2–3% dan ditetesi indikator phenoftalein 1–2 tetes kemudian dipasang pada alat destilasi. Labu Erlenmeyer disiapkan untuk menampung hasil destilasi hingga volume 60 ml. Hasil destilasi kemudian dititrasi menggunakan HCl 0,1 N lalu volume titrasi dicatat. Kadar protein dapat dihitung dengan menggunakan rumus: % Kadar Protein

$$\frac{(Y - X) \times NHCl \times 0,014 \times 6,25}{berat\ sampel} \times 100 \%$$

Keterangan:

Y - X = Volume titrasi yang didapatkan

NHCl = Normalitas HCl (0,1)

0,014 = Berat atom N yang dibagi 1000

6,25 = Faktor Konversi

Pengukuran kadar lemak menggunakan metode soxhlet melalui analisis proksimat (AOAC, 2005), dengan cara labu lemak dikeringkan didalam oven dengan suhu 105 °C selama 30 menit kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang berat kertas saring (X). Sampel ditimbang 2–5 gram (A) dan dibungkus dengan kertas saring kemudian diikat dengan kapas wool bebas lemak dimasukkan kedalam thimble lalu dimasukkan kedalam perangkat soxhlet dan kemudian diisi dengan pelarut lemak *petroleum benzene* 200 ml. Sampel diekstraksi hingga pelarut lemak menjadi jernih ± 4 jam. Pelarut disulingkan, labu lemak diangkat kemudian dipanaskan menggunakan oven dengan suhu 105 °C hingga berat konstan kemudian didinginkan didalam desikator 30 menit dan ditimbang (Y), selanjutnya persentase kadar lemak dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Kadar Lemak} = \frac{Y-X}{A} \times 100 \%$$

Keterangan:

X = Berat kering labu lemak (gram)

Y = Berat kering labu lemak + sampel setelah ekstraksi (gram)

A = Berat sampel (gram)

Pengukuran kadar abu dilakukan dengan analisis proksimat (AOAC, 2005). Pengukuran abu dilakukan dengan cara cawan dikeringkan dalam oven dengan suhu 105 °C selama 1 jam kemudian didinginkan dalam desikator lalu ditimbang (Wa). Sampel 1–1,5 gram (Wb) dan cawan dimasukkan kedalam tanur dengan suhu 600 °C selama 3

jam kemudian didinginkan dimasukkan kedalam desikator hingga suhu 120 °C lalu ditimbang (W_c) selanjutnya dihitung berat abu dan prosentase kadar abu dengan rumus:

$$\text{Berat abu} = W_c - W_a$$

$$\% \text{ Kadar abu} = \frac{\text{berat abu}}{\text{berat sampel}} \times 100 \%$$

Keterangan:

W_a = Berat cawan

W_b = Berat sampel

W_c = Berat Cawan + sampel yang setelah diabukan

Menurut Sukardi dan Yuwono (2010), nilai lipostatik dapat diukur dengan dengan rumus:

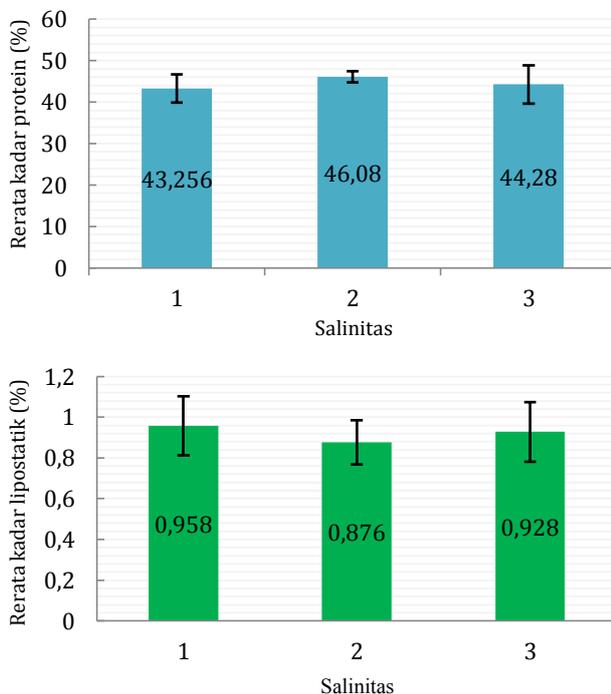
$$\text{Nilai lipostatik} = \frac{\text{kadar lemak tubuh}}{\text{lean body mass}}$$

$$\text{LBM (Lean Body Mass)} = \text{protein} + \text{abu}$$

Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan uji F menggunakan ANOVA dengan tingkat kepercayaan 95% dan 99%. Hasil yang berbeda nyata akan dilanjutkan dengan uji BNT dengan tingkat kepercayaan yang sama (Steel & Torrie, 1990).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan selama enam bulan menunjukkan terdapat perubahan nilai kadar perotein dan lipostatik tubuh ikan sidat (*Anguilla bicolor*) yang dipelihara pada salinitas berbeda. Hasil pengamatan terhadap kadar protein dan lipostatik ikan sidat sebagai berikut:



Gambar 1. Hasil nilai rerata kadar protein dan lipostatik ikan sidat yang dipelihara pada media pemeliharaan dengan salinitas berbeda.

Hasil pengamatan terhadap kadar protein ikan sidat menunjukkan nilai rerata untuk salinitas 4 ppt, 15 ppt, dan 30 ppt berturut-turut adalah 43,25%, 46,08%, dan 44,28%. Nilai lipostatik ikan sidat untuk salinitas seperti diatas berturut-turut adalah 0,96%,

0,88%, dan 0,93%. Data nilai rerata kadar protein dan lipostatik tubuh selanjutnya dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dengan tingkat kepercayaan 95% dan 99%.

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata terhadap nilai kadar protein dan lipostatik tubuh ikan sidat dengan salinitas media pemeliharaan 4 ppt, 15 ppt, dan 30 ppt artinya perlakuan salinitas pada media pemeliharaan ikan sidat tidak berpengaruh terhadap kadar protein dan lipostatik ikan sidat. Hasil penelitian menunjukkan ikan sidat dapat menyesuaikan diri dengan dengan salinitas sehingga energi yang digunakan untuk proses osmoregulasi relatif sama sehingga kadar protein dan lipostatik diperkirakan hanya digunakan dalam jumlah yang kecil sehingga tidak terlalu berpengaruh terhadap nilai protein dan lipostatik. Menurut Darwisito *et al.* (2015), pengaruh perbedaan salinitas terhadap ikan nila yang matang gonad akan mempengaruhi waktu proses pematangan gonad hingga proses pemijahan. Energi yang digunakan untuk osmoregulasi pada salinitas yang mendekati kondisi isoosmotik hanya sedikit dan energi selebihnya akan digunakan untuk pertumbuhan dan reproduksi.

Menurut Jalali *et al.* (2013), ikan yang dipelihara pada kondisi salinitas yang berbeda akan mempengaruhi komposisi tubuh ikan yang berhubungan dengan adaptasi fisiologis. Pada kondisi hipoosmotik dan hiperosmotik, tingkat kerja osmotik semakin besar akan menyebabkan energi yang digunakan untuk osmoregulasi juga besar (Holliday, 1969). Menurut Frank dan Leffler (1975) dalam Wulandari (2006), bahwa semakin tinggi gradien osmotik dapat mengakibatkan pembelanjaan energi untuk osmoregulasi yang semakin tinggi. Penggunaan energi untuk keperluan osmoregulasi berhubungan dengan tingkat kerja osmotik yang dilakukan ikan dalam upaya untuk melakukan respon terhadap perubahan tekanan osmotik media. Tingkat kerja osmotik semakin rendah akan menurunkan penggunaan energi untuk osmoregulasi sehingga proses reproduksi akan semakin besar. Hal tersebut terjadi pada kondisi media yang mendekati isoosmotik (Ballarin dan Haller, 1982).

Menurut Stickney (1979), ikan yang dipelihara pada salinitas yang mendekati konsentrasi ion dalam darah atau mendekati kondisi isotonik menggunakan energi lebih banyak untuk pertumbuhan dan lebih sedikit untuk proses osmoregulasi. Hal tersebut sependapat dengan Holliday (1969), pemeliharaan ikan pada kondisi isoosmotik menjadikan adanya penyimpanan energi yang disebabkan menurunnya energi untuk proses osmosis dan efek ionik sehingga pertumbuhan meningkat.

Berdasarkan toleransinya terhadap perubahan salinitas lingkungan, ikan sidat termasuk kedalam ikan eurihalin yang memiliki rentang salinitas yang luas sehingga ikan sidat yang dimasukkan kedalam salinitas hingga 30 ppt dapat dengan cepat

menyeimbangkan tekanan osmotiknya. Menurut Fitria (2012), ikan eurihalin memiliki kemampuan yang cepat dalam menyeimbangkan tekanan osmotik dalam tubuhnya dengan media sehingga dapat mencapai kondisi isotonik. Energi yang digunakan dalam kondisi yang isotonik untuk proses osmoregulasi sangat kecil. Peningkatan salinitas berperan dalam pemanfaatan energi pakan, karena lebih banyak protein tersimpan dan hanya sedikit dimanfaatkan untuk energi dalam mempertahankan homeostasis. Ikan air payau *Sparus sarba* dan *Sparus auratus* menunjukkan pertumbuhan yang lebih tinggi jika dipelihara pada salinitas yang mendekati kondisi isoosmotik ikan sehingga energi untuk osmoregulasi lebih sedikit yang digunakan (Laiz *et al.*, 2005).

Energi sangat diperlukan untuk proses metabolisme, *maintenance* (perawatan tubuh), aktivitas fisik, pertumbuhan dan reproduksi (NRC, 1993). Kebutuhan energi terhadap osmoregulasi dipenuhi dengan mekanisme oksidasi gula (Pérez-Robles *et al.*, 2011; Lisboa *et al.*, 2015). Ikan selama diaklimasi, kebutuhan glukosa jaringan dipenuhi plasma darah, glukosa dari plasma darah dialirkan pada jaringan. Kadar plasma darah diatur supaya konstan dengan cara pemecahan glikogen di hati (Mommson *et al.*, 1999). Energi yang dihasilkan dari oksidasi gula digunakan untuk aktivitas seperti osmoregulasi yang membutuhkan energi lebih banyak dibandingkan dengan aktivitas lainnya. Oksidasi gula akan menghasilkan ATP yang merupakan energi untuk aktivitas yang membutuhkan energi (Murray *et al.*, 2003).

Salinitas merupakan faktor eksternal yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan reproduksi, karena energi digunakan untuk proses osmoregulasi apabila salinitas terlalu tinggi atau rendah dari lingkungan hidupnya. Menurut Plaut (2000), ikan laut yang dimasukkan kedalam salinitas dibawah konsentrasi osmotik tubuhnya maka untuk menjaga kondisi homeostasis ikan tersebut membalik arah aliran osmotik secara aktif sehingga membutuhkan energi, sebelum mencapai salinitas yang lebih rendah ikan mengeluarkan kelebihan ion yang diserap dari air laut kemudian menjaga cairan tubuh dan pada lingkungan air tawar ikan harus membuang kelebihan air didalam tubuhnya. Kondisi lingkungan yang mendekati kondisi isoosmotik ikan maka energi yang dikeluarkan kecil dan ketahanan hidup tinggi.

Karbohidrat sebagai sumber utama energi untuk proses osmoregulasi dan pengaturan ion. Karbohidrat dimetabolisme untuk menjadi energi dan apabila karbohidrat akan habis maka energi yang digunakan untuk proses osmoregulasi tersebut berasal dari cadangan makanan berupa lemak. Lemak digunakan sebagai sumber energi cadangan dalam jangka panjang atau ketika ikan dalam kondisi kelaparan yang menyebabkan lemak menurun diberbagai jaringan (Zonneveld *et al.*, 1991). Lemak akan mengalami lipolisis yaitu memanfaatkan lemak yang

tinggi pada tubuh untuk diubah menjadi glukosa (Rinindar *et al.*, 2015).

Tinggi rendahnya kadar lemak tubuh ikan akan mempengaruhi nilai lipostatik ikan. semakin tinggi kadar lemak ikan maka nilai lipostatik ikan akan tinggi. Lipostatik termasuk parameter dalam pertumbuhan yang merupakan perbandingan antara lemak tubuh dengan LBM (*Lean Body Mass*). Semakin rendah nilai lipostatik maka pertumbuhan ikan kurang baik. Kadar lemak yang rendah menandakan ikan menggunakan cadangan lemak untuk metabolisme.

Protein merupakan salah satu zat penyusun tubuh terutama berfungsi dalam pertumbuhan. protein dapat berfungsi sebagai pengganti glukosa apabila tidak ada asupan atau cadangan lemak dan karbohidrat. Protein akan diubah menjadi karbohidrat melalui proses glukoneogenesis yang akan diaktifkan oleh hormon kortisol. Hormon kortsisol akan dihasilkan juga ketika jika ikan dalam kondisi pemulihan dari stress (Rinindar 2015). Protein lebih diutamakan untuk pertumbuhan dan mempertahankan struktur tubuh dan tidak diutamakan sebagai sumber cadangan energi kecuali jika asupan lemak dan karbohidrat telah habis.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan ikan sidat mampu beradaptasi dengan baik pada rentang salinitas antara 4 ppt hingga 30 ppt. Berdasarkan hasil penelitian, maka perlu dilakukan penelitian selanjutnya terkait dengan kadar protein dan lipostatik ikan sidat terhadap ikan sidat yang dipuaskan.

DAFTAR REFERENSI

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official Methods of Analysis, 12th Edition. Washington, D. C: Association of Official Analytical Chemists. 1141 p.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemist). 2005. Official Methods of Analysis. Washington: Association of Official Analytical Chemists. AOAC Arlington.
- Ballarin JD, Haller RD. 1982. The Intensive Culture of Tilapia in Tank, Raceways and Cages. In J.F. Muir. R.J. Roberts (eds). Recent Advances in Aquaculture. Colorado: Westview Press.
- Bone Q, Richard HM. 2008. Biology Of Fishes, Third Edition. New York : Taylor & Francis Group.
- Czesny S, Rinchar J, Garcia Abiado MA, Dabrowski K. 2003. The Effect of Fasting, Prolonged Swimming, And Predator Presence On Energy Utilization And Stress In Juvenile Walleye (*Stizostedion vitreum*). Journal Elsevier Physiology and Behaviour. 79(3): 597-603.
- Darwisito S, Hengky JS, Indah W. 2015. Tingkat Perkembangan Gonad, Kualitas Telur, dan Ketahanan Hidup Larva Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Berdasarkan Perbedaan Salinitas. 2015. Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi. 2(2): 86-94.
- Fahmi MR. 2010. Phenotypic Plasticity Kunci Sukses Adaptasi Ikan Migrasi: Studi Kasus Ikan Sidat (*Anguilla* sp.). Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Depok: Balai Riset Budidaya Ikan Hias.
- Fitria AS. 2012. Analisis Kelulushidupan dan Pertumbuhan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) F5 D₃₀-D₇₀ Pada Berbagai Salinitas. Journal of Aquaculture Management and Technology. 1(1): 18-34.
- Fujaya Y. 2004. Fisiologi ikan, Dasar pengembangan teknologi perikanan. Jakarta: Rineka Cipta.

- Heinsbroek LTN, Stottrup JG, Jacobsen C, Corraze G, Kraiem MM, Holst L. K, Tomkiewicz J, Kaushik S. J. 2013. A Riview on Broodstock Nutrition of Marine Pelagic Spawners: The Curious Case of The Freshwater Eels (*Anguilla* spp.). *Journal Aquacultur Nutrition*, 19(3): 1-24.
- Holiday FGT. 1969. The Effect of Salinity on The Eggs and Larvae of Teleostei. Di dalam: Hoar WS and Randall DJ, editor. *Fish Physiology*. New York. I. Academic Press.
- Irawan RSD. 2006. Perubahan Komposisi Karkas dan Model Lipostatik Ikan Kerapu Lumpur (*Epinephelus tanvina*) Sebagai Respon Terhadap Restriksi Pakan Secara Periodik di Tambak Cilacap. [Skripsi]. Purwokerto: Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman.
- Laiz CR, Sangiao AS, Guzmán JM, Martin Del Rio MP, Soengas JL, Mancera J. 2005. Growth Performance of Gilthead Sea Bream in Different Osmotic Conditions: Implications for Osmoregulation and Energy Metabolism. *Aquaculture*. 250(3): 849-861.
- Lisboa V, Barcarolli IF, Sampaio LA, Bianchini A. 2015. Effect of Salinity on Survival, Growth and Biochemical Parameters in Juvenile Lebranch mullet *Mugil liza* (Perciformes: Mugilidae). *Neotropical Ichthyology*. 13(2): 447-452.
- Lucas MC, Baras E. 2001. *Migration of Freshwater Fishes*. London: Blackwell Science.
- Jalali M, Reza D, Abdul AM, Sayed AMZ. 2013. A Comparative Study on Body Composition of Shyrbot (*Barbus grypus*) Fish Reared in Different Salinities. *Elixir International Journal*. 60(3): 16318-16320.
- Mommsen TP, Vijayan MM, Moon TW. 1999. Cortisol in Teleosts: Dynamics, Mechanisms of Action, and Metabolic Regulation. *Rev. Fish Biol. Fish.* 9(3): 211-268.
- Murray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwell VW. 2003. *Biokimia Harper*, Edisi XXV, Penerjemah Hartono Andry. Jakarta: ECG.
- Napitupulu, Romauli J, Heni B. 2011. *Pengolahan Ikan Sidat*. Modul Penyuluhan Perikanan. pp.1-52.
- NRC. 1993. *Nutrient Requirement of Warm Water Fishes and Shelfish*. Washington DC: Nutritional Academy of Science.
- Pramono SB. 2006. Efek Konsentrasi Kromium (Cr⁺³) dan Salinitas Berbeda terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan untuk Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). [Tesis]. Semarang: Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- Pérez RJ, Re AD, Giffard MI, Díaz F. 2011. Interactive Effects of Salinity on Oxygen Consumption, Ammonium Excretion, Osmoregulation and Na⁺/K⁺-ATPase Expression in Bullseye Puffer (*Sphoeroides annulatus*, Jenyns 1842). *Aquaculture Research*. 43(9): 1372-1383.
- Plaut I. 2000. Resting Metabolic Rate, Critical Swimming Speed, and Routine Activity of the Euryhaline Cyprinodontid, *Aphanius dispar*, Acclimated to A Wide Range of Salinities. *Journal Physiological and Biochemical Zoology*. 73(5): 590-596.
- Purwanto J. 2007. Pemeliharaan Benih Ikan Sidat (*Anguilla bicolor*) dengan Padat Tebar yang Berbeda. Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar. Sukabumi. *Bul.Tek.Lit. akuakultur*. 6(2).
- Rinindar MI, Tia ZB, Abdul H, Sugito, Herrialfian. 2015. Analisis Proksimat Kadar Lemak Ikan Nila yang Diberi Suplementasi Daun Jaloh yang Dikombinasikan dengan Kromium dalam Pakan setelah Pemaparan Stres Panas. *Jurnal Medika Veterinaria*. 9(1), pp. 60-63.
- Steel RGD, Torrie JH. 1981. *Principle and Procedure of Statistics*. 2nd Ed. London. McGraw Hill, International Book Company.
- Stickney RR. 1979. *Principle of Warmwater Aquaculture*. John Willey and Sons Inc., New York.
- Sukardi P, Yuwono, E. 2010. *Nutrisi Ikan*. UPT Percetakan dan Penerbitan Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto.
- Wulandari AR. 2006. Peranan Salinitas terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Ikan Bawal Air Tawar *Colossoma macropomum*. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Zonneveld N, Huisman EA, Boon JH. 1991. *Prinsip-prinsip Budidaya Ikan*. Gramedia. Jakarta.