

# AKTIVITAS ENZIM DIGESTI DAN EFISIENSI PAKAN PADA IKAN LELE (*Clarias gariepinus*) YANG DIINDUKSI DENGAN DAUR PEMUASAAN PEMBERIAN PAKAN KEMBALI

*(The Activity of Digestive Enzymes and Feed Efficiency on Catfish (*Clarias gariepinus*) Induced by cycles of fasting and refeeding)*

Hidah Nur Afyah, Untung Susilo\* dan Farida Nur Rachmawati

Laboratorium Fisiologi Hewan Fakultas Biologi Unsoed

\* email : [susilo.utg@gmail.com](mailto:susilo.utg@gmail.com)

## **Abstract**

*The activity of digestive enzymes and feed efficiency of catfish, *Clarias gariepinus*, wicth induced by cycles of fasting and refeeding was carried out at the Laboratory of Physiology Faculty of Biology, Unsoed, Purwokerto . Experimental design with three treatments and six replications in completely randomized design (CRD) was used in this study. The treatments tested include: fish fed every day (control, P0), fish in one week were starved on Monday and Thursday and fed on the other days (P1) and fish of the week was straved two days and five days were fed a normal (P2). Catfish with average  $9.57 \pm 0.66$  g on individual body weight, wicth obtained from D3 PSDP Laboratory of Biology Faculty, Unsoed, has been used in this study. The results showed that the activity of amylase, efficiency and retention of proteins differ significantly ( $P < .05$ ), but protease activity did not differ significantly ( $P > .05$ ) between the treatment. Conclusion, amylase activity and feed efficiency were changes, but not for protease activity in catfish after exposed to fasting and refeeding .*

*Keywords: *Clarias gariepinus*, enzyme digestion, feed efficiency, fasting, re-feed*

## **Pendahuluan**

Budidaya ikan lele telah berkembang cukup pesat di beberapa daerah di Indonesia, namun dengan tingginya harga pakan ikan saat ini akan beresiko mengurangi keuntungan petani ikan, bahkan bisa menyebabkan kerugian. Oleh karena itu, diperlukan suatu strategi dalam pembesaran ikan lele untuk mengurangi biaya produksi, melalui strategi pemberian pakannya.

Strategi pemberian pakan yang diharapkan mampu meningkatkan efisiensi pakan dan optimalisasi produksi ikan adalah melalui strategi pemuasaan dan pemberian pakan kembali. Pengurangan frekuensi pemberian pakan atau penghentian pakan secara periodik telah terbukti

dapat meningkatkan kecepatan pertumbuhan atau menghasilkan pertumbuhan kompensatori. Pertumbuhan kompensatori adalah pertumbuhan yang sangat cepat setelah ikan mengalami pemuasaan kemudian diberi pakan lagi secara normal (Cho et al., 2006).

Pertumbuhan yang cepat pada ikan yang berada pada kondisi pemberian pakan kembali setelah mengalami periode pemuasaan erat kaitannya dengan perubahan fisiologi ikan tersebut. Salah satu aspek fisiologi berkaitan dengan pertumbuhan kompensatori adalah aktivitas enzim digesti.

Beberapa studi aktivitas enzim digesti berkaitan dengan pemuasaan juga telah dilakukan. Pada ikan

*sturgeon*, *Acipenser naccarii*, dan *trout*, *Onchorhynchus myskiss*, memperlihatkan respon penurunan aktivitas protease dan lipase yang lambat, namun tidak untuk amilase. Kapasitas digesti protein dan lipid, setelah 60 hari pemberian pakan kembali menjadi pulih, dan tidak demikian dengan kemampuan mendigesti karbohidrat yang tetap rendah (Furne *et al.*, 2008). Aktivitas tripsin pada ikan tilapia yang memperoleh perlakuan pemuasaan periode pendek juga ternyata lebih rendah daripada ikan yang diberi pakan secara normal, sedangkan aktivitas kemotripsin meningkat. Rasio tripsin/kemotripsin juga menurun dengan meningkatnya waktu pemuasaan, dan diduga hal ini menyebabkan terhambatnya pertumbuhan ikan tilapia. Pemberian pakan kembali setelah pemuasaan ternyata menghasilkan peningkatan aktivitas tripsin dan kemotripsin (Chan *et al.*, 2008). Respon berbeda dijumpai baik pada ikan gurami, *Osphronemus gouramy* Lac., maupun ikan patin, *Pangasius* sp. Pada kedua spesies ikan ini yang memperoleh daur pemuasaan satu dan dua hari dalam seminggu menghasilkan aktivitas enzim digesti baik protease maupun amilase yang tidak berbeda dengan ikan yang diberi pakan setiap hari (Yuwono *et al.*, 2008; Susilo *et al.*, 2009). Studi aktivitas enzim pada berbagai metode pembatasan pakan ini menunjukkan bahwa perubahan keberadaan pakan di lingkungan hidupnya juga menyebabkan perbedaan respon aktivitas enzim yang berkaitan dengan proses digesti, namun hal ini belum dikaji pada ikan lele.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui aktivitas enzim digesti dan efisiensi pakan ikan lele, *Clarias gariepinus*, yang diinduksi dengan daur pemuasaan dan pemberian pakan kembali

## **Materi Dan Metode**

### **A. Materi dan lokasi penelitian**

Materi yang digunakan dalam penelitian adalah ikan lele (*Clarias gariepinus*) dengan berat rata-rata  $9,57 \pm 0,66$  g/ekor yang diperoleh dari hasil pembenihan Stasiun Percobaan D-III PSDP fakultas Biologi Unsoed, Purwokerto. Penelitian dilakukan di Laboratorium Fisiologi Hewan Fakultas Biologi Unsoed, Purwokerto dan di Laboratorium Kimia Fakultas Sains dan Teknik Unsoed, Purwokerto selama enam bulan mulai bulan Mei 2009 hingga November 2009.

### **B. Rancangan percobaan**

Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan rancangan dasar berupa Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan dan masing-masing perlakuan diulang sebanyak enam kali. Perlakuan yang dicobakan meliputi : (1.) Ikan lele diberi pakan secara normal setiap hari (P0 atau kontrol), (2.) Ikan lele tidak diberi pakan pada hari senin dan kamis dan diberi pakan pada hari lainnya (P1) dan (3) ikan lele mengalami daur pemuasaan secara periodik 2/5 yang artinya dalam satu minggu ikan dipuasakan dua hari dan lima hari diberi pakan. Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah aktivitas enzim digesti (protease dan amilase) dan efisiensi pakan (efisiensi protein dan retensi protein). Aktivitas protease dan amilase diukur pada minggu ke empat dan ke delapan, sedangkan efisiensi pakan dikalkulasi pada minggu kedelapan.

### **C. Preparasi saluran digesti untuk uji aktivitas enzim**

Sampel saluran digesti diperoleh dari ikan uji pada minggu ke empat dan kedelapan. Ikan yang akan diambil saluran digestinya terlebih dahulu dimatikan, lalu dilakukan pembedahan. Setelah pembedahan saluran digesti kemudian diisolasi. Saluran digesti yang telah dipisahkan dari tubuh ikan segera dibersihkan dengan akuades dingin.

Preparasi saluran digesti dilakukan pada suhu  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$  untuk menghindari kerusakan enzim. Saluran digesti yang telah dibersihkan kemudian dimasukkan dalam tabung berlabel dan disimpan dalam freezer bersuhu  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Saluran digesti selanjutnya dihancurkan dengan homogeniser listrik dalam akuadest dingin dengan rasio 1 : 2. Homogenat yang diperoleh lalu disentrifugasi menggunakan sentrifuge bersuhu  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  pada kecepatan 10.000 rpm selama 10 menit dan supernatan yang diperoleh digunakan untuk uji kativitas enzim.

#### **D. Pengukuran aktivitas enzim**

Aktivitas protease diukur menggunakan metode hidrolisis kasein (Metode Walter, 1984 dalam Hidalgo et al., 1999). Uji dilakukan menggunakan buffer 0,1 M Tris-HCl (pH 8-9) pada suhu  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Reaksi enzim dimulai dengan cara mencampurkan 1 % (w/v) kasein (0,2 ml), buffer (0,1 ml) dan sampel enzim (0,1 ml) dan diinkubasi selama 60 menit pada suhu  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Reaksi dihentikan melalui penambahan 0,6 ml dari 8 % (w/v) asam tricloroasetat (TCA). Campuran reaksi diendapkan selama minimal satu jam dalam lemari pendingin, kemudian disentrifugasi pada kecepatan 6000 rpm selama 10 menit. Absorbansi dicatat pada panjang gelombang 280 nm. Tirosin digunakan sebagai standard dan satu unit aktivitas enzim didefinisikan sebagai jumlah enzim yang diperlukan untuk mengkatalisis pembentukan 1  $\mu\text{g}$  tirosine permenit. Untuk kontrol dilakukan penambahan TCA ke dalam ekstrak sebelum penambahan substrat. Aktivitas protease dihitung dalam jumlah  $\mu\text{g}$  tirosine yang dilepas dalam 1 ml ekstrak permenit.

Aktivitas amilase diukur menggunakan metode hidrolisis pati (metode Somogi-Nelson dalam Hidalgo et al., 1999). Campuran reaksi terdiri atas 2 % (w/v) larutan pati (1,0 ml), ekstrak enzim (0,1 ml), NaCl 0,85 % (0,1 ml), campuran lalu diinkubasi pada

temperatur  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$  selama 30 menit. Setelah inkubasi pada campuran ditambahkan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  2/3 N (0,2 ml), Na-Wolframat 10 % (0,2 ml), lalu disentrifugasi pada kecepatan 10.000 rpm selama 10 menit. Setelah sentrifugasi, supernatan dicuplik sebanyak 0,2 ml, pada supernatan tersebut kemudian ditambahkan 0,2 ml  $\text{C}^{2+}$ alkalis, lalu dimasukkan dalam air mendidih selama 20 menit, selanjutnya ditambah 0,2 ml larutan arsenomolibdat. Ukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 660. Penentuan kadar gula reduksi yang dihasilkan menggunakan kurva standar glukosa.

#### **E. Penghitungan efisiensi pakan**

Efisiensi pakan yang dihitung meliputi efisiensi protein dan retensi protein. Efisiensi protein dikalkulasi dari pertambahan berat ikan lele selama pemeliharaan dibagi jumlah protein pakan yang dikonsumsi (Haiqing dan Xiqin, 1994). Retensi protein dilakulasi dari pertambahan protein tubuh dibagi jumlah protein pakan yang dikonsumsi kali 100 (Watanabe et al., 2001). Jumlah protein pakan yang dikonsumsi dikalkulasi dari jumlah pakan yang dikonsumsi kali kadar protein pakan. Pertambahan protein tubuh dikalkulasi dari protein tubuh ikan akhir percobaan dikurangi protein tubuh ikan awal percobaan.

#### **F. Analisis data**

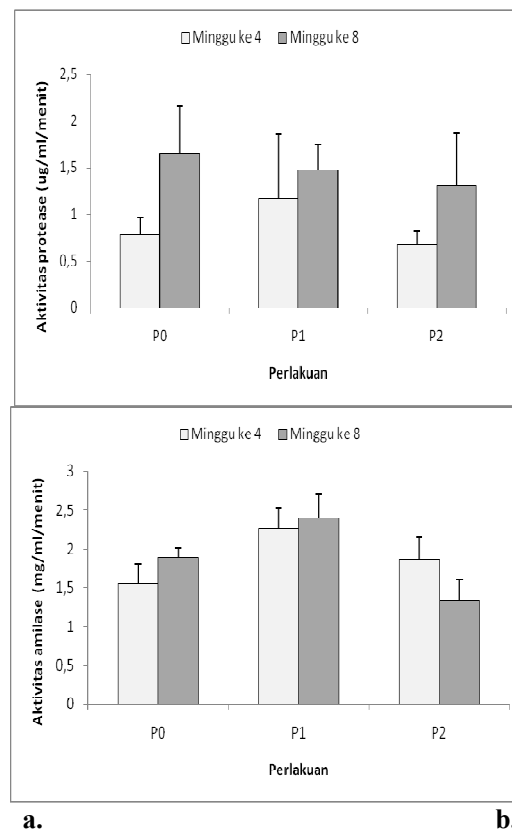
Data aktivitas enzim dan efisiensi pakan yang diperoleh selanjutnya dianalisa dengan one way analysis of variance (anova) (Steel dan Torrie, 1981)

#### **Hasil Dan Pembahasan**

Hasil pengamatan aktivitas protease pada minggu ke empat dan ke delapan pada ikan yang memperoleh perlakuan strategi pemberian pakan berbeda tertera pada gambar 1a. Pada ikan yang diberi pakan terus menerus

(P0) pada minggu keempat memiliki aktivitas protease sebesar 0,78  $\mu\text{g/ml/menit}$  dan pada minggu kedelapan memiliki aktivitas protease 1,65  $\mu\text{g/ml/menit}$ , sedangkan pada ikan yang dipuasakan pada hari senin dan kamis (P1) pada minggu keempat memiliki aktivitas protease sebesar 1,17  $\mu\text{g/ml/menit}$  dan pada minggu kedelapan memiliki aktivitas protease sebesar 1,47  $\mu\text{g/ml/menit}$ . Pada ikan yang dipuasakan dua hari dalam seminggu (P2) di minggu keempat memiliki aktivitas protease sebesar 0,67  $\mu\text{g/ml/menit}$  dan pada minggu kedelapan memiliki aktivitas protease sebesar 1,31  $\mu\text{g/ml/menit}$

(Gambar 1a.). Hasil analisis varians terhadap aktivitas protease ikan lele yang memperoleh strategi pemberian pakan berbeda pada masing-masing waktu pengamatan yaitu minggu keempat dan kedelapan menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan ( $P > .05$ ). Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan strategi pemberian pakan yang berupa pemuasaan dan pemberian pakan yang diterapkan pada ikan lele tidak menghasilkan perubahan aktivitas protease, namun aktivitas protease yang teramati pada minggu kedepan sedikit lebih tinggi dari pada minggu keempat.



Gambar 1. Aktivitas protease (a.) dan amilase (b.) ikan lele pada minggu ke 4 dan ke 8 pada berbagai perlakuan

Hasil penelitian ini tidak berbeda dengan yang dijumpai pada ikan patin, *Pangasius sp.*, yang memperoleh perlakuan perbedaan strategi pemberian pakan yang hampir sama juga

menghasilkan aktivitas protease yang tidak berbeda pula (Susilo et al., 2009). Hasil penelitian ini berbeda dengan yang terjadi pada ikan lele *Clarias gariepinus*, yang memperlihatkan peningkatan

aktivitas protease pada ikan yang diberi pakan kembali setelah periode pemuasaan (Uys et al., 1987). Hasil penelitian ini juga berbeda dengan hasil penelitian Eroldogan et al. (2008) pada ikan sea bream, *Sparus aurata*. Pada ikan sea bream pembatasan pakan hingga 50 % selama dua hari dan pemberian pakan lagi selama dua hari menunjukkan aktivitas protease total lebih tinggi dari pada ikan yang tidak memperoleh pembatasan pakan. Pada ikan gurami yang dipuasakan sehari dan diberi pakan sehari juga memiliki aktivitas protease lebih tinggi dari pada ikan yang diberi pakan setiap hari (Yuwono et al., 2008). Perbedaan hasil penelitian ini dengan penelitian sebelumnya diduga karena perbedaan strategi pemberian pakan yang diterapkan dan juga spesies ikan yang diuji.

Hasil pengamatan aktivitas amilase ikan lele yang memperoleh strategi pemberian pakan yang berbeda tertera pada gambar 1b. Pada ikan yang diberi pakan terus menerus (P0) pada minggu keempat memiliki aktivitas amilase sebesar 1,55 mg/ml/menit dan pada minggu kedelapan memiliki aktivitas amilase sebesar 1,89 mg/ml/menit, sedangkan pada ikan yang dipuasakan pada hari senin dan kamis (P1) pada minggu keempat memiliki aktivitas amilase sebesar 2,28 mg/ml/menit dan pada minggu kedelapan memiliki aktivitas amilase sebesar 2,40 mg/ml/menit. Pada ikan yang dipuasakan dua hari dalam seminggu (P2) di minggu keempat memiliki aktivitas amilase sebesar 1,87 mg/ml/menit dan pada minggu kedelapan memiliki aktivitas amilase sebesar 1,35 mg/ml/menit (Gambar 1b.). Hasil analisis varians terhadap aktivitas amilase ikan lele yang memperoleh strategi pemberian pakan berbeda pada masing-masing waktu pengamatan yaitu minggu keempat dan kedelapan menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ( $P < 0.05$ ). Hal ini menunjukkan

bahwa perbedaan strategi pemberian pakan yang berupa pemuasaan dan pemberian pakan yang diterapkan pada ikan lele menghasilkan perubahan aktivitas amilase, dan pada ikan yang dipuasakan hari senin dan kamis (P1) memiliki aktivitas amilase tertinggi dibanding ikan yang diberi pakan setiap hari (P0) atau ikan yang dipuasakan selama dua hari dalam seminggu (P2).

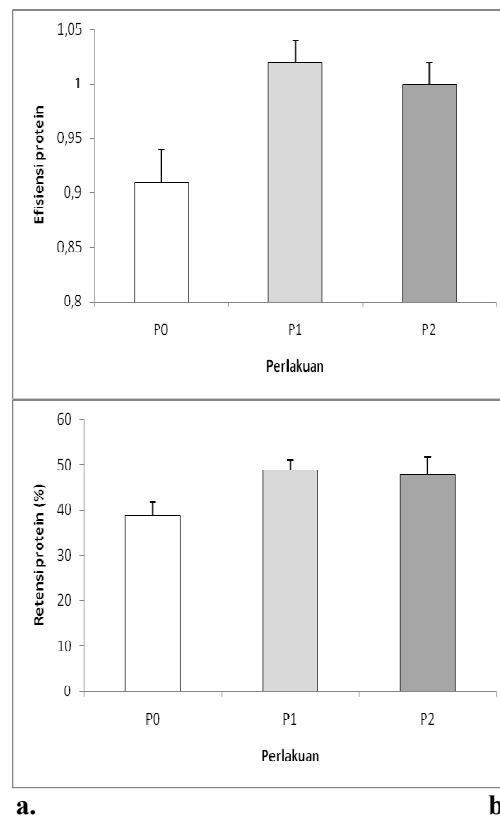
Fenomena perubahan aktivitas amilase pada penelitian ini tidak berbeda dengan yang diamati pada ikan patin (Susilo et al., 2009). Eroldogan et al. (2008) juga melaporkan adanya perubahan aktivitas amilase pada ikan yang mengalami pemberian pakan kembali setelah adanya pembatasan pakan pada ikan *sea bream, Sparus aurata*. Pada ikan *sturgeon, Acipenser naccarii*, dan *tout, Onchorhynchus myskiss*, perubahan amilase juga nampak pada ikan yang dipuasakan (Furne et al., 2008). Adanya peningkatan aktivitas amilase yang dijumpai pada penelitian ini diduga berkaitan dengan peningkatan asupan pakan setelah pemberian pakan kembali. Sebab pada umumnya ikan yang mengalami pemuasaan, akan menjadi hiperfagia ketika menemukan pakan setelah periode pemuasaan. Belanger et al. (2003) juga menyatakan bahwa peningkatan konsumsi pakan setelah ikan dipuasakan akan diikuti oleh peningkatan aktivitas enzim digesti.

Hasil penghitungan efisiensi protein ikan lele yang memperoleh strategi pemberian pakan berbeda tertera pada gambar 2a. Pada ikan yang diberi pakan setiap hari (P0) memiliki efisiensi protein sebesar 0,9, sedangkan pada ikan yang dipuasakan setiap hari senin dan kamis (P1) memiliki efisiensi protein sebesar 1,02 dan pada ikan yang dipuasakan selama dua hari dalam seminggu (P2) memiliki efisiensi protein sebesar 1,00 (Gambar 2.a.). Analisis varians menunjukkan bahwa perbedaan strategi pemberian pakan yang diterapkan pada ikan lele menghasilkan

perbedaan yang signifikan ( $P < .05$ ) pada efisiensi protein. Jadi pemuaan dan pemberian pakan kembali secara signifikan meningkatkan efisiensi protein pada ikan lele. Ada dugaan bahwa pada keterbatasan pakan ikan menggunakan pakan yang diperoleh dengan efisien sehingga tidak menurunkan pertumbuhannya.

Hasil penghitungan retensi protein ikan lele yang memperoleh strategi pemberian pakan berbeda tertera pada gambar 2b. Pada ikan yang diberi pakan setiap hari (P0) memiliki retensi protein

sebesar 38,71 %, sedangkan pada ikan yang dipuaskan setiap hari senin dan kamis (P1) memiliki efisiensi protein sebesar 48,90 % dan pada ikan yang dipuaskan selama dua hari dalam seminggu (P2) memiliki efisiensi protein sebesar 47,78 % (Gambar 2.b.). Analisis varians menunjukkan bahwa perbedaan strategi pemberian pakan yang diterapkan pada ikan lele menghasilkan perbedaan yang signifikan ( $P < .05$ ) pada retensi protein. Jadi pemuaan dan pemberian pakan kembali mampu meningkatkan retensi protein ikan lele.



Gambar 2. Efisiensi protein (a.) dan retensi protein (b.) ikan lele yang dipelihara dengan strategi pemberian pakan berbeda

Pada penelitian ini ikan yang dipuaskan dan diberi pakan kembali memiliki efisiensi pakan lebih tinggi dari pada ikan yang diberi pakan setiap hari. Efisiensi pakan yang tinggi menunjukkan pola siklus pakan yang efektif sehingga mampu memacu respon

pertumbuhan kompensasi (Turano et al., 2007). Fenomena peningkatan efisiensi pakan juga dijumpai pada ikan *sea bream* dengan pembatasan pakan sebanyak 50 % selama dua hari dan diberi pakan penuh selama dua hari berikutnya (Eroldogan et al., 2008), ikan

patin Thai, *Pangasius hypothalmus*, (Amin et al., 2005). Peningkatan efisiensi pakan pada penelitian ini berkaitan dengan adanya pertumbuhan kompensasi pada ikan lele yang dipuaskan, sebab pada penelitian ini berat tubuh akhir ikan lele yang memperoleh daur pemuasaan dan pemberian pakan kembali dan yang diberi pakan setiap hari hampir sama. Pada umumnya ikan yang dipuaskan untuk mencapai berat tubuh yang sama di akhir pemeliharaan maka ikan harus mempercepat pertumbuhannya ketika memperoleh pakan kembali atau mengalami pertumbuhan kompensasi.

### Kesimpulan

Aktivitas amilase dan efisiensi pakan mengalami perubahan, namun tidak untuk aktivitas protease pada ikan lele yang memperoleh induksi daur pemuasaan dan pemberian pakan kembali.

### Daftar Pustaka

- Amin, R., A.K.M., Bapary, M.A.J., Islam, M.S., Shahjahan, M., and M.A.R. Hossain, 2005. The Impacts of Compensatory Growth on Food Intake, Growth Rate and Efficiency of Feed Utilization in Thai Pangas (*Pangasius hypothalmus*). *Pakistan Journal of biological Sciences*. 8 (5) : 766-770.
- Belanger, F., P.U. Blier and J.D. Dutil, 2003. Digestive Capacity and Compensatory Growth in Atlantic Cod (*Gadus morhua*). *Fish Physiology and Biochemistry*. 26 : 121-128.
- Chan, C-R., D-N. Lee, Y-H. Cheng, D.J-Y. Hsieh and C-F. Weng, 2008. Feed Deprivation and Re-feeding on Alterations of Proteases in Tilapia, *Oreochromis mossambicus*. *Zoological Studies*, 47 (2) : 207 – 214.
- Cho, S. H., S. M.Lee; B. H. Park, , S. C. Ji, J. Lee,; J. Bae, and S. Y. Oh, 2006. Compensatory growth of Juvenile Olive Flounder, *Paralichthys olivaceus*, L., and Changes in Proximate Composition and Body Condition Indices during Fasting and after Refeeding in Summer Season. *Journal of the World Aquaculture Society*. 37, 2:168-174.
- Eroldoğan, O.T., C. Suzer, O. Taşbozan, and S. Tabakoğlu, 2008. The Effects of Rate-Restricted Feeding Regimes in Cycles on Digestive Enzymes of Gilthead Sea-bream, *Sparus aurata*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 8 : 49 – 54.
- Furne, M., G.M. Gallego, M.C. Hidalgo, A.E. Morales , A. Domezain, J. Domezaine and A. Sanz, 2008. Effect of Starvation and Refeeding on Digestive Enzyme Activities in Sturgeon (*Acipenser naccari*) and Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Comparative Biochemistry and Physiology*. Part A. 149(4) : 420-425.
- Haiqing, S. and H. Xiqin, 1994. Effect of Dietary Animal and Plant Protein Ratios and Energy Levels on Growth and Body Composition of Bream, *Megalobrama skolkovii* Dybowski, Fingerlings. *Aquaculture* 127 : 189 -196.
- Hidalgo, M.C., E. Urea, and A. Sanz, 1999. Comparative Study of Digestive Enzymes in Fish with Different Nutritional Habits. Proteolytic and Amylase Activities. *Aquaculture*. 170 : 267 – 283.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie, 1981. Principles and Procedures of Statistic a Biometrical Approach 2 nd. Mc Graw Hill Book Company, Singapore.
- Susilo, U., E. Yuwono dan F.N. Rachmawati, 2009. Status Fisiologi pada Pertumbuhan Kompensatori yang Diinduksi Dengan Pemuasaan Secara Periodik Untuk Optimasi

- Produksi Ikan Patin (*Pangasius hypothalmus*). Laporan Penelitian. Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.
- Turano, M.J., R.J. Borski, and H.V. Daniels, 2007. Compensatory Growth of Pond Reared Hybrid Striped Bass, *Morone chrysops* x *Morone saxatilis*, Fingerling. *Journal of the World Aquaculture Society*, 38 (2): 250-261.
- Uys, W., T. Hecht and M. Walter, 1987. Changes in Digestive Enzyme Activities of *Clarias gariepinus* (Pisces : Claridae) After Feeding. *Aquaculture*. 63(1-4): 243-250.
- Watanabe, W.O., S.C. Ellis and J. Chaves, 2001. Effects of Dietary Lipid and Energy to Protein Ration on Growth and Feed Utilization of Juvenile Mutton Snapper, *Lutjanus analis* fed Isonitrogenous Diets at Two Temperatures. *Journal of The Aquaculture Society*. 32 (1) : 30-40.
- Yuwono, E., P. Sukardi dan U. Susilo, 2008. Kondisi Fisiologis pada Pertumbuhan Kompensatori yang Diinduksi dengan pembatasan Pakan Sebagai Upaya Optimalisasi Produksi Ikan Gurami. Laporan Penelitian. Fakultas Biologi Unsoed, Purwokerto.