



**PENGARUH PERIODE PEMUASAAN TERHADAP EFISIENSI PEMANFAATAN PAKAN,  
PERTUMBUHAN DAN KELULUSHIDUPAN IKAN BAWAL AIR TAWAR**

*(Colossoma macropomum)*

*The Effect Of Starvation period On Feed Utilization Efficiency, Growth And Survival Rate Of Red Belly Fish  
(Colossoma macropomum)*

**Mulat Subekti, Johannes Hutabarat\*, Sri Hastuti**

Departemen Akuakultur,  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,  
Universitas Diponegoro Jl. Prof. Soedarto Tembalang, Semarang, Jawa Tengah-50275

**ABSTRAK**

Pada usaha budidaya ikan masalah yang sering muncul yakni pemberian pakan belum optimal, sehingga pakan yang dikonsumsi ikan kurang dimanfaatkan secara efektif dan efisien untuk pertumbuhan. Upaya yang banyak dilakukan saat ini dalam budidaya ikan adalah pengaturan teknik pemberian pakan agar pakan yang diberikan dimanfaatkan secara optimal untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup. Salah satu strategi pemberian pakan yang dapat dilakukan adalah dengan pemuasaan. Perlakuan pemuasaan yang dipelihara pada periode yang cukup atau satiation level, diharapkan terjadi pertumbuhan yang cepat setelah periode pemuasaan. Tujuan penelitian ini yaitu untuk menjelaskan pengaruh periode pemuasaan terhadap efisiensi pemanfaatan pakan, pertumbuhan dan kelulushidupan pada ikan bawal air tawar (*C. macropomum*). Ikan uji yang digunakan ikan bawal air tawar dengan bobot individu rata-rata  $3,47 \pm 0,32$  g/ekor. Pemberian pakan yaitu pada pukul 08.00, 12.00 dan 16.00 secara at satiation. Ikan uji dipelihara dengan padat tebar 1 ekor/l menggunakan wadah aquarium dengan lama pemeliharaan 30 hari. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 kali ulangan. Perlakuan dalam penelitian ini adalah pemuasaan pakan. Perlakuan tersebut adalah perlakuan A (tanpa dipuasakan), perlakuan B (dipuasakan 1 hari diberi pakan 1 hari), perlakuan C (dipuasakan 1 hari diberi pakan 2 hari) dan perlakuan D (dipuasakan 1 hari diberi pakan 3 hari). Data yang diamati meliputi tingkat konsumsi pakan (TKP), efisiensi pemanfaatan pakan (EPP), rasio efisiensi protein (PER), laju pertumbuhan relatif (RGR), pertumbuhan panjang mutlak, kelulushidupan (SR) dan kualitas air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemuasaan memberikan pengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap TKP, EPP, PER, RGR dan pertumbuhan panjang mutlak dan tidak berpengaruh nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap survival rate. Perlakuan A menghasilkan nilai TKP  $135,23 \pm 0,87$ , Perlakuan B menghasilkan EPP sebesar  $92,89 \pm 1,23\%$ , PER sebesar  $2,49 \pm 0,03\%$  dan perlakuan D menghasilkan nilai RGR sebesar  $7,21 \pm 0,10\%/hari$ , dan pertumbuhan panjang mutlak sebesar  $2,79 \pm 0,08$  cm. Kualitas air pada media pemeliharaan masih pada kisaran yang layak untuk pemeliharaan ikan uji. Kesimpulan yang diperoleh yaitu nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan A untuk TKP, Perlakuan B untuk variabel EPP dan PER, perlakuan D untuk variabel RGR dan panjang mutlak.

**Kata kunci:** Pemuasaan; Pemanfaatan Pakan; Pertumbuhan; *Colossoma*

**ABSTRACT**

During cultured period, problems emerge was unoptimal feeding states, until that the consumed feed it less be utilized by the fish effectively and efficiently for growth. The efforts are much done today in the fish culturing was repair technique of feeding so that the feed given can be utilized optimally for growth and survival. Techniques improper feeding will increase was the production cost of the fish. One of the solution for this problem was by starvation on feed. Starvation treatment are maintained on a sufficient period or satiation level, so expect a rapid growth after a period of starvation. The aim of this study was to determine the effect of fasting on the efficiency of feed utilization, growth and survival rate of Red Belly Fish (*C. macropomum*). The trial fish was Nile tilapia with the average body weight was  $3,47 \pm 0,32$  g/fish. The feeding frequency was twice a day, that was on 08.00 am and 16.00 Pm, by applying at satiation method. The fish was cultured in an aquarium with stocking density of 1 fish/l for 30 days. This research was used an experimental method of completely randomize design for 4 treatments and 3 replicates. The treatments used starvation fed. The treatments were fish feeded (A), starving intermitten feeding (B), fish subjected one day starvation and two days refeeding (C), fish subjected one day starvation and three days refeeding (D). The measured data included the feed consumption rate, feed efficiency (FE), protein efficiency ratio (PER), relative growth rate (RGR), survival rate (SR), and water quality. Data showed that the effects of starving feed resulted on significantly effect ( $P < 0,05$ ) on the feed consumption rate, FE, PER, RGR and absolute length growth. but didn't for the SR. Treatment A produced the value for feed consumption rate was  $135,23 \pm 0,87$ g, treatment B produced the value for FE was  $92,89 \pm 1,23\%$ , and PER was  $2,49 \pm 0,03\%/day$ , treatment D produced the value for RGR was

\*Corresponding author (email: [jhutabarat@undip.ac.id](mailto:jhutabarat@undip.ac.id))



7,21±0,10%/day and absolute length growth was 2,79±0,08 cm. Water quality parameters during the rearing period were suitable for the trial fish. It concluded that treatment A resulted wa highest value for feed consumption rate, treatment B resulted the highest value for variables FE and PER, , treatment D resulted the highest value for variables RGR and absolute length growth, except for survival rate.

**Keywords:** Starvation, Feed Utilization, Growth, *Collossoma*

## PENDAHULUAN

Ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) merupakan salah satu komoditas perikanan yang bernilai ekonomis cukup tinggi. Berdasarkan manajemen pemberian pakan telah banyak penelitian yang dilakukan untuk mengetahui manajemen pemberian pakan yang efektif untuk mengoptimalkan pertumbuhan ikan bawal air tawar dengan biaya yang rendah. Untuk mencapai pertumbuhan yang optimal adalah dengan cara pemberian pakan yang efektif, salah satunya adalah dengan cara pemuasaan pakan.

Pemuasaan (starving) yang dilakukan pada periode yang cukup atau satiation level, maka akan terjadi pertumbuhan yang cepat setelah periode starving. Hal tersebut dapat terjadi karena pemuasaan menyebabkan penurunan aktivitas protease, namun pemberian pakan kembali memicu peningkatan aktivitas protease tersebut. (Mulyani et al., 2014).

Pemuasaan merupakan salah satu strategi untuk mengatasi masalah dengan cara pemberian pakan seminimal mungkin akan tetapi pertumbuhan ikan tidak terhambat (Walter *et al.*, 2013). Pemuasaan secara periodik telah terbukti mampu meningkatkan kecepatan pertumbuhan ikan. ikan yang dipuasakan akan mengalami pertumbuhan kompensatori (*compensatory growth*) yaitu dimana ikan dapat mengalami pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan dengan pemberian pakan normal yang terjadi setelah ikan melewati periode pembatasan pemberian pakan lalu diberi pakan kembali sesuai dengan kebutuhannya (Widyantoro *et al.*, 2014). Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan pengaruh periode pemuasaan terhadap efisiensi pemanfaatan pakan, pertumbuhan dan kelulushidupan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*). Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 2 November 2016 – 13 Januari 2017 di Balai Benih Ikan Siwarak, Ungaran, Jawa Tengah.

## MATERI DAN METODE PENELITIAN

Ikan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) yang berukuran 4-6 cm dengan padat tebar 1 ekor/l. Bobot individu rata-rata ikan yaitu 3,47±0,32 g/ekor. Ikan uji berasal dari SATKER Balai Benih Ikan Ngrajek, Magelang, Jawa Tengah. Ikan uji diaklimatisasi terlebih dahulu di media baru agar ikan uji tidak stres. Setelah melakukan aklimatisasi penebaran, ikan dipelihara di bak pemeliharaan selama 7 hari agar ikan dapat beradaptasi dengan perlakuan dan lingkungan barunya. Ikan bawal air tawar diberi pakan berupa pelet komersil memiliki diameter 1,7 mm dengan kandungan protein 37,4%, lemak 6,08%, SK 15,77%, abu 9,39% dan BETN 31,42%, ikan diberi pakan secara ad satiation pada pukul 08.00, 12.00, dan 16.00 WIB. Wadah yang digunakan adalah wadah sistem resirkulasi dengan menggunakan akuarium dengan volume 20 liter. Bak tandon menggunakan akuarium volume 20 liter. Air dari bak tandon menuju bak pemeliharaan menggunakan pompa kekuatan 2000 L/jam kemudian dari bak pemeliharaan dialirkan menuju bak filter melalui talang sedangkan untuk mengatur debit air yang keluar diatur menggunakan botol aqua yang telah dimodifikasi. Sebelum digunakan penelitian, sistem resirkulasi dijalankan guna menumbuhkan bakteri nitrifikasi dengan cara memelihara ikan didalam wadah pemeliharaan selama 30 hari. Menurut Iriyandi (2008) sebelum dipakai untuk penelitian sistem dijalankan selama 21 hari untuk menstabilkan debit air. Stabilisasi sistem juga berfungsi untuk menumbuhkan bakteri nitrifikasi pada filter biologi yang dilakukan dengan memasukkan pelet ikan sebagai sumber nitrogen (penghasil amonia) untuk menstimulasi tumbuhnya bakteri. Desain resirkulasi wadah pemeliharaan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 7. Design Sistem Resirkulasi dengan Filter Zeolite Dan Dacron Silikon

Keterangan :

- |                              |                 |                  |
|------------------------------|-----------------|------------------|
| 1. Inlet wadah pemeliharaan  | 4. Tandon       | 7. Outlet filter |
| 2. Wadah Pemeliharaan        | 5. Inlet filter |                  |
| 3. Outlet Wadah Pemeliharaan | 6. Filter fisik |                  |

Debit air pada penelitian ini adalah 1L/menit. Penelitian ikan silver dollar pada sistem resirkulasi dengan debit air 1 L/menit menghasilkan sintasan tertinggi yaitu 88.00 % (Putra *et al.*, 2011).

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 kali ulangan. Perlakuan dalam penelitian ini mengacu pada penelitian Mulyani *et al.* (2014) yaitu perlakuan pemuasaan dengan interval pemberian pakan yang berbeda yaitu:

- Perlakuan A : ikan diberi pakan setiap hari tanpa adanya pemuasaan selama 30 hari pemeliharaan.  
Perlakuan B : ikan dipuasakan 1 hari diikuti pemberian pakan 1 hari selama 30 hari pemeliharaan  
Perlakuan C : ikan dipuasakan 1 hari diikuti pemberian pakan 2 hari selama 30 hari pemeliharaan.  
Perlakuan D : ikan dipuasakan 1 hari diikuti pemberian pakan 3 hari selama 30 hari pemeliharaan

### .Pengumpulan data

Variabel yang diukur meliputi nilai total konsumsi pakan (TKP), efisiensi pemanfaatan pakan (EPP), protein efisiensi ratio (PER), laju pertumbuhan relatif (RGR), Pertumbuhan panjang mutlak dan kelulushidupan (SR). Data kualitas air yang diukur meliputi DO, pH, suhu, amonia.

#### 1. Total Konsumsi Pakan

Total konsumsi pakan dihitung dengan menggunakan rumus Pereira *et al.*, (2007) sebagai berikut:

$$TKP = F1 - F2$$

dimana:

TKP = Total konsumsi pakan

F1 = Jumlah pakan awal (g)

F2 = Jumlah pakan sisa (g)

#### 2. Efisiensi Pemanfaatan Pakan

Nilai efisiensi pemanfaatan pakan (EPP) dapat ditentukan dengan rumus Tacon (1987) sebagai berikut:

$$EPP = \frac{W_t - W_o}{F} \times 100\%$$

dimana:

EPP = Efisiensi pemanfaatan pakan (%)

$W_t$  = Bobot total ikan pada akhir penelitian (g)

$W_o$  = Bobot total ikan pada awal penelitian (g)

F = Jumlah pakan yang dikonsumsi selama penelitian (g)

#### 3. Protein Efisiensi Ratio

Nilai protein efisiensi ratio (PER) dapat ditentukan dengan menggunakan rumus Bake *et al.* (2014): sebagai berikut:

$$PER = \frac{W_t - W_o}{P_i} \times 100\%$$



dimana:

PER = Protein efisiensi rasio

$W_t$  = Bobot total ikan pada akhir penelitian (g)

$W_o$  = Bobot total ikan pada awal penelitian (g)

$P_i$  = Jumlah pakan yang dikonsumsi x % protein pakan

#### 4. Laju Pertumbuhan Relatif

Menurut Takeuchi (1988) laju pertumbuhan relatif atau relative growth rate (RGR) ikan dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$RGR = \frac{W_t - W_o}{W_o \times t} \times 100\%$$

dimana:

RGR = Laju pertumbuhan relatif (% per hari)

$W_t$  = Bobot total ikan pada akhir pemeliharaan (g)

$W_o$  = Bobot total ikan pada awal pemeliharaan (g)

$t$  = Waktu pemeliharaan (hari)

#### 5. Pertumbuhan Panjang Mutlak

Menurut Effendie (1997) Panjang mutlak dihitung dengan rumus Effendie (1997) sebagai berikut :

$$PM = L_t - L_o$$

Keterangan :

PM = Pertumbuhan panjang mutlak

$L_t$  = panjang total tubuh pada akhir pemeliharaan.(cm)

$L_o$  = Panjang total tubuh pada awal pemeliharaan (cm)

#### 6. Kelulushidupan

Kelulushidupan atau survival rate (SR) dihitung untuk mengetahui tingkat kematian ikan uji selama penelitian, kelulushidupan dapat dihitung berdasarkan rumus Subandiyono dan Hastuti (2014):

$$SR = \frac{\sum t_1}{\sum t_0} \times 100\%$$

dimana:

SR = Tingkat kelulushidupan ikan (%)

$\sum t_1$  = Jumlah ikan pada akhir penelitian (ekor)

$\sum t_0$  = Jumlah ikan pada awal penelitian (ekor)

#### 7. Parameter Kualitas air

Parameter data kualitas air yang diukur meliputi DO, pH, suhu, amonia. DO diukur dengan menggunakan DO meter, pH diukur dengan pH paper, suhu diukur dengan WQC dan untuk pengukuran amonia, sampel air diukur di laboratorium teknik lingkungan, UNDIP.

#### Analisis Data

Analisa data yang dilakukan meliputi nilai tingkat konsumsi pakan (TKP), efisiensi pemanfaatan pakan (EPP), protein efisiensi ratio (PER), laju pertumbuhan relatif (RGR), pertumbuhan panjang mutlak, kelulushidupan (SR), dan kualitas air. Variabel yang didapatkan kemudian dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) selang kepercayaan 95%, sebelum dilakukan uji ANOVA, data yang berbentuk persentase yang berkisaran antara 0-30% atau 70-100% perlu ditransformasikan ke bentuk transformasi arcsin (Steel dan Torrie., 1989). Setelah itu dilakukan uji normalitas, uji homogenitas, dan uji addivitas guna mengetahui bahwa data bersifat normal, homogen dan aditif untuk dilakukan uji lebih lanjut yaitu analisa ragam. Data kualitas air dianalisis secara deskriptif.

#### HASIL

Hasil penelitian periode pengaruh pemuasaan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) terhadap nilai tingkat konsumsi pakan (TKP), efisiensi pemanfaatan pakan (EPP), protein efisiensi ratio (PER), laju pertumbuhan relatif (RGR), pertumbuhan panjang mutlak dan kelulushidupan (SR) tersaji pada Tabel 2.

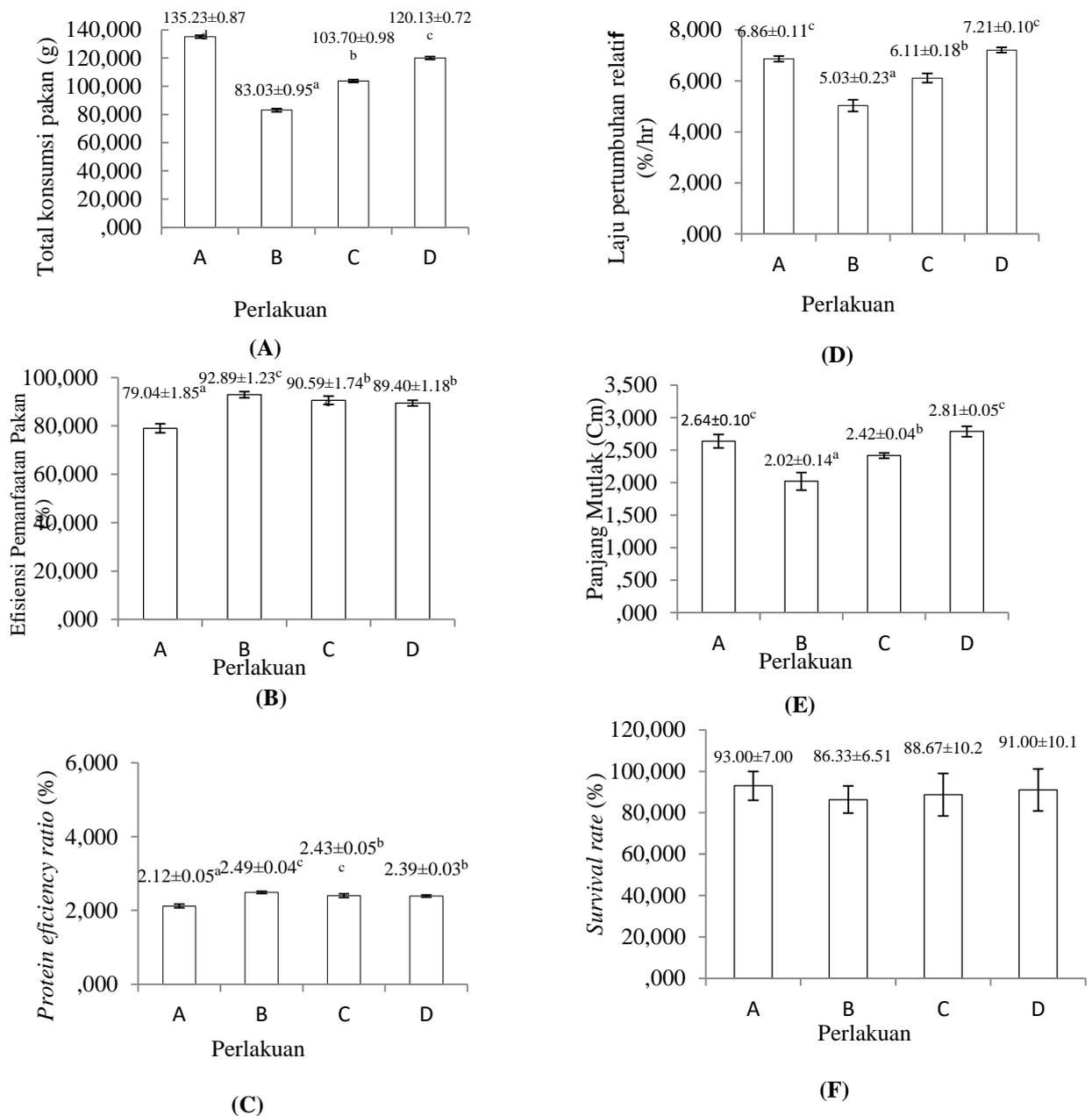


Tabel 2. Nilai TKP, EPP, PER, RGR, Pertumbuhan Panjang Mutlak dan SR pada Ikan Bawal air tawar (*C. macropomum*)

Perlakuan	TKP (g)	EPP (%)	PER (%)	RGR (%/hari)	SR (%)
A	135,23±0,87 <sup>d</sup>	61,20 ±3,42	2,50±0,09	4,81±0,37	95,56±3,85
B	83,03±0,95 <sup>a</sup>	73,52 ±6,24	3,02±0,35	5,50±0,47	94,44±5,09
C	103,70±0,98 <sup>b</sup>	86,96 ±3,16	3,58±0,20	6,88±0,31	95,56±5,09
D	120,13±0,72 <sup>c</sup>	84,15 ±7,80	3,33±0,32	7,14±1,10	93,33±5,77

Keterangan : Nilai dengan *superscript* yang berbeda pada kolom menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ )

Berdasarkan data nilai TKP, EPP, PER, RGR, Panjang mutlak dan SR pada ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) selama pemeliharaan dibuat grafik pada Gambar 1.





Gambar 1. Nilai Tingkat Konsumsi Pakan (A), Efisiensi Pemanfaatan Pakan (B), Protein Efisiensi Ratio (C), Laju Pertumbuhan Relatif (C), Pertumbuhan Panjang Mutlak (D) dan Kelulushidupan (E) pada Ikan Bawal Air Tawar (*C.macropomum*) selama Pemeliharaan.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemuasaan pada ikan bawal air tawar (*C.macropomum*) memberikan pengaruh yang nyata ( $P<0,05$ ) terhadap nilai total konsumsi pakan, EPP, PER, RGR dan pertumbuhan panjang mutlak namun tidak berpengaruh nyata ( $P>0,05$ ) terhadap nilai SR.

Hasil pengukuran parameter kualitas air pada media ikan ikan bawal air tawar (*C.macropomum*) selama pemeliharaan tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air pada Media Ikan Bawal Air Tawar (*C. macropomum*)

Parameter	Kisaran Nilai parameter Kualitas Air				Kelayakan Pustaka
	Perlakuan A	Perlakuan B	Perlakuan C	Perlakuan D	
pH	6-7.5	6-7.5	7-7.5	7-7.5	6-8 <sup>a</sup>
DO (mg/l)	4.73-6,82	4.09-6.73	4.51-6.74	4.22-6.74	> 3 mg/l <sup>a</sup>
Suhu (0C)	27.5-30.5	27.7-30.5	27.6-31	27.6-30.5	26-32 <sup>a</sup>
NH3 (mg/l)	0.013-0.65	0.020-0.48	0.015-0.40	0.016-0.39	< 1 <sup>b</sup>

Keterangan: a):SNI (2009),b):Samsundari (2013)

## PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, pemuasaan secara periodik telah terbukti mampu meningkatkan kecepatan pertumbuhan ikan. Periode pemuasaan berpengaruh pada performa pemanfaatan pakan namun tidak berpengaruh nyata terhadap kelulushidupan ikan bawal air tawar.

### 1. Pemanfaatan Pakan

Berdasarkan analisis ragam data total konsumsi pakan (TKP) pada ikan bawal air tawar (*C.macropomum*) menunjukkan bahwa ikan yang dipelihara dengan metode pemuasaan berpengaruh nyata ( $P<0,05$ ) terhadap TKP ikan bawal air tawar (*C.macropomum*). Hasil nilai TKP tertinggi pada perlakuan A (ikan tanpa dipuasakan) sebesar  $135,23\pm 0,87$ , diikuti perlakuan D (1 hari dipuasakan 3 hari diberi pakan) sebesar  $120,13\pm 0,72$ , perlakuan C (1 hari dipuasakan 2 hari diberi pakan) sebesar  $103,70\pm 0,98$ , dan hasil terendah pada perlakuan B (1 hari dipuasakan 1 hari diberi pakan) sebesar  $83,03\pm 0,95$ . Berdasarkan hasil tersebut nilai total konsumsi pakan tertinggi pada perlakuan A (tanpa dipuasakan), namun konsumsi pakan harian ikan yang dipuasakan meningkat dibandingkan dengan ikan yang tidak dipuasakan dapat dilihat dari jumlah konsumsi harian ikan yang ditimbang yang dikonsumsi setiap pemberian pakan. Hal tersebut di duga karena ikan yang dipuasakan nafsu makannya meningkat setelah diberi makan kembali (hiperfagia) selama 2-3 hari. Hal ini diperkuat oleh Radona *et al.*, (2016) bahwa peningkatan konsumsi pakan setelah ikan tersebut dipuasakan mengakibatkan ikan mengalami *hyperfagia* yakni suatu kondisi ikan mengalami peningkatan nafsu makan selama beberapa waktu 2-3 hari setelah ikan dipuasakan pada periode tertentu dan nafsu makan ini akan kembali ke nafsu makan yang normal. Respon *hyperphagia* yang ditunjukkan oleh ikan pada saat pemberian pakan kembali, hal tersebut memungkinkan ada kaitannya dengan aktivitas enzim proteolitik yang berada pada saluran pencernaan terutama lambung, pada saat ikan dipuasakan enzim proteolitik bersifat enaktivasi dan lambung pada kondisi ketiadaan pakan (kosong) sehingga untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ikan yang dipuasakan akan mengkonsumsi pakan lebih banyak dari kondisi normal (tidak dipuasakan). Menurut Hanum *et al.* (2013) bahwa pada kondisi puasa/tidak diberi pakan akan menjadikan ketiadaan senyawa penginduksi sekresi dan aktivitas enzim dan pada saat ikan diberi pakan kembali, pada yang ada pada saluran digesti akan bertindak sebagai penginduksi aktivitas enzim. Selain jumlah pakan, kualitas air memungkinkan dapat menjadi faktor pendamping yang menyebabkan tingginya total konsumsi pakan, karena ikan uji dipelihara pada media yang menggunakan sistem resirkulasi sehingga kualitas air dalam penelitian ini dalam kondisi terkontrol sehingga dapat meningkatkan nafsu makan ikan yang dipelihara sedangkan kualitas air yang buruk dapat menurunkan nafsu makan ikan. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Kelabora dan Sabariah (2010) bahwa kualitas air menjadikan ikan hidup dengan baik dan tumbuh dengan cepat. Bila kualitas airnya kurang baik dapat menyebabkan ikan lemah, nafsu makan menurun dan mudah terserang penyakit.

Efisiensi pemanfaatan pakan ikan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) selama penelitian hasil tertinggi yaitu pada perlakuan B sebesar  $92,89\pm 1,23\%$  yang tidak berbeda nyata ( $P>0,05$ ) dengan perlakuan C sebesar  $90,59\pm 1,74\%$ , perlakuan C tidak berbeda nyata ( $P>0,05$ ) dengan perlakuan D dengan nilai sebesar  $89,40\pm 1,18\%$ , sedangkan yang terendah pada perlakuan A dengan nilai efisiensi pemanfaatan pakan sebesar  $79,05\pm 1,85\%$ . Nilai EPP pada setiap perlakuan dalam penelitian ini dinyatakan cukup baik karena memiliki nilai diatas



50 %. Hal ini sesuai dengan pernyataan Craig dan Helfrich (2002) bahwa pakan dapat dikatakan baik bila nilai efisiensi pakan lebih dari 50% atau bahkan mendekati 100%.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemeliharaan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) dengan metode pemuasaan memberikan pengaruh yang nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap efisiensi pemanfaatan pakan, hal ini memungkinkan pH yang ada dalam lambung ikan saat puasa pada kondisi netral dan enzim protease mengalami enaktivasi, namun pemberian pakan kembali pH dalam lambung akan menjadi asam, dan ditandai dengan meningkatnya aktivitas enzim protease. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Yufera *et al.*, (2012) hasil penelitian menunjukkan bahwa pH ikan yang berpuasa dalam kondisi netral, menjadi pengasaman pada saat dirangsang oleh konsumsi pakan. Menurut Handajani dan Wahyu (2010) bahwa makanan yang dimakan mengalami pengasaman hingga makanan berbentuk bubur (*Chyme*), aktivitas proteolitik dari cairan digesti akan mencapai maksimal pada pH yang lebih rendah dari 4. Cairan gastrik cukup mengandung HCl dan pepsinogen (enzim tidak aktif) apabila keduanya bereaksi akan berubah menjadi pepsin. Aktivitas optimal pepsin dijumpai pada pH sekitar 2. aktivitas protease mengalami penurunan saat dipuasakan dan mengalami pemulihan ketika diberi pakan kembali. Hal ini sesuai dengan penelitian Hanum *et al.* (2013) penurunan yang signifikan aktivitas protease pada saat ikan dipuasakan dan aktivitas protease mengalami peningkatan yang signifikan ketika berada pada fase pemberian pakan kembali.

Nilai EPP yang tinggi menunjukkan bahwa penggunaan pakan lebih efisien pada ikan yang dipuasakan satu hari dan diikuti 1 hari pemberian pakan. Efisiensi pakan yang tinggi menunjukkan penggunaan dan pemanfaatan pakan yang lebih efisien, sehingga hanya sedikit protein yang dirombak untuk memenuhi kebutuhan energi dan selebihnya digunakan untuk pertumbuhan. Hasil pada penelitian ini tidak berbeda dengan penelitian Mulyani *et al.* (2014) bahwa ikan yang dipuasakan secara periodik memiliki nilai efisiensi pakan yang lebih tinggi dibandingkan ikan yang tidak dipuasakan. Efisiensi pakan tertinggi ditunjukkan pada perlakuan B (satu hari dipuasakan dan satu hari diberi makan). Pemuasaan menyebabkan penurunan aktivitas protease, namun pemberian pakan kembali memicu peningkatan aktivitas protease tersebut.

Protein efisiensi rasio ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) dari yang tertinggi yaitu perlakuan B sebesar  $2,49 \pm 0,04$  % yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan C sebesar  $2,43 \pm 0,05$ %, perlakuan C tidak berbeda nyata dengan perlakuan D yaitu sebesar  $2,39 \pm 0,0$  dan yang terendah yaitu perlakuan A sebesar  $2,12 \pm 0,05$ %. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemeliharaan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) dengan metode pemuasaan berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap protein efficiency ratio. Nilai protein efficiency ratio yang tinggi pada perlakuan B (1 hari dipuasakan 1 hari diberi pakan) sedangkan yang terendah pada perlakuan A (tanpa dipuasakan) lebih tingginya nilai PER memungkinkan bahwa periode pemuasaan menyebabkan penurunan aktivitas enzim protease pada saluran pencernaan ikan, namun pemberian pakan kembali memicu peningkatan aktivitas protease tersebut. Hal tersebut diperkuat oleh Rosadi *et al.* (2013) dalam Mulyani *et al.* (2014) bahwa peningkatan aktivitas enzim tersebut memungkinkan berkaitan dengan meningkatnya upaya ikan untuk mendigesti kandungan nutrisi terutama protein dalam rangka memaksimalkan penggunaan protein pakan untuk pertumbuhan. Sedangkan rendahnya protein efficiency ratio pada perlakuan A memungkinkan memiliki aktivitas enzim protease lebih rendah dari perlakuan B sehingga nilai protein efficiency ratio perlakuan A lebih rendah dari perlakuan B. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Hanum *et al.* (2013) perbedaan ketersediaan pakan pada perbedaan perlakuan yang diterapkan memiliki efek pada respon fisiologi ikan yang dicerminkan oleh perubahan aktivitas protease. Umumnya enzim disekresi kaitannya dengan keberadaan pakan pada saluran digestinya, pada kondisi puasa atau tidak diberi pakan maka akan menjadikan ketiadaan senyawa penginduksi sekresi dan aktivitas enzim. Hal tersebut yang menyebabkan pada ikan yang dipuasakan selama dua minggu aktivitas protease mengalami penurunan yang signifikan. Pada kondisi pemberian pakan kembali, maka pakan yang berada pada saluran digesti akan bertindak sebagai penginduksi aktivitas enzim, sehingga aktivitas protease akan meningkat pada fase ini, terutama terlihat pada minggu kedua.

## **2. Pertumbuhan**

Pertumbuhan merupakan perubahan ukuran panjang atau bobot tubuh ikan dalam kurun waktu tertentu. Laju pertumbuhan ikan sangat bervariasi karena sangat bergantung pada berbagai faktor, baik secara internal maupun eksternal. Pertumbuhan pada ikan bawal air tawar sangat dipengaruhi oleh kualitas dan kuantitas pakan. Efisiensi pemanfaatan nutrisi dalam pakan merupakan faktor penting dalam meningkatkan pertumbuhan.

Hasil laju pertumbuhan relatif tertinggi terdapat pada perlakuan D yaitu ikan dipuasakan 1 hari diikuti pemberian pakan 3 hari sebesar  $7,21 \pm 0,10$  %/hari. Perlakuan A yang tidak berbeda nyata dengan D yaitu ikan tanpa diberi perlakuan pemuasaan sebesar  $6,86 \pm 0,11$ %/hari, selanjutnya perlakuan C yaitu ikan uji dipuasakan 1 hari diikuti pemberian pakan 2 hari sebesar  $6,11 \pm 0,18$ %/hari dan hasil terendah pada perlakuan B yaitu ikan uji dipuasakan 1 hari diikuti pemberian pakan 1 hari yaitu sebesar  $5,04 \pm 0,23$ %/hari. Hasil pertumbuhan panjang mutlak tertinggi terdapat pada perlakuan D yaitu ikan dipuasakan 1 hari diikuti pemberian pakan 3 hari sebesar  $2,79 \pm 0,08$  cm. Perlakuan A yang tidak berbeda nyata dengan D yaitu ikan tanpadiberi perlakuan pemuasaan



sebesar  $2.64 \pm 0.10$  cm, selanjutnya diikuti perlakuan C yaitu ikan uji dipuasakan 1 hari diikuti pemberian pakan 2 hari sebesar  $2.42 \pm 0.04$  cm dan hasil terendah pada perlakuan B yaitu ikan uji dipuasakan 1 hari diikuti pemberian pakan 1 hari sebesar  $2.64 \pm 0.10$  cm. Berdasarkan hasil tersebut bahwa perlakuan D (ikan yang dipuasakan 1 hari dan diberi pakan 3 hari) menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan terhadap perlakuan B. Lebih tingginya laju pertumbuhan relatif dan pertumbuhan panjang mutlak pada perlakuan D dibanding perlakuan B disebabkan ikan uji pada perlakuan D lebih banyak mengkonsumsi pakan, dimana pakan merupakan sumber nutrisi untuk pertumbuhan. Hal tersebut didukung oleh Febrianti *et al.* (2016) bahwa perlakuan A (pemberian pakan dengan pakan komersil) memberikan hasil laju pertumbuhan relatif pada ikan uji yang lebih tinggi hal tersebut karena adanya ketersediaan energi yang berasal dari pakan untuk pertumbuhan.

Prinsip pemuasaan (*starving*) adalah ikan yang dipelihara pada periode yang cukup atau *satiation level*, akan terjadi pertumbuhan yang cepat setelah periode *starving*. Menurut Ekasanti (2007) lebih tingginya pertumbuhan pada ikan yang dipuasakan diduga berkaitan dengan respon *hyperphagia* selama periode pemberian pakan kembali. *Hyperphagia* yaitu periode di mana nafsu makan ikan meningkat, selama dua sampai tiga hari. Berdasarkan uji Duncan menunjukkan perlakuan D (ikan dipuasakan 1 hari diikuti pemberian pakan 3) tidak ada perbedaan yang signifikan dengan perlakuan A (tanpa pemuasaan), namun perlakuan D cenderung lebih tinggi dari perlakuan A. Hal tersebut memungkinkan ikan yang dipuasakan telah beradaptasi terhadap perlakuan sehingga laju metabolisme ikan yang dipuasakan akan menurun dan penggunaan energi menjadi lebih efisien. Menurut Mulyani *et al.* (2014) berpendapat bahwa relatif kecilnya perbedaan pertumbuhan antara ikan yang dipuasakan dengan ikan yang tidak dipuasakan memungkinkan karena pemuasaan secara periodik mempengaruhi pemanfaatan energi selama ikan tidak memperoleh asupan pakan. Ikan-ikan yang dipuasakan akan beradaptasi pada kondisi "lapar", dan dimanifestasikan dengan menurunnya aktifitas dan rendahnya tingkat metabolisme basal hingga ikan memperoleh pakan kembali (Blyth., 1989 dalam Rosniar., 2013). Menurut Radona *et al.* (2016) pemuasaan pada ikan akan berpengaruh terhadap laju metabolismenya. Laju metabolisme pada ikan yang dipuasakan menurun yang mengakibatkan penggunaan energi pada ikan menjadi lebih efisien. Energi yang berasal dari protein pakan akan dimanfaatkan untuk pertumbuhan, aktivitas gerak, reproduksi, fungsi fisiologi, dan mengganti sel-sel tubuh yang rusak (Khotimah, 2009 dalam Radona *et al.*, 2013).

Peningkatan laju metabolisme tersebut memungkinkan berkaitan dengan peningkatan hormon tiroksin. Hal tersebut diperkuat oleh Pahlawan *et al.* (2005) dalam Alwi *et al.* (2014) bahwa hormon tiroksin di dalam tubuh berperan penting dalam proses metabolisme, perkembangan, dan pertumbuhan jaringan. Menurut Djojosebagio. (1990) dalam Mulyani *et al.* (2014) fungsi metabolik hormon tiroksin yaitu mampu meningkatkan konsumsi oksigen dan merangsang peningkatan laju oksidasi sel-sel terhadap bahan makanan yang diikuti peningkatan metabolisme ikan, serta mampu meningkatkan penyerapan asam amino oleh usus. Peningkatan aktivitas tersebut diduga berkaitan dengan meningkatnya upaya ikan untuk memaksimalkan penggunaan nutrisi sehingga mampu memenuhi kebutuhan nutrisi setelah ikan dipuasakan.

### 3. Kelulushidupan

Kelulushidupan merupakan suatu nilai perbandingan antara jumlah organisme awal saat penebaran yang dinyatakan dalam bentuk persen dimana semakin besar nilai persentase menunjukkan semakin banyak organisme yang hidup selama pemeliharaan. Kelulushidupan merupakan parameter keberhasilan suatu kegiatan budidaya.

Hasil nilai rata-rata kelulushidupan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) pada perlakuan A sebesar  $93.00 \pm 7.00$ , perlakuan D sebesar  $91.11 \pm 10.18$ , perlakuan C sebesar  $88.89 \pm 10.18$  dan perlakuan B sebesar  $86.33 \pm 6.51$ . Secara umum, hasil kelulushidupan ikan bawal air tawar selama penelitian menunjukkan hasil yang baik. Semua perlakuan memiliki kelulushidupan diatas 85%. Hal ini diduga bahwa pemuasaan pada ikan bawal air tawar selama penelitian tidak memberikan efek negatif terhadap ikan bawal air tawar (*C. macropomum*). Sistem resirkulasi juga mendukung keberlangsungan hidup ikan bawal air tawar karena menyediakan kualitas air yang sesuai dengan kebutuhan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*). Tingkat kelangsungan hidup yang baik dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang optimal dan pakan yang mencukupi. Kondisi lingkungan pemeliharaan pada penelitian ini dalam kisaran yang layak yang memungkinkan ikan dapat tumbuh dengan baik

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan pemuasaan pakan tidak memberikan pengaruh yang nyata ( $P > 0,05$ ) pada kelulushidupan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) selama penelitian. Hal ini diduga bahwa perlakuan pemuasaan pakan memberikan pengaruh pada pertumbuhan, akan tetapi tidak memberikan pengaruh nyata terhadap tingkat kelulushidupan. Kematian ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) memungkinkan karena ikan yang dipuasakan bersifat agresif dan berpotensi tinggi terjadi kanibalisme antara masing-masing individu untuk memicu tingginya potensi kematian benih ikan. Hal tersebut diperkuat oleh Cahyanti *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa mortalitas benih ikan terjadi karena perilaku agresif ikan yang menyebabkan ikan lainnya mengalami luka yang akhirnya menyebabkan kematian. Respon *hyperphagia* (makan berlebihan) biasanya berhubungan dengan pertumbuhan kompensasi dapat menyebabkan ikan berperilaku



agresif dalam mengkonsumsi pakan diperlukan untuk memuaskan selera *hyperphagia* mengarah ke lebih besar pengambilan risiko dan perilaku kompetitif, yang akan meningkatkan angka kematian ikan (Hitchcock. 2012).

#### 4. Kualitas Air

Hasil pengamatan suhu selama penelitian adalah berkisar antara 27,5-31°C, kisaran tersebut masih dalam batas toleransi ikan bawal air tawar (*C.macropomum*). Suhu pada penelitian relatif stabil karena pada bak tandon dipasang *water heater* yang berguna untuk menstabilkan suhu pada sistem resirkulasi. Cara kerja *heater* adalah menggunakan prinsip termodinamika biasa, yaitu menggunakan panas lalu dialirkan ke wilayah bertemperatur rendah agar menjadi lebih hangat (Samsugi,2015). Menurut SNI (2009) menyatakan bahwa suhu optimal bagi kehidupan ikan diperairan tropis adalah berkisar antara 26°C-32°C. Menurut Samsundari dan Wirawan (2013) bahwa suhu air bagi kelangsungan hidup ikan mempengaruhi proses-proses fisiologis seperti tingkat respirasi, efisiensi pakan, pertumbuhan, tingkah laku dan reproduksi. Selama penelitian oksigen terlarut berkisar antara 4,09-6,74 mg/l. Menurut SNI-7550 (2009) kandungan oksigen terlarut yang ideal di dalam air untuk budidaya ikan tidak boleh <3,00 mg/l karena dapat menyebabkan kematian organisme air. Penggunaan sistem resirkulasi berguna dalam mengontrol kadar oksigen terlarut, sebab air selalu berputar di dalam sistem resirkulasi. Menurut Murray *et al.* (2014) bahwa sistem resirkulasi berfungsi dalam penyediaan kebutuhan fisiologis ikan terutama oksigen. Kisaran pH dalam wadah penelitian berkisar antara 6-7,5. Parameter kualitas air yang menunjukkan nilai keasaman dalam air yaitu pH. Nilai pH suatu perairan dapat mempengaruhi pertumbuhan bagi biota didalamnya, bahkan dapat menyebabkan kematian (Centyana *et al.*, 2014). Menurut SNI (2009) bahwa pH optimal untuk pertumbuhan ikan berkisar antara 6,5-8,5. Kisaran ammonia dalam wadah penelitian berkisar antara 0,013-0,65 mg/l, hal tersebut masih menunjukkan batas toleransi. Hal tersebut diperkuat oleh Samsundari dan Wirawan.,(2013) kadar ammonia 0-0,5 mg/l merupakan batas maksimum yang lazim dianggap sebagai batas untuk menyatakan bahan air itu layak untuk hidup ikan.

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini bahwa pemeliharaan ikan dengan periode pemuasaan memberikan pengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap efisiensi pemanfaatan pakan dan pertumbuhan. Namun tidak berpengaruh nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap tingkat kelulushidupan pada ikan bawal air tawar (*C.macropomum*) dengan memperoleh hasil Efisiensi pemanfaatan pakan tertinggi pada pemberian pakan dengan *intermitten feeding* sebesar  $92,89 \pm 1,23\%$ , hasil laju pertumbuhan relative dan panjang mutlak pada perlakuan D sebesar  $7,21 \pm 0,10\%$ /hari dan  $2,81 \pm 0,05$ cm.

#### Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini yaitu:

1. Sebaiknya pemuasaan pada ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) menggunakan *intermitten feeding* disarankan pada benih ikan bawal air tawar untuk dijadikan strategi dalam pemberian pakan karena menghasilkan nilai TKP, EPP dan PER yang terbaik.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh pemuasaan terhadap glukosa darah dan pemanfaatan energi protein pada ikan bawal air tawar (*C. macropomum*).
3. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh pemuasaan terhadap efisiensi pemanfaatan pakan, pertumbuhan dan kelulushidupan pada jenis kultivan lain.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada kepala Balai Benih Ikan Siwarak, Ungaran, Semarang yang telah menyediakan tempat dan fasilitas untuk pelaksanaan penelitian ini dan semua pihak yang telah membantu kelancaran penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Alwi,D.A, Z. Nasution dan K. Ramija. 2014. Pegaruh Pemberian Hormone Tiroksin Terhadap Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Ikan Black Ghost (*Apterionotus albifrons*). Manajemen Sumber Daya Perairan. Universitas Sumatera Utara: 114-123.
- Bake, G.G, E.I. Martins dan S.O.E. Sadiku. 2014. Nutritional Evaluation Of Varying Levels Of Cooked Flamboyant Seed Meal (*Delonix regia*) On The Growth Performance And Body Composition Of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fingerlings. Agriculture, Forestry And Fisheries.3. (4).pp.233-239.
- Cahyanti, W,V. A. Prakoso, J. Subagja dan A.H. Kristanto.2015. Efek Pemuasaan dan Pertumbuhan Kompensasi Pada Benih Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*). J. Media Akuakultur. 10 (1) : 17-21.



- Centyana, E., Y. Cahyoko dan Agustono. 2014. Substitusi Tepung Kedelai dengan Tepung Biji Koro Pedang (*Canavalia ensiformis*) Terhadap Pertumbuhan, Survival Rate dan Efisiensi Pakan Ikan Nila Merah. *J. Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 6(1).
- Effendie, M.I. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta, 163 hlm.
- Ekasanti, P. Sukardi dan E. Yuwono. 2007. Pertumbuhan Ikan Bawal Air Tawar (*C. macropomum*) yang di puasakan Secara Periodik. *Aquacultura Indonesiana* . 8 (3) : 183–188 ISSN 0216–0749.
- Febrianti K. Sukarti. C.A. Pebrianto. 2016. Pengaruh Perbedaan Sumber Asam Lemak pada Pakan Terhadap Pertumbuhan Ikan Bawal Bintang (*Trachinotus blochii, lecepede*). *J. Aquawarman*. 2 (1) : 24-33.
- Handayani, H dan W. Widodo. 2010. *Nutrisi Ikan*. UMM press. Malang. 45 hlm.
- Hanum, W. M, U. Susilo, dan S. Priyanto. 2013. Aktivitas Protease dan Kadar Protein Tubuh Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) pada Kondisi Puasa dan Pemberian Pakan Kembali. *Fakultas Biologi . Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto* : 1-7.
- Hitchcock, M.J. 2012. Side Effects of Feed Restriction and Compensatory Growth in fish. A thesis. Masters of Science in Zoology. University of Otago, Dunedin, New Zealand. 10-13 hlm.
- Irliyandi, F. 2008. Pengaruh Padat Penebaran 60, 75 Dan 90 Ekor/Liter Terhadap Produksi Ikan Patin *Pangasius hypophthalmus* Ukuran 1 Inchi Up (3 CM) Dalam Sistem Resirkulasi. [Skripsi]. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor..
- Kelabora dan Sabariah. 2010. Tingkat Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Larva Ikan Bawal Air Tawar (*Collosoma Sp.*) Dengan Laju Debit Air Berbeda Pada Sistem Resirkulasi. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 9 (1): 56–60.
- Mulyani, Y. S, Yulisman dan Fitriani M. 2014. Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Yang Dipuasakan Secara Periodik. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 2(1) : 01-12.-24.
- Murray, F., J. Bostock and D. Fletcher. 2014. Review of Recirculation Aquaculture System Technologies and their Commercial Application. Prepared for Highlands and Islands Enterprise. [Final Report]. University of Stirling, 82p.
- Pereira, L., T. Riquelme. and H. Hosokawa. 2007. Effect of There Photoperiod Regimes on The Growth and Mortality of The Japanese *Abalone haliotis* Discus Hanai Ino. *J. of Shellfish Research*. 26(3): 763-767.
- Putra, I, D. Setiyanto dan D. Wahyuningrum. 2011. Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Nila *Oreochromis niloticus* dalam Sistem Resirkulasi. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 16(1): 56-63.
- Radona, D, F.H. Khotimah, I.I.Kusmini dan T.H. Prihadi. 2016. Efek Pemuasaan Periodik dan Respons Pertumbuhan Ikan Nila Best (*Oreochromis niloticus*) Hasil Seleksi. *Media Akuakultur*, 11 (2):59-65.
- Rosniar, F. 2013. Peningkatan Nafsu Makan dan Pertumbuhan pada Pendederan Ikan Kerapu Macan *Epinephelus fuscoguttatus* Melalui Periode Pemuasaan Berbeda. [Skripsi]. Departemen Budidaya Perairan . IPB. 23-24 hlm.
- Samsundari, S dan G.A. Wirawan. 2013. Analisis Penerapan Biofilter dalam Sistem Resirkulasi terhadap Mutu Kualitas Air Budidaya Ikan Sidat (*Anguilla bicolor*). *Jurnal Gamma*.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia-7550. 2009. *Produksi Pembesaran Ikan Nila di Kolam Air Tenang*. BSN, 12 hlm.
- Samsugi, S, Ardiansyah dan A. Suwanto. 2015. Pemanfaatan *Peltier* dan *Heater* Sebagai Alat Pengontrol Suhu Air Pada Bak Penetasan Telur Ikan Gurame. *Conference on Information Technology, Information System and Electrical Engineering* :295-299.
- Steel, RGD dan JH Torrie. 1989. *Prinsip dan Prosedur Statistika*. Diterjemahkan oleh Bambang Sumantri. Gramedia Pustaka. Jakarta 283 hlm.
- Subandiyono dan Hastuti, S. 2016. *Beronang serta Prospek Budidaya Laut di Indonesia*. LPPMP UNDIP Press. Semarang, 86 hlm.
- Tacon, A. J. 1987. *The Nutrition and Feeding Formed Fish and Shrimp*. A Training Manual Food and Agriculture of United Nation Brazilling, Brazil. 108 p.
- Takeuchi, T. 1988. *Laboratory Work-Chemical Evaluation of Dietary Nutrients*. In: *Watanabe, T. (Ed.)*. Fish Nutrition and Mariculture. JICA, Tokyo University Fish, 229 pp.
- Yufer, M, F. Moyano, A. Astola, P. Pousa, dan G. Martines. 2012. Acidic Digestion in a Teleost: Postprandial and Circadian Pattern of Gastric pH, Pepsin Activity, and Pepsinogen and Proton Pump mRNAs Expression. *Plos one*. 7 (3). p.1-9
- Walter, M., Trippel, E.A., & Peck, M.A. (2013). *Compensatory growth in young seedling Atlantic cod*. Institute of Hydrobiology and Fisheries Science, University of Hamburg. Germany, ICES CM. E: 12.
- Widyantoro W, Sarjito dan Dicky H. 2014. Pengaruh Pemuasaan Terhadap Pertumbuhan Dan Profil Darah Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Pada Sistem Resirkulasi. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 3 (2) : 103-108.