

PERFORMA PERTUMBUHAN IKAN NILA MERAH (*Oreochromis spp*) PADA BERBAGAI SIKLUS KELAPARAN DAN PEMBERIAN MAKAN KEMBALI

[Growth Performance of Red Tilapia (*Oreochromis spp*) on Various Starvation and Refeeding Cycles]

Adam Robisalmi ^{1,2*}, Kartiawati Alipin ¹, dan Bambang Gunadi ²

¹Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran. Jl. Raya Bandung-Sumedang Km.21 Jatinangor, Sumedang

²Balai Riset Pemuliaan Ikan, Jl Raya 2 Sukamandi Pantura, Patokbeus, i Subang

*Email: aa_salmi@yahoo.com

ABSTRACT

Feed restriction through starvation or fasting is a widely recommended feed management strategy in aquaculture. This strategy is believed to have a positive effect on fish growth. This study aimed to evaluate the growth performance of red tilapia (*Oreochromis spp.*) on various starvation and refeeding cycles. The study was conducted at the Fish Breeding Research Institute from August to December 2020. The research method used was an experiment with 5 treatments and 4 replications, namely control (K: fed every day for 119 days), then F7 (7 days of fasting followed by 112 days of refeeding), F14 (14 days of fasting followed by 105 days of food), F21 (21 days of fasting followed by 98 days of refeeding) and F28 (28 days of fasting followed by 91 days of refeeding). Maintenance was carried out for 119 days in a 2x1m³ concrete tank with a stocking density of 28 fish/unit. During the rearing period, the fish were fed ad libitum three times a day. The results showed a decrease in growth in line with the length of the fasting period, but tended to increase in growth after refeeding with over compensatory growth in treatment F7, total compensatory growth in treatment F14 and F21, and partial compensatory growth in treatment F28. In this study, it was found that red tilapia which was fasted for 7 days had better growth performance and feed efficiency than the control and other fasting treatments.

Keywords: compenstarory growth, starvation, refeeding, red tilapia

ABSTRAK

Pembatasan pakan melalui kelaparan atau puasa merupakan strategi manajemen pakan yang disarankan secara luas dalam budidaya. Strategi ini diyakini memberikan efek positif pada pertumbuhan ikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi performa pertumbuhan ikan nila merah (*Oreochromis spp.*) pada berbagai siklus puasa dan pemberian pakan kembali. Penelitian dilakukan di Balai Riset Pemuliaan Ikan pada Agustus sampai Desember 2020. Metode penelitian yang digunakan eksperimen dengan 5 perlakuan dan 4 kali ulangan yaitu kontrol (K: yang diberi pakan setiap hari selama 119 hari), kemudian perlakuan puasa yaitu F7 (7 hari puasa dilanjutkan diberi pakan 112 hari), F14 (14 hari puasa dilanjutkan diberi pakan 105 hari), F21 (21 hari puasa dilanjutkan diberi pakan 98 hari) dan F28 (28 hari puasa dilanjutkan diberi pakan 91 hari). Pemeliharaan dilakukan selama 119 hari pada bak beton ukuran 2x1m³ dengan padat tebar 28 ekor/ unit. Selama masa pemeliharaan ikan diberi pakan secara ad libitum tiga kali sehari. Hasil penelitian menunjukkan terjadi penurunan pertumbuhan selaras dengan lamanya periode puasa, namun cenderung mengalami peningkatan pertumbuhan setelah pemberian pakan kembali dengan adanya pertumbuhan kompensatori berlebih pada perlakuan F7, kompensatori total pada perlakuan F14 dan F21, serta kompensatori perlakuan parsial pada perlakuan F28. Dalam penelitian ini diketahui ikan nila merah yang dipuasakan selama 7 hari mempunyai performa pertumbuhan dan efisiensi pakan yang lebih baik dibandingkan perlakuan kontrol dan perlakuan puasa lainnya.

Kata kunci: pertumbuhan kompensatori, kelaparan, pemberian pakan kembali, ikan nila merah

PENDAHULUAN

Ikan nila merah memiliki popularitas tinggi di kalangan pembudidaya karena pertumbuhannya yang cepat, toleransi salinitas tinggi, warna kulit yang menarik, kemiripan dengan beberapa spesies laut, dan kemampuan beradaptasi pada sebagian besar sistem budidaya (Zhu *et al.*, 2016). Penjualan nila merah sangat tinggi karena nilai tambah yang lebih baik pada produk akhir atau samping (Thodesen *et al.*, 2013). Dewasa ini fokus penelitian dalam upaya peningkatan performa pertumbuhan pada ikan nila lebih banyak mengarah pada program pemuliaan baik secara konvensional maupun modern. Namun diketahui ada metode

yang lebih sederhana dan praktis yang dapat diterapkan dalam manajemen budidaya ikan nila yaitu dengan manajemen pakan (Sakyi *et al.*, 2020; Robisalmi *et al.*, 2020). Strategi ini dilakukan dengan mengembangkan berbagai metode pemberian pakan yaitu mengurangi input pakan dengan tujuan mengurangi masalah kualitas air dan biaya tenaga kerja. Metode pemberian pakan yang dilakukan adalah dengan mengkombinasikan pakan komersial dengan pakan alternatif dan melakukan pembatasan pemberian pakan dengan cara pemberian pakan berdasarkan berat badan, atau siklus puasa dan pemberian pakan kembali

*Kontributor Utama

*Diterima: 1 Januari 2021 - Diperbaiki: 12 Maret 2022- Disetujui: 28 November 2022

(*refeeding*) (Blanquet dan Oliva-Teles, 2010; Cuvin-Aralar, 2012).

Pembatasan pakan melalui kelaparan atau puasa merupakan strategi manajemen pakan yang disarankan secara luas dalam budidaya. Strategi ini diyakini akan memberikan efek positif pada performans pertumbuhan ikan yaitu dapat meningkatkan ukuran tubuh dan ketebalan daging ikan saat panen. Pola seperti ini dikenal dengan istilah pertumbuhan kompensatori. Pertumbuhan ini digambarkan sebagai peningkatan pertumbuhan yang dihasilkan dari proses pemberian pakan kembali (*refeeding*) yang tepat setelah periode pembatasan pakan atau puasa. Pertumbuhan kompensatori merupakan pertumbuhan yang dipercepat sebagai respons dari pembatasan pakan. Hal tersebut memberikan bukti bahwa ikan dapat 'mengevaluasi' pertumbuhan yang dicapai dan menyesuaikan tingkat pertumbuhan yang lebih tinggi (Broekhuizen *et al.*, 1994). Beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan kompensatori yaitu durasi kekurangan pakan (gizi), stadia pada awal kekurangan pakan, usia, seks dan kondisi saluran pencernaan (Ryan, 1990). Puasa dan pemberian pakan kembali, memberikan pengaruh yang bervariasi terhadap pertumbuhan kompensatori pada ikan nila tergantung pada fase pemeliharaan dan waktu pembatasan makan (Wang *et al.*, 2009; Breves *et al.*, 2014).

Beberapa penelitian melaporkan pengaruh puasa terhadap performans pertumbuhan dengan hasil yang beragam di antaranya, pada ikan pacu (*Piaractus mesopotamicus*) yang diberi pembatasan pakan dalam jangka waktu panjang mampu menunjukkan peningkatan pertumbuhan setelah diberi pakan kembali (Takahashi *et al.*, 2011). Pada ikan belanak (*Mugil chepalus*) yang dipuasakan 30 hari mempunyai performans pertumbuhan (pertambahan bobot, laju pertumbuhan spesifik dan bobot akhir) yang sama dengan ikan yang diberi pakan terus-menerus (Akbariy dan Jahanbakhshi, 2016).

Hasil penelitian Xu *et al.* (2019) pada ikan mas melaporkan bahwa ikan mas yang dipuasakan selama 14 hari dilanjutkan dengan pemberian pakan 14 hari mempunyai efisiensi pakan yang lebih rendah dan pertambahan bobot yang sama dengan ikan yang diberi pakan selama 28 hari. Hasil penelitian pada ikan nila, dilaporkan bahwa periode puasa jangka pendek selama 2 hari dilanjutkan pemberian pakan kembali 4 hari dengan masa pemeliharaan 60 hari, menghasilkan pertumbuhan (pertambahan bobot dan laju pertumbuhan spesifik) yang tidak berbeda dengan ikan kontrol (Gabriel *et al.*, 2017). Namun berbeda dengan laporan Mustofa dan El-Kader (2017) bahwa ikan nila hitam monosex yang dipuasakan selama 4–15 hari dan diberi pakan kembali selama 30 hari

menunjukkan pengaruh negatif terhadap performans pertumbuhan.

Berdasarkan beberapa penelitian di atas diketahui bahwa puasa memberikan pengaruh yang berbeda terhadap performans pertumbuhan ikan. Secara keseluruhan, temuan ini memberikan pandangan tentang adanya peran menguntungkan dari penerapan manajemen budidaya ikan dengan puasa dan pemberian pakan kembali terhadap performans pertumbuhan dan hematologis ikan, tergantung pada protokol yang digunakan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan cara memodifikasi protokol yang sudah ada, dalam penerapan metode puasa dan pemberian pakan kembali pada ikan nila merah (*Oreochromis spp.*). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi performa pertumbuhan ikan nila merah pada berbagai siklus puasa dan pemberian pakan kembali.

BAHAN DAN CARA KERJA

Kegiatan ini dilaksanakan di *hatchery* komoditas ikan nila di Balai Riset Pemuliaan Ikan di *hatchery* ikan nila pada Agustus–Desember 2020. Ikan uji yang digunakan adalah juvenil ikan nila merah generasi kedua hasil seleksi famili pada tahun 2020. Ikan yang digunakan berukuran panjang $12,29 \pm 0,04$ cm dan bobot tubuh $35,59 \pm 0,17$ g. Wadah pemeliharaan yang digunakan untuk penelitian berupa kolam tembok sebanyak 20 unit dengan ukuran $2 \times 1 \times 1$ m³ yang diisi air bervolume 1700 liter dengan debit 1 liter/menit. Total ikan yang digunakan sebanyak 560 ekor dengan padat tebar untuk setiap wadah yaitu 28 ekor. Sebelum diberi perlakuan ikan diaklimatisasi dan diberi pakan sebanyak 5% dari bobot biomassa dengan frekuensi 2 kali sehari (pagi dan sore) selama 1 minggu.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak lengkap dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan dengan total waktu pemeliharaan pada masing-masing perlakuan adalah 119 hari (4 bulan), yang merupakan waktu pembesaran ikan nila pada umumnya. Perlakuan terdiri dari, ikan yang diberi pakan terus-menerus (K) sebagai kontrol selama 119 hari, ikan yang dipuasakan selama 7 hari pada awal pemeliharaan dan dilanjutkan diberi pakan selama 112 hari sampai akhir pemeliharaan (F7), ikan yang dipuasakan selama 14 hari pada awal pemeliharaan dan dilanjutkan diberi pakan selama 105 hari sampai akhir pemeliharaan (F14), ikan yang dipuasakan selama 21 hari pada awal pemeliharaan dan dilanjutkan diberi pakan selama 98 hari sampai akhir pemeliharaan (F21), ikan yang dipuasakan selama 28 hari pada awal pemeliharaan dan dilanjutkan diberi pakan selama 91 hari sampai akhir pemeliharaan (F28). Metode puasa mengacu pada penelitian sebelumnya yang dilakukan

Yarmohammadi *et al.* (2015) dan Nebo *et al.* (2018). Selama pemeliharaan ikan diberi pakan komersial berkadar protein 30–32% (PT Matahari Sakti) dengan frekuensi 3 kali sehari (pukul 08.00, 12.00 dan 16.00 WIB) secara *ad libitum*. Untuk menjaga kualitas air dilakukan kegiatan penyiponan dan pergantian air sebanyak 60% setiap dua hari sekali.

Parameter

Kegiatan sampling pertumbuhan dilakukan setiap seminggu sekali meliputi pengukuran panjang dan penimbangan bobot menggunakan mistar dan timbangan digital merk *Ohaus*. Parameter yang diamati pada penelitian ini meliputi pertumbuhan mutlak, laju pertumbuhan spesifik, rasio konversi pakan, konsumsi pakan, penambahan biomassa dan sintasan. Jumlah sampel yang diamati setiap minggunya sebanyak 15 ekor dari masing-masing unit. Selain itu, dihitung pula parameter biometri yaitu nilai faktor kondisi dan indeks hepatosomatik. Pengukuran biometri untuk menentukan faktor kondisi ikan (FK), dilakukan pada awal dan akhir penelitian dengan mengukur panjang total dan menimbang bobot tubuh akhir masing-masing individu ikan. Kemudian dilakukan pula pengukuran indeks hepatosomatik (HSI) dengan cara ikan dibedah dan diambil bagian hati, kemudian ditimbang bobot hatinya. Berikut adalah beberapa rumus yang digunakan :

1. Pertumbuhan panjang (nilai yang dihasilkan dari selisih antara panjang ikan pada akhir pemeliharaan dengan panjang ikan pada awal penebaran)

$$\Delta L = Lt - L0$$

L0 : panjang awal (cm)

Lt : panjang akhir (cm)

2. Pertumbuhan bobot (perbedaan bobot ikan pada awal penebaran dengan bobot ikan saat pemanenan)

$$\Delta W = Wt - W0$$

W0 : bobot awal (g)

Wt : bobot pada waktu t (g)

(Zonneveld *et al.*, 1991)

3. Laju pertumbuhan spesifik panjang (persentase perbedaan panjang ikan pada awal penebaran dengan bobot ikan saat pemanenan dibandingkan dengan waktu pemeliharaan)

Laju Pertumbuhan spesifik =
$$\frac{\ln(Lt) - \ln(L0)}{t} \times 100\%$$

4. Laju pertumbuhan spesifik (persentase perbedaan bobot ikan pada awal penebaran dengan bobot ikan saat pemanenan dibandingkan dengan waktu pemeliharaan)

Laju Pertumbuhan spesifik =

$$\frac{\ln(Wt) - \ln(W0)}{t} \times 100\%$$

(NRC, 1997)

5. Rasio Konversi Pakan

$$\text{Rasio Konversi Pakan} = \frac{F}{(Wt+D) - W0}$$

D : Bobot ikan yang mati selama pemeliharaan

F : Jumlah pakan yang dikonsumsi (Goddard, 1996)

6. Sintasan (SR)

$$\text{Sintasan} = \frac{Nt}{N0} \times 100\%$$

Nt : Jumlah ikan di akhir pemeliharaan (ekor)

N0 : Jumlah ikan di awal pemeliharaan (ekor) (Effendi, 1997)

7. Faktor Kondisi

$$FK = \frac{W}{L^3} \times 100$$

W : Bobot akhir (g)

L : panjang akhir (cm)

8. Index Hepato Somatic (IHS)

$$IHS = \frac{Lw}{W} \times 100$$

Lw : Bobot hati (g)

W : Bobot tubuh

(Jobling *et al.*, 1994)

Analisis data

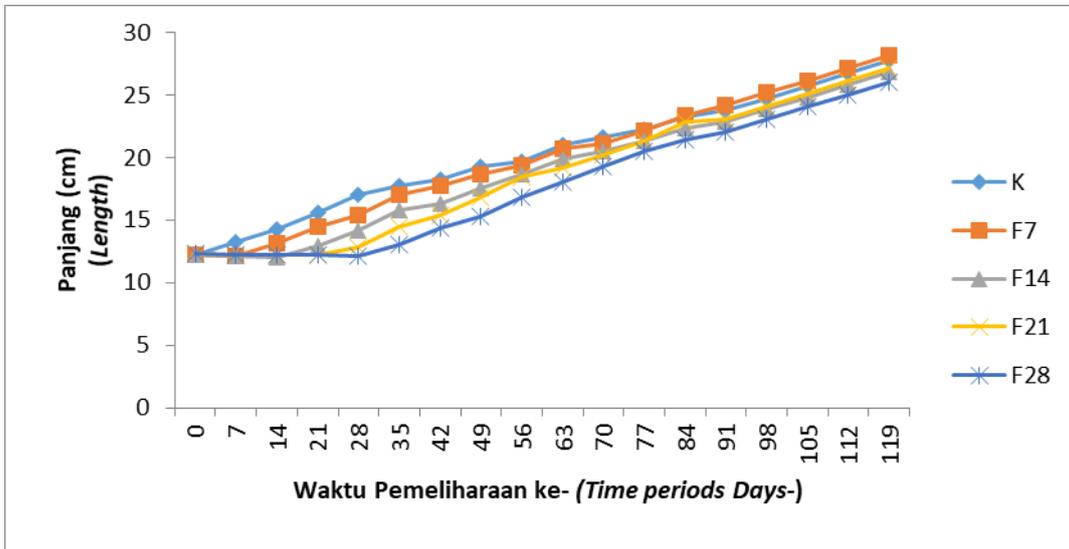
Data yang diperoleh dianalisis dengan Sidik Ragam *Analysis of variance* (ANOVA) jika terdapat perbedaan dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan dengan perangkat *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) 22.

HASIL

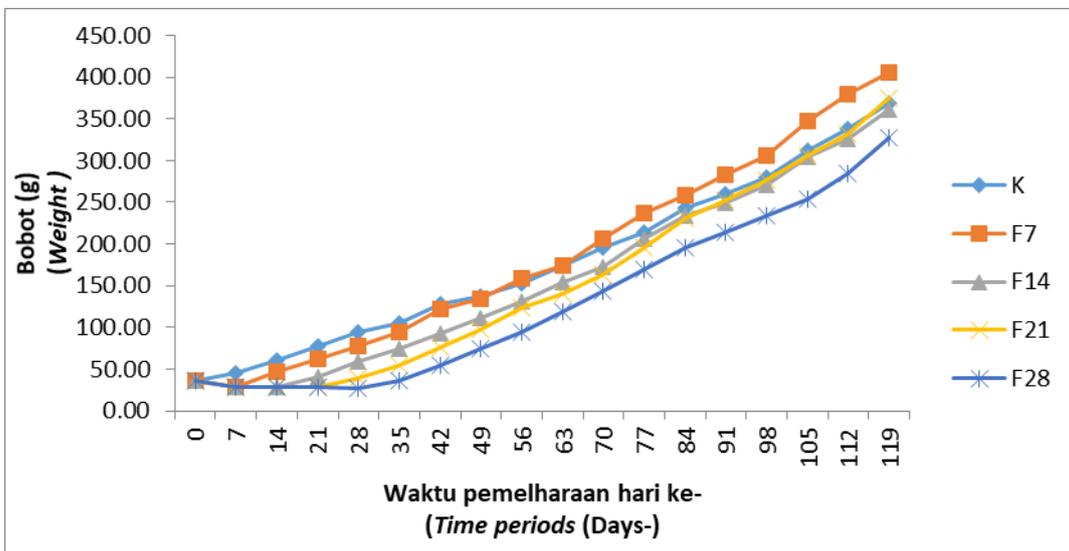
Berdasarkan hasil penelitian diketahui pola penambahan panjang dan pola penambahan bobot ikan nila merah pada berbagai perlakuan waktu pemuasaan dan pemberian pakan kembali (Gambar 1 dan Gambar 2). Pada perlakuan puasa 7 hari (F7) diketahui ikan nila merah yang dipuasakan selama 7 hari dan dilanjutkan dengan pemberian pakan selama 112 hari menunjukkan telah terjadinya pertumbuhan kompensatori dengan nilai panjang dan bobot yang lebih tinggi dibanding perlakuan kontrol. Begitu pula pada perlakuan puasa 14 hari dan dilanjutkan dengan pemberian pakan selama 105 hari (F14) serta perlakuan puasa 21 hari dan dilanjutkan dengan pemberian pakan selama 98 hari (F21) terjadi pertumbuhan kompensatori dengan nilai panjang dan bobot yang

sama dengan kontrol (K). Adapun puasa 28 hari (F28), setelah periode waktu pemberian pakan kembali tidak bisa menyebabkan pertumbuhan kompensatori, dimana pertumbuhan pada perlakuan

tersebut masih memiliki nilai pertumbuhan panjang dan pertumbuhan bobot yang lebih rendah dari pada perlakuan kontrol.



Gambar 1. Pola pertumbuhan panjang ikan nila merah (*Oreochromis spp.*) yang dipuasakan dan diberi pakan kembali setiap minggunya. (*Growth pattern of red tilapia fish length were fasted and re-fed every week*).



Gambar 2. Pola pertumbuhan bobot ikan nila merah (*Oreochromis spp.*) yang dipuasakan dan diberi pakan kembali setiap minggunya. (*Growth pattern of red tilapia fish were fasted and re-fed every week*).

Perubahan nilai parameter pertumbuhan panjang dan bobot pada ikan nila merah dari awal sampai akhir pemeliharaan disajikan pada Tabel 1. Pada perlakuan puasa diketahui terjadi penurunan bobot saat akhir periode puasa, dimana penurunan ini semakin besar seiring dengan lamanya waktu puasa kecuali pada perlakuan kontrol. Penurunan nilai bobot tubuh terendah ditunjukkan perlakuan puasa 7 hari (F7) dengan nilai bobot sebesar 29,47 ± 1,14 g atau setara dengan kehilangan bobot tubuh 17,64 ± 1,81% dibandingkan perlakuan kontrol, sedangkan penurunan nilai bobot tubuh tertinggi terdapat pada perlakuan puasa 28 hari (F28) yaitu 26,42 ± 0,82 g atau setara dengan kehilangan bobot tubuh sebesar 24,82 ± 0,10% dibandingkan perlakuan kontrol. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata antara perlakuan F7 dengan perlakuan F21 dan F28 (P < 0,05), namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan F14

(P > 0,05). Nilai pertumbuhan panjang mutlak dan pertumbuhan bobot mutlak tertinggi pada akhir pemeliharaan (hari ke-119) ditunjukkan perlakuan puasa 7 hari (F7) sebesar 14,48 ± 0,49 cm dan 390,37 ± 10,23 g, nilai ini lebih tinggi 5,95% untuk karakter panjang dan 11,31% untuk karakter bobot dibandingkan dengan ikan kontrol. Adapun nilai pertumbuhan panjang dan bobot mutlak terendah terdapat pada perlakuan puasa F28 sebesar 12,35 ± 0,55 cm dan 328,64 ± 25,58 g. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa perlakuan F7 mempunyai nilai yang berbeda nyata (P < 0,05) dengan semua perlakuan termasuk kontrol. Adapun perlakuan F21 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan K dan S14 (P > 0,05), namun berbeda nyata dengan perlakuan F28 (P < 0,05).

Tabel 1. Rerata panjang, bobot tubuh, persentase kehilangan bobot tubuh, pertumbuhan panjang dan pertumbuhan bobot ikan nila merah yang dipuasakanan dan diberi pakan kembali. (*average length, body weight, percentage of body weight loss, length gain and weight gain of red tilapia fish were fasted and re-fed every week*).

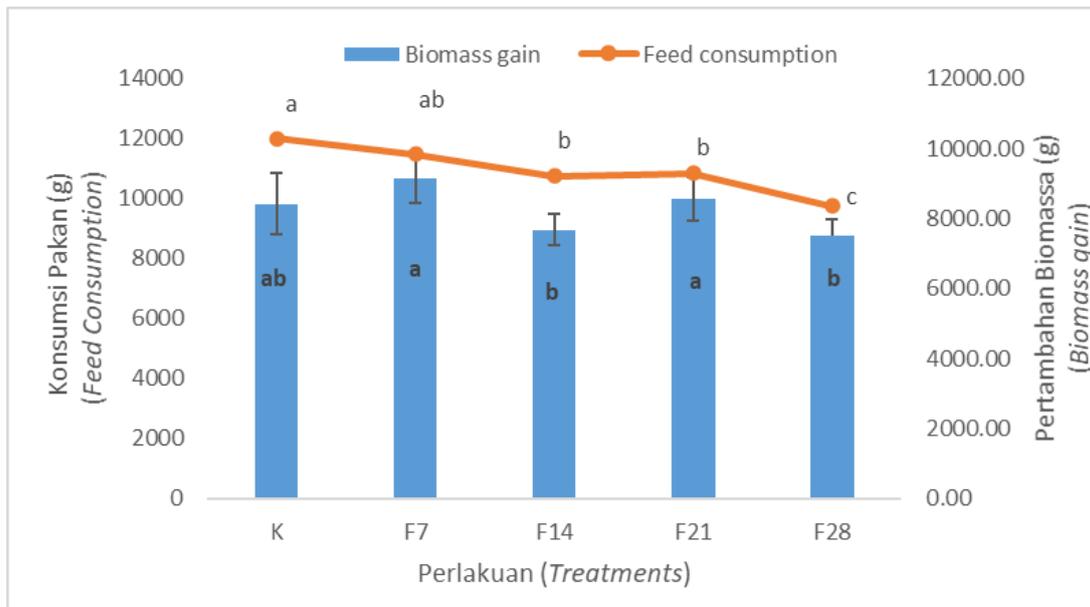
Parameters	Treatments				
	K	F7	F14	F21	F28
Panjang awal (cm) (Initial length)	12,25 ± 0,19	12,26 ± 0,11	12,27 ± 0,13	12,35 ± 0,07	12,32 ± 0,03
Bobot awal (g) (Initial weight)	35,73 ± 1,34	35,48 ± 1,37	35,75 ± 1,50	35,35 ± 1,50	35,63 ± 1,36
Bobot akhir setelah puasa (g) (Final weight end of fast)	-	29,47 ± 1,14a	28,34 ± 1,20ab	27,03 ± 1,42bc	26,42 ± 0,82c
Penurunan bobot (%) (Loss of weight)	-	17,64 ± 1,81c	20,73 ± 1,81b	23,56 ± 1,53ab	24,82 ± 0,10a
Panjang akhir setelah pemberian pakan (cm) (Final length end of refeeding)	26,25 ± 0,58ab	26,73 ± 0,46a	25,33 ± 0,27ab	25,87 ± 1,08abc	24,59 ± 0,55c
Bobot akhir setelah pemberian pakan (g) (Final weight end of refeeding)	368,18 ± 12,23b	405,94 ± 10,23a	361,45 ± 09,14b	374,66 ± 11,31b	327,45 ± 25,58c
Pertumbuhan panjang (cm) (Length gain)	13,67 ± 0,49ab	14,48 ± 0,49a	13,08 ± 0,23bc	13,61 ± 1,02ab	12,35 ± 0,0,55c
Pertumbuhan bobot (g) (Weight gain)	350,70 ± 1223bc	390,37 ± 10,23a	343,76 ± 09,14bc	361,98 ± 11,31b	328,64 ± 25,58c
Laju Pertumbuhan harian (g) (Daily growth rate)	2,77 ± 0,09b	3,12 ± 0,11a	2,72 ± 0,12b	2,80 ± 0,08b	2,43 ± 0,20c

Berdasarkan data penelitian diketahui terdapat perbedaan nilai rerata total pakan dan pertumbuhan biomassa ikan nila merah pada akhir pemeliharaan (hari ke-119) (Gambar 3). Nilai pertambahan biomassa tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan F7 sebesar 9157,42 ± 507,79 g, lebih tinggi 8,86 % dibandingkan perlakuan kontrol,

sedangkan pertambahan biomassa terendah terdapat pada perlakuan F28 sebesar 7525,03 ± 962,02 g. Nilai total pakan yang dikonsumsi tertinggi selama masa pemeliharaan 119 hari terlihat pada perlakuan kontrol (K) sebesar 12000,75 ± 877,55 g sedangkan nilai total pakan terendah terdapat pada perlakuan puasa 28 hari sebesar 9746,25 ± 443,90 g. Hasil uji

statistik menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata pada parameter pertambahan biomassa antara perlakuan puasa 7 hari dan 21 hari dengan perlakuan puasa 14 hari dan puasa 28 hari ($P < 0.05$), namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol ($P > 0.05$). Adapun secara statistik, nilai total konsumsi pakan pada perlakuan

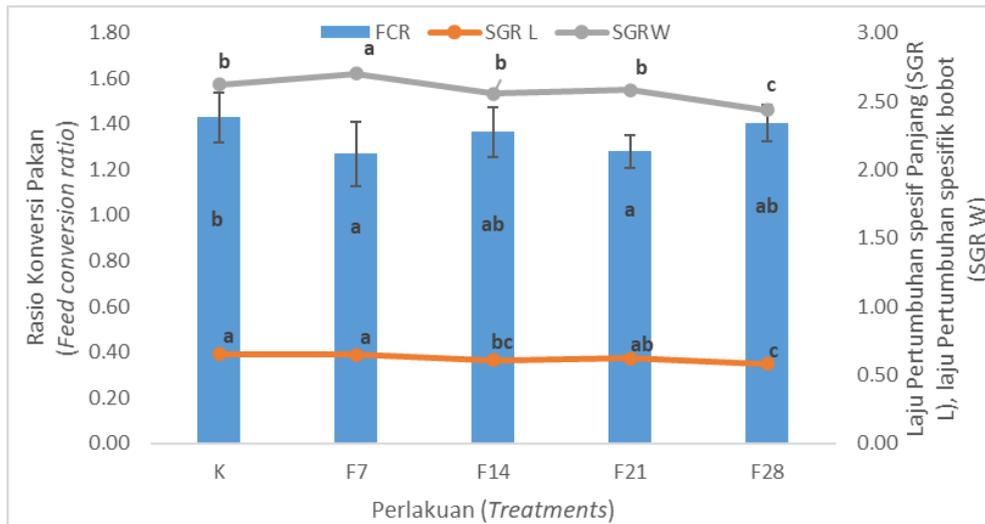
F7 tidak berbeda nyata dengan K ($P > 0,05$) namun mempunyai nilai yang berbeda nyata dengan perlakuan F14, S21 dan S28 ($P < 0,05$).



Gambar 3. Rerata total pakan dan pertambahan biomassa ikan nila merah (*Oreochromis spp.*) yang dipuasakan dan diberi pakan kembali. (*average of feed intake and biomass gain of red tilapia fish were fasted and re-fed every week*).

Hasil penelitian terhadap parameter pertumbuhan lainnya yaitu laju pertumbuhan spesifik panjang, laju pertumbuhan spesifik bobot dan nilai rasio konversi pakan disajikan pada Gambar 4. Berdasarkan data pada Gambar 4 terlihat bahwa nilai laju pertumbuhan spesifik panjang (SGRL) dan laju pertumbuhan spesifik bobot (SGRW) tertinggi pada ikan nila merah yang dipuasakan selama 7 hari (F7) dengan nilai SGRL sebesar 0,65% L/hari dan SGRw sebesar 2,06% bw/hari. Tingginya nilai SGRL dan SGRw pada perlakuan F7, selaras dengan rendahnya nilai rasio konversi pakan yaitu 1,27. Hasil ini mengindikasikan bahwa ikan nila merah pada perlakuan F7 dapat memanfaatkan pakan yang

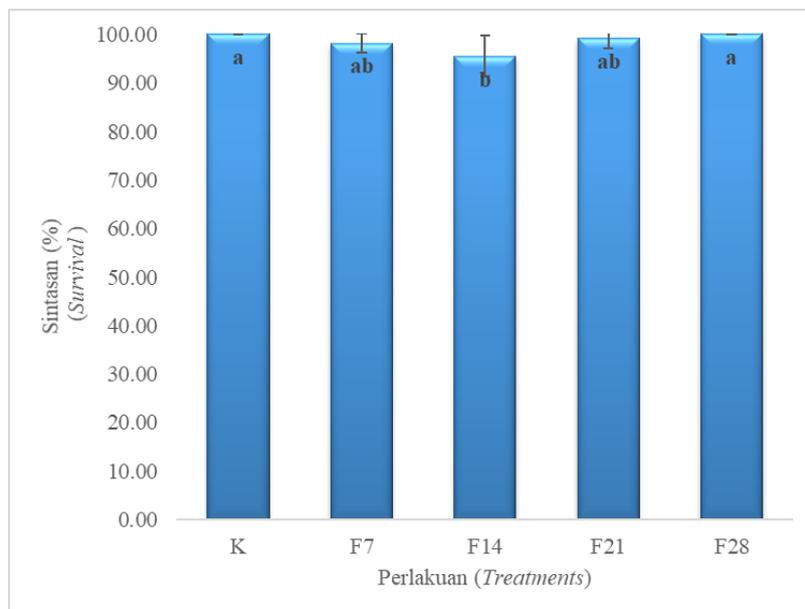
lebih baik untuk pertumbuhan dan lebih efisien dibanding perlakuan kontrol dan perlakuan puasa lainnya. Hasil uji statistik pada parameter SGRL dan SGRw menunjukkan terdapat perbedaan nyata antara perlakuan F7 dengan perlakuan F14 dan F28 ($P < 0,05$), namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol dan F21 ($P > 0,05$). Pada parameter rasio konversi pakan diketahui ikan nila merah yang dipuasakan 7 hari (F7) dan pemuasaan 21 hari (F21) mempunyai hasil uji statistik yang berbeda dengan perlakuan kontrol ($P < 0,05$), namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan F14 dan F28 ($P > 0,05$).



Gambar 4. Rerata rasio konversi pakan, laju pertumbuhan spesifik panjang dan laju pertumbuhan spesifik bobot ikan nila merah (*Oreochromis spp.*) yang dipuasakan dan diberi pakan kembali. (*average of feed conversion ratio and specific growth rate of red tilapia fish were fasted and re-fed every week*).

Pada penelitian ini, selama periode puasa tidak terjadi kematian pada semua perlakuan, namun kematian terjadi pada saat periode pemberian pakan kembali (*refeeding*) sampai akhir masa pemeliharaan 119 hari (Gambar 5). Berdasarkan Gambar 5 terlihat bahwa pada perlakuan kontrol (K) dan perlakuan F28 tidak terjadi kematian

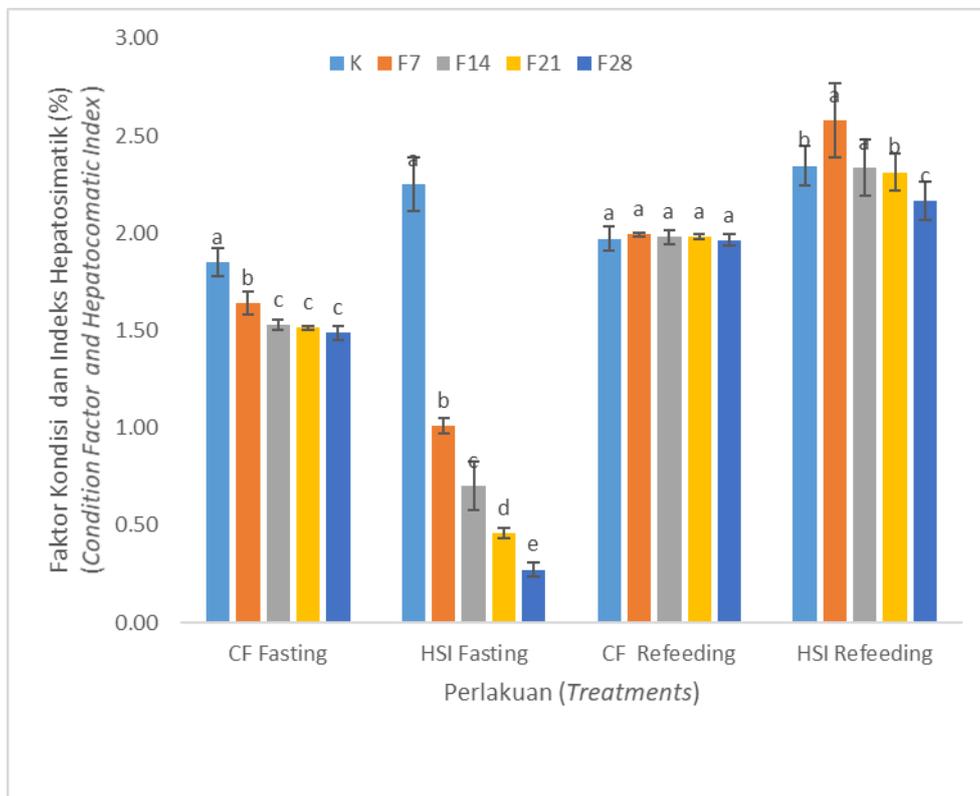
selama pemeliharaan, sehingga mempunyai nilai sintasan yang mencapai 100%, sedangkan pada perlakuan lainnya terdapat kematian, dimana nilai sintasan pada perlakuan F7 dan F21 masing-masing sebesar $98,21 \pm 2,06\%$ dan $99,11 \pm 2,06\%$ dan nilai sintasan terlihat pada perlakuan F28 sebesar $95,54 \pm 4,12$.



Gambar 5. Rerata sintasan ikan nila merah (*Oreochromis sp.*) yang dipuasakan dan diberi pakan kembali. (*average of survival rate of red tilapia fish were fasted and re-fed every week*).

Hasil pengamatan nilai faktor kondisi (CF) dan Indeks Hepatosomatik (HSI) saat akhir periode puasa dan setelah periode pemberian pakan kembali (*refeeding*) disajikan pada Gambar 6. Berdasarkan data pada Gambar 6, selama periode pemusasaan telah terjadi penurunan nilai faktor kondisi dan HSI yang signifikan secara bertahap seiring dengan lamanya waktu puasa. Pada parameter faktor kondisi terlihat bahwa nilai FK terendah terdapat pada perlakuan puasa 28 hari sebesar 1,49%, rendahnya nilai FK pada perlakuan F28 diiringi dengan rendahnya nilai HSI yaitu 0,27%. Hasil ini menunjukkan bahwa waktu puasa sangat mempengaruhi kondisi nutrisi tubuh ikan nila merah.

Setelah waktu *refeeding* pada saat akhir pemeliharaan nilai faktor kondisi pada semua perlakuan puasa memiliki nilai yang hampir serupa dengan perlakuan kontrol yaitu berkisar dari 1,96–1,99%. Untuk nilai HSI, pada perlakuan puasa 7 hari (F7) menunjukkan nilai HSI tertinggi dibanding perlakuan lainnya yaitu 2,58% atau setara dengan 9,89% lebih tinggi dibanding perlakuan kontrol. Berdasarkan uji statistik diketahui bahwa selama periode puasa, nilai faktor kondisi dan HSI pada perlakuan kontrol terlihat berbeda nyata dibanding perlakuan puasa ($P < 0,05$). Namun setelah periode *refeeding* nilai FK pada semua perlakuan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Adapun pada parameter HSI, perlakuan F7 mempunyai nilai yang berbeda nyata baik dengan kontrol maupun perlakuan puasa lainnya ($P < 0,05$).



Gambar 6. Rerata faktor kondisi dan *hepato somatic index* ikan nila merah (*Oreochromis spp.*) yang dipuasakan dan diberi pakan kembali. (*average of condition factor and hepato somatic index of red tilapia fish were fasted and re-fed every week.*)

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian terlihat terjadi penurunan pada saat akhir periode pemuasaan akibat kekurangan nutrisi yang menyebabkan terjadinya penurunan laju metabolisme, namun terjadi tren peningkatan pertumbuhan setelah periode *refeeding*, walaupun hanya pada perlakuan F7 yang mempunyai pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan kontrol (K), sedangkan pada perlakuan puasa 28 hari menunjukkan pertumbuhan lebih rendah dibanding kontrol dikarenakan waktu *refeeding* terlalu singkat sehingga belum mencukupi kebutuhan untuk terjadinya percepatan pertumbuhan. Menurut Zheng *et al.* (2015), kelaparan menurunkan kapasitas metabolisme jaringan serta menyebabkan terjadinya degradasi endogen sumber energi (lipid, glikogen, dan protein) guna memelihara homeostasis fisiologis ikan, yang menyebabkan penurunan berat badan. Ditambahkan Khotimah (2009) bahwa ikan yang mengalami kelaparan dapat menyebabkan penggunaan energi menjadi efisien karena laju metabolisme yang menurun, kemudian saat proses *refeeding* dilakukan terjadi perombakan energi untuk pertumbuhan yang berasal dari protein pakan.

Pada penelitian ini diketahui terjadi fenomena pertumbuhan kompensatori parsial, total bahkan pertumbuhan kompensatori berlebih pada ikan yang dipuaskan setelah mendapat asupan pakan kembali. Pertumbuhan kompensatori over ditunjukkan oleh perlakuan F7 dengan nilai bobot tubuh yang lebih besar dibanding ikan yang diberi pakan terus-menerus. Adapun pertumbuhan total ditunjukkan perlakuan F14 dan F21 dimana bobot ikan nila merah pada perlakuan tersebut sama dengan kontrol, sedangkan pada perlakuan F28 menunjukkan pertumbuhan kompensatori parsial, yaitu pada perlakuan F28 belum bisa mencapai ukuran yang sama dengan ikan kontrol, tetapi menunjukkan tingkat pertumbuhan yang relatif cepat. Laiz-carión *et al.* (2012) menyatakan bahwa pertumbuhan kompensatori adalah fase pertumbuhan cepat, lebih besar dari pertumbuhan normal atau kontrol, yang terjadi setelah periode pemberian pakan kembali setelah periode mal nutrisi. Pada pertumbuhan kompensatori parsial, ikan belum bisa mencapai ukuran yang sama dengan ikan kontrol, tetapi menunjukkan tingkat pertumbuhan yang relatif cepat, dan memiliki konversi pakan yang lebih baik. Adapun pertumbuhan kompensatori berlebih terjadi ketika hewan yang mengalami pembatasan pakan mencapai ukuran yang lebih besar dengan masa pemeliharaan yang sama dibandingkan hewan yang diberi pakan terus menerus (Jobling *et al.*, 1994; Ali *et al.*, 2003). Ditambahkan Nicieza dan Metcalfe (1997) menyatakan pengaruh kekurangan

nutrisi pada pertumbuhan panjang dan bobot dapat berbeda secara substansi (pertumbuhan panjang meningkat namun bobotnya rendah). Oleh karena itu, dinamika pemulihan pertumbuhan juga akan berbeda, baik dalam tingkat dan waktu kompensatori.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar spesies ikan memiliki pertumbuhan kompensatori ketika pemberian makan diberikan secara normal setelah periode kelaparan (Tian dan Qin, 2003) melaporkan bahwa ikan kakap yang dipuaskan selama 1 minggu dengan masa pemeliharaan 8 minggu menunjukkan pertumbuhan bobot yang sama dengan ikan yang diberi pakan terus menerus (pertumbuhan kompensatori total), sedangkan puasa 2–3 minggu hanya memperlihatkan pertumbuhan kompensatori parsial. Temuan ini mirip pada ikan salmon (*Oncorhynchus mykiss*) yang menunjukkan pertumbuhan kompensatori penuh setelah 1 minggu kelaparan dan pertumbuhan kompensatori parsial setelah 2 atau 3 minggu kelaparan (Montserrat *et al.*, 2007). Begitu pula pada ikan Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) yang dipuaskan selama 1–3 minggu dan diberi pakan kembali selama 8 minggu menunjukkan pertumbuhan kompensatori total (Yarmohammadi *et al.*, 2015). Adapun pada ikan nila hitam (*Oreochromis niloticus*) dilaporkan bahwa puasa selama 5–10 hari yang dilanjutkan dengan pemberian pakan selama 42 hari menghasilkan pertumbuhan kompensatori parsial (Nebo *et al.*, 2013). Gao *et al.* (2015) menyatakan secara potensial, pertumbuhan juvenil ikan nila yang diberi pembatasan pakan (puasa 1–7 hari) dan dipelihara dalam jangka waktu relatif lama (185 hari), pada akhir pemeliharaan dapat menyamai pertumbuhan ikan yang diberi pakan terus-menerus dan menunjukkan efisiensi pakan. Adapun Passinato *et al.* (2015) mengkonfirmasi bahwa pada ikan dewasa (berukuran 200 g) strategi pemberian pakan untuk mengurangi biaya pakan dapat dilakukan dengan puasa 1 hari per minggu tanpa mempengaruhi performans pertumbuhan.

Adanya fenomena pertumbuhan kompensatori dalam penelitian ini selaras dengan nilai pertumbuhan mutlak dan laju pertumbuhan spesifik. Menurut Ali *et al.* (2003), Picha *et al.* (2006), Won dan Borski (2013) pertumbuhan kompensatori biasanya ditandai dengan adanya peningkatan nafsu makan setelah periode kelaparan (hiperfagia), membaiknya rasio konversi pakan dan laju pertumbuhan spesifik tinggi. Ditambahkan Jobling *et al.* (1994) bahwa ada beberapa indikator terjadinya pertumbuhan kompensatori diantaranya dilihat dari tinggi rendahnya nilai laju pertumbuhan spesifik dan nilai pertambahan bobot. Seperti pada penelitian ini, diketahui bahwa ikan nila yang dipuaskan 7 hari, 14 hari dan 21 hari mengalami

penurunan berat badan ketika periode puasa yang signifikan, namun setelah *refeeding* menunjukkan tingkat pertumbuhan bobot dan laju pertumbuhan spesifik yang tinggi dari pada kontrol pada perlakuan 7 hari dan nilai yang sama dengan kontrol pada perlakuan puasa 14 dan 21 hari. Peningkatan nilai SGR selama pemberian makan kembali, di semua perlakuan puasa menunjukkan terjadinya pemulihan kapasitas pertumbuhan dan adanya pertumbuhan kompensatori. Tingginya nilai pertumbuhan ini, terutama pada perlakuan puasa 7 hari diikuti dengan rendahnya nilai konversi pakan (FCR) dibanding kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa pada perlakuan tersebut terjadi perbaikan efisiensi pakan, dimana dengan jumlah pakan yang lebih sedikit mampu meningkatkan pertambahan bobot yang lebih baik. Hasil ini selaras dengan laporan Yarmohammadi *et al.* (2012) bahwa ikan sturgeon Persia yang dipuasakan selama 1 minggu pada masa pemeliharaan 8 minggu mempunyai nilai pertambahan bobot dan laju pertumbuhan spesifik sebesar 75,84 g dan 2,01% bobot/hari, lebih tinggi dibanding kontrol dengan nilai pertambahan bobot 57,16 g dan laju pertumbuhan spesifik 1.61% bobot/hari. Adapun pada puasa 2–4 minggu, walaupun ikan sturgeon mempunyai SGR yang lebih tinggi dibanding kontrol, namun bobot akhirnya masih dibawah ikan kontrol. Nebo *et al.* (2018) melaporkan bahwa pada ikan nila hitam yang dipuasakan 1 minggu dan diberi pakan kembali 90 hari mempunyai nilai SGR yang sama dengan kontrol namun mempunyai pertambahan bobot yang lebih rendah dibanding kontrol. Begitu pula pada ikan nila mujair (*O. mossambicus*) setelah periode pemberian pakan kembali, juvenil ikan yang puasa ini menunjukkan SGR yang lebih tinggi selama enam minggu pemberian pakan kembali, sedangkan pada minggu kedelapan pemberian pakan kembali SGR tidak berbeda dari kontrol. Hasil ini menunjukkan bahwa pertumbuhan kompensatori dibatasi pada enam minggu pertama *refeeding* (Fox *et al.*, 2010).

Dalam penelitian ini, ikan nila merah yang dipuasakan mengalami peningkatan nafsu makan (*hyperphagia*) setelah setiap periode puasa berakhir. Lamanya hiperfagia bervariasi dari beberapa hari hingga beberapa minggu, tergantung oleh lamanya periode puasa. Berdasarkan hasil penelitian diketahui nilai total konsumsi pakan pada akhir pemeliharaan pada perlakuan puasa lebih rendah dari perlakuan kontrol, namun setelah periode puasa selesai, terjadi peningkatan nafsu makan selama beberapa minggu selama periode *refeeding*. Hiperfagia mendorong terjadinya pertumbuhan yang cepat dengan adanya fenomena pertumbuhan kompensatori seperti yang ditunjukkan pada perlakuan F7, F14 dan F21, dimana ikan nila merah yang berpuasa untuk

periode yang lebih lama menunjukkan bahwa ikan secara bertahap memperoleh kemampuan untuk mengimbangi, dan akhirnya mampu mempertahankan hiperfagia dua sampai tiga kali lebih lama dari lamanya periode puasa.

Penampakan hiperfagia adalah mekanisme dimana ikan nila mampu mengkompensasi kehilangan pertumbuhan mereka selama puasa (Abdel-Tawwab *et al.*, 2006). Secara umum, periode hiperfagia adalah dua hingga tiga kali lebih lama dari periode puasa, yang juga terjadi pada mola-mola hibrida (Hayward *et al.*, 1997), yellow perch (Hayward dan Wang, 2001), barramundi (Tian dan Qin, 2004), dan juvenile ikan rainbow trout (Nikki *et al.*, 2004). Menurut Jobling dan Johansen (1999), Yengkokpam *et al.* (2013), ikan yang diberi puasa dan pemberian pakan kembali akan menunjukkan kondisi peningkatan nafsu makan hiperfagia berkontribusi pada pemulihan defisit energi yang disebabkan oleh periode puasa dan menghasilkan peningkatan performa pertumbuhan. Puasa dapat menekan pertumbuhan ikan tetapi ketika pembatasan berakhir dan ikan diberi pakan kembali, maka ikan memiliki kemampuan luar biasa untuk melakukan peningkatan performans pertumbuhan.

Tingkat kelangsungan hidup (sintasan) dalam penelitian ini pada juvenil ikan nila merah yang berukuran bobot (35 g) tidak dipengaruhi oleh puasa hingga empat minggu dengan tingkat kelangsungan hidup tinggi pada akhir percobaan berkisar dari 95%–100%, yang menunjukkan ketahanan dari ikan nila tersebut. Hasil ini selaras dengan laporan Moustofa dan El-Kader (2017) bahwa benih ikan nila monosex (3,5 g) yang dipuasakan 4–15 hari menunjukkan tingkat kelangsungan hidup berkisar dari 70–100%. Ditambahkan Nebo *et al.* (2018) bahwa ikan nila hitam (30,2 g) yang dipuasakan sampai 3 minggu menunjukkan nilai kelangsungan hidup tinggi berkisar dari 79%–84%. Begitu pula pada beberapa spesies lainnya dilaporkan bahwa puasa tidak mempengaruhi kelangsungan hidup seperti pada ikan kakap merah yang dipuasakan 32 hari dilanjutkan dengan *refeeding* 28 hari menunjukkan nilai kelangsungan hidup sebesar 96% (Lee *et al.*, 2016). Pada ikan *Mugil cephalus* diketahui mempunyai kelangsungan hidup 100% setelah masa periode puasa 30 hari (Akbari dan Jahanbakhshi, 2016). Namun pada ikan nila yang lebih kecil (6,6 g) yang diberi puasa selama empat minggu dengan pemberian pakan kembali selama 8 minggu mempunyai kelangsungan hidup yang lebih rendah (60%) (Wang *et al.*, 2009). Selanjutnya pada benih ikan nila merah (0,11 g) yang dipuasakan selama masa pemeliharaan 60 hari menunjukkan kelangsungan hidup rendah sebesar 24%.

Nilai faktor kondisi (FK) dan indeks hepatosomatik (HSI) pada penelitian ini diketahui setiap selesai periode puasa menunjukkan hasil yang lebih rendah dibanding ikan nila merah kontrol, namun setelah *refeeding* pada akhir pemeliharaan menunjukkan hasil yang tidak signifikan dengan kontrol kecuali nilai HSI pada perlakuan 28 hari. Hasil ini menunjukkan bahwa setelah dilakukan *refeeding* tidak ada proses pembatasan dalam sintesis protein sehingga terjadi peningkatan ukuran hati ikan karena kebutuhan nutrisinya terpenuhi. Perubahan relatif pada faktor kondisi dan bobot hati merupakan indikator utama dari kondisi fisiologis dan penurunan berat badan yang disebabkan oleh kekurangan pakan. Hal ini kemungkinan merupakan hasil pemanfaatan energi untuk metabolisme basal, dimana kebutuhan energinya dipenuhi oleh cadangan glikogen hati, diikuti dengan penggunaan protein yang terkandung dalam otot ikan. Indeks hepatosomatik dianggap sebagai indeks morfologi yang peka terhadap pola nutrisi. Caruso et al. (2014) menyatakan bahwa puasa menyebabkan penurunan keseluruhan tingkat enzim pencernaan, enzim yang paling terpengaruh oleh kekurangan makanan diantaranya enzim protease, tripsin, kimotripsin dan karboksipeptidase A, amylase, dan karboksipeptidase B. Enzim ini kemudian meningkat setelah terjadi proses *refeeding*. Ditambahkan Xu et al. (2019) bahwa hati merupakan organ penyimpan energi yang penting. Ketika makanan tidak ada, zat yang disimpan dalam hati ikan dikonsumsi lebih dulu dan indeks hepatosomatik menurun.

Menurut Goede dan Barton (1990), Richter (2007), ukuran sederhana dari tingkat cadangan energi dikenal sebagai faktor kondisi (FK). FK juga merupakan parameter kuantitatif dari keadaan kecukupan nutrisi ikan karena pengaruhnya terhadap pertumbuhan, reproduksi, dan kelangsungan hidup. Caruso et al. (2012) menyatakan nilai HSI yang rendah dapat dikaitkan dengan masalah gizi karena ukuran hati ikan relatif berkorelasi dengan status gizi. Penurunan yang signifikan dari nilai HSI pada perlakuan puasa, menunjukkan pentingnya keberadaan cadangan lemak hati selama periode puasa pada ikan nila. Hasil pada penelitian ini selaras dengan laporan Sakyi et al. (2020) bahwa pada ikan nila hitam yang dipuasakan 3–21 hari mempunyai nilai-nilai faktor kondisi dan HSI lebih rendah dari kontrol menurun sesuai lamanya periode puasa yang berkisar dari 1,14–1,54 (FK) dan 1,11–2,12 (HSI), namun setelah periode *refeeding* selama 21 hari menunjukkan nilai yang tidak signifikan dengan perlakuan kontrol.

Penurunan nilai FK dan HSI dilaporkan pula oleh Gabriel et al. (2018) bahwa pada ikan mujair

yang dipuasakan 2 hari dan *refeeding* 2–4 hari secara berkala selama masa pemeliharaan 60 hari menunjukkan nilai FK dan HSI yang lebih rendah dibanding kontrol berskisar dari 1,76–1,83. Begitu pula pada ikan nila yang diberi pakan dengan frekuensi sekali dalam 1 hari mempunyai nilai FK dan HSI lebih rendah dibanding ikan yang diberi pakan 2–4 kali sehari (Thongprajukaew et al., 2017). Adapun pada spesies lain dilaporkan seperti pada ikan belanak memperlihatkan penurunan nilai FK berkisar dari 0,41–0,55 dan HSI berkisar dari 0,80–0,92 setelah dipuasakan 10, 20 dan 30 hari (Akbariy dan Jahanbakhshi, 2016). Kemudian pada ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang dipuasakan 14 hari mengalami penurunan nilai FK dan HSI, namun setelah 14 hari *refeeding* pada akhir pemeliharaan menunjukkan nilai yang tidak signifikan dengan kontrol (Xu et al., 2019). Namun pada ikan red porgy (*Pagrus pagrus*) yang dipuasakan 2 dan 14 hari kemudian diberi pakan 7 dan 15 hari mempunyai nilai yang sama dengan ikan yang diberi pakan terus menerus (Caruso et al., 2012).

KESIMPULAN

Puasa memberikan pengaruh negatif terhadap pertumbuhan dan nilai biometri ikan nila merah, namun setelah periode *refeeding* menunjukkan adanya fenomena pertumbuhan kompensatori parsial (puasa 28 hari), total (puasa 14 dan 21 hari), dan berlebih (puasa 7 hari).

Ikan nila merah yang dipuasakan selama 7 hari mempunyai performa pertumbuhan dan efisiensi pakan yang lebih baik dibandingkan perlakuan kontrol dan perlakuan puasa lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Balai Riset Pemuliaan Ikan yang telah membiayai penelitian ini dan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran yang telah mendukung kelancaran penelitian ini. Kepada Dr. Joni Haryadi, M.Sc dan Dr.rer.nat. Tri Dewi Kusumaningrum Pribadi, M.Si yang telah memberi saran dalam penelitian ini. Kemudian kepada saudara Lamanto, S.Pi dan para teknisi yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Tawwab, M., Khattab, Y.A.E., Ahmad, M.H. and Shalaby, A.M.E., 2006. Compensatory growth, feed utilization, whole-body composition, and hematological changes in starved juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Journal of Applied Aquaculture*, 18(3), pp. 37–52.
- Akbariy, P. and Jahanbakhshi, A., 2016. Effect of starvation on growth, biochemical,

- hematological and non-specific immune parameters in two different size groups of grey mullet, *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758). *Acta Ecologica Sinica*, 36(3), pp. 205–211.
- Ali, M., Nicieza, A. and Wootton, R.J., 2003. Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. *Fish and Fisheries*, 4(2), pp.147–190.
- Blanquet, I. and Oliva-Teles, A., 2010. Effect of feed restriction on the growth performance of turbot (*Scophthalmus maximus* L.) juveniles under commercial rearing conditions. *Aquaculture Research*, 41(8), pp.1255- 1260.
- Breves, J.P., Tipmark, C.K., Stough, B.A., Seale, A.P., Flack, B.R., Moorman, B.P. and Grau, E.G., 2014. Nutritional status and growth hormone regulate insulin-like growth factor binding protein (igfbp) transcripts in Mozambique tilapia. *General and Comparative Endocrinology*, 207, pp. 66–73.
- Broekhuizen, N., Gurney, W.S.C., Jones, A. and Bryant, A.D., 1994. Modelling compensatory growth. *Functional Ecology*, 8, pp. 770–782.
- Caruso, G., Denaro, M.G., Caruso, R., Genovese, L., Mancari, F. and Maricchiolo, G., 2012. Short fasting and refeeding in red porgy (*Pagrus pagrus*, Linnaeus 1758): Response of some haematological, biochemical and non specific immune parameters. *Marine Environmental Research*, 81, pp. 18–25.
- Caruso, G., Denaro, M.G., Caruso, R., De Pasquale, F., Genovese, L. and Maricchiolo, G., 2014 Changes in digestive enzyme activities of red porgy *Pagrus pagrus* during a fasting-refeeding experiment. *Fish Physiology and Biochemistry*, 40(5), pp. 1373–1382.
- Cuvin-Aralar L.M., Gibbs P., Palma A., Andayog, A. and Noblefranca, L., 2012. Skip feeding as an alternative strategy in the production of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linn.) in cages in selected lakes in the Philippines. *Philippine Agricultural Scientist*, 95(4), pp. 378–385.
- Davis, K.B. and Gaylord, T.G., 2011. Effect of fasting on body composition and responses to stress in sunshine bass. *Comparative Biochemistry and Physiology - A Molecular and Integrative Physiology*, 158(1), 30–36.
- Effendi, I., 1997. *Biologi Perikanan*. Yogyakarta. Yayasan Pustaka Nusatama.
- Fox, B.K., Breves, J.P., Davis, L.K., Pierce, A.L., Hirano, T. and Grau, E.G., 2010. Tissue specific regulation of the growth hormone/ insulin-like growth factor axis during fasting and re-feeding. *General and Comparative Endocrinology*, 166(3), pp. 573–580.
- Gabriel, N.N., Omoregie, E. and Tjipute, M., 2017. Short-term cycles of feed deprivation and refeeding on growth performance, feed utilization, and fillet composition of Hybrid tilapia (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*) directorate of aquaculture, ministry of Fisheries and Marine Resources. *The Israeli Journal of Aquaculture*, 69, pp.1–7.
- Gao, Y., Wang, Z., Hur, J., Wook, and Lee, J.Y., 2015. Body composition and compensatory growth in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* under different feeding intervals. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 33 (4), pp. 945–956.
- Goddard, S., 1996. *Feed management in intensive aquaculture*. 3rd edition. Chapman and Hall. London. pp. 194.
- Goede, R.W. and Barton, B.A., 1990. Organismic indices and an autopsy-based assessment as indicators of health and condition in fish. In: Adam, S.M., Ed., *Biological Indicators of Stress in Fish*, *American Fisheries Society, Symposium 8*, Bethesda, pp. 93–108
- Hayward, R.S., Noltie, D.B. and Wang, N., 1997. Use of compensatory growth to double hybrid sunfish growth rates use of compensatory growth to double. *Transactions of the American Fisheries Society*, 126(2), pp. 316–322.
- Hayward, R.S. and Wang, N., 2001. Failure to induce over-compensation of growth in maturing yellow perch. *Journal of Fish Biology*, 59(1), pp. 126–140.
- Jobling M., 1994. *Fish Bioenergetics*. Chapman and Hall. London.
- Jobling, M. and Johansen, S.J.S., 1999. The lipostat, hyperphagia and catch-up growth. *Aquaculture Research*, 30(7), pp. 473–478
- Khotimah F.H., 2009. Laju metabolisme rutin dan aktivitas enzim protease total pada ikan gurame (*Osphronemus gouramy* Lac.) yang dipuaskan secara periodik. *Tesis*. Pasca Sarjana Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto. 64 p.
- Laiz-Carrión, R., Viana, I.R., Cejas, J.R., Ruiz-Jarabo, I., Jerez, S., Martos, J.A. and Mancera, J.M., 2012. Influence of food deprivation and high stocking density on energetic metabolism and stress response in red porgy, *Pagrus pagrus* L. *Aquaculture International* 20(3): 585–599.
- Lee, J.Y., Lee, J.H. and Hur, J.W., 2016. Effect of starvation on survival and physiological response in red sea bream *Pagrus major* in summer. *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 49(5), pp. 620–627.
- Jobling, M., 1994. *Fish Bioenergetics*. Chapman and Hall, London. pp.309.
- MF, A.A., Moneim, A., Yones, M. and Metwalli, A., 2019. Effect of fasting and inclusion plant

- protein on growth and feed efficiency of hybrid red tilapia (*Oreochromis mossambicus* × *Oreochromis niloticus*) fry. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 7(5), pp. 54–61.
- Montserrat, N., Gómez-Requeni, P., Bellini, G., Capilla, E., Pérez-Sánchez, J., Navarro, I. and Gutiérrez, J., 2007. Distinct role of insulin and IGF-I and its receptors in white skeletal muscle during the compensatory growth of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, 267(1), pp. 188–198.
- Moustafa, E.M.M., El-kader, and M.F.A., 2017. Effects of different starvation intervals and refeeding on growth and some hematological parameters in *Oreochromis niloticus* Monosex fries. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 5(3), pp. 171–175.
- Nebo, C., Portella, M.C., Carani, F.R., de Almeida, F.L.A., Padovani, C.R., Carvalho, R.F. and Dal-Pai-Silva, M., 2013. Short periods of fasting followed by refeeding change the expression of muscle growth-related genes in juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Comparative Biochemistry and Physiology - B Biochemistry and Molecular Biology*, 164(4), pp. 268–274.
- Nebo, C., Gimbo, R.Y., Kojima, J.T., Overturf, K., Dal-Pai-Silva, M. and Portella, M.C., 2018. Depletion of stored nutrients during fasting in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) juveniles. *Journal of Applied Aquaculture*, 30(2), pp. 157–173.
- Nicieza, A.G. and Metcalfe, N.B., 1997. Growth compensation in juvenile Atlantic salmon: Responses to depressed temperature and food availability. *Ecology*, 78(8), pp. 2385–2400.
- Nikki, J., Pirhonen, J., Jobling, M. and Karjalainen, J., 2004. Compensatory growth in juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), held individually. *Aquaculture*, 235(1–4), pp. 285–296.
- [NRC] National Research Council., 1997. *Nutrient requirements of warmwater fishes. Sub committee on warmwater fish nutrition. Committee on animal nutrition board on agriculture and renewable resources*. National Academy Science, Washington DC.
- Passinato, É.B., de Magalhães, J.F.O., Cipriano, F.D.S., de Souza, R.H.B., de Lima, K.S., Chiapetti, J. and Braga, L.G.T., 2015. Performance and economic analysis of the production of Nile tilapia submitted to different feeding management. *Semina: Ciências Agrárias*, 36(6), pp. 4481–4491.
- Picha, M.E., J.T., Silverstein, and R.J., Borski., 2006. Discordant regulation of hepatic IGF-I mRNA and circulating IGF-I during compensatory growth in a teleost, the hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *Morone saxatilis*). *General and Comparative Endocrinology* 134, pp. 196–205.
- Richter, T.J., 2007. Development and evaluation of standard weight equations for bridgelp suckers and largescale suckers. *North American Journal of Fisheries Management*, 27(3), pp. 936–939.
- Robisalmi, A., Alipin, K., Gunadi, B., 2020. Effect of periodic feed restrictions and refeeding on compensatory growth and blood physiology of red tilapia (*Oreochromis spp*). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 21(1), pp.23–38.
- Ryan, W.J., 1990. Compensatory growth in cattle and sheep. *Nutritional Abstract Review of Series B* 60, pp. 653–664.
- Sakyi, M.E., Cai, J., Tang, J., Xia, L., Li, P., Abarike, E.D. and Jian, J., 2020. Short term starvation and re-feeding in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758): Growth measurements, and immune responses. *Aquaculture Reports*, 16(1), pp. 100–261.
- Takahashi, L.S., Biller, J.D., Criscuolo-Urbinati, E. and Urbinati, E.C., 2011. Feeding strategy with alternate fasting and refeeding: Effects on farmed pacu production. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 95(2), pp. 259–266.
- Tian, X. and Qin, J.G., 2003. A single phase of food deprivation provoked compensatory growth in barramundi *Lates calcarifer*. *Aquaculture*, 224(1–4), pp.169–179.
- Tian, X. and Qin, J.G., 2004. Effects of previous ration restriction on compensatory growth in barramundi *Lates calcarifer*. *Aquaculture*, 235, pp. 273–283.
- Thodesen, J., Rye, M., Wang, Y.X., Li, S.J., Bentsen, H.B., Yazdi, M.H. and Gjedrem, T., 2013. Genetic improvement of tilapias in China: Genetic parameters and selection responses in growth, survival and external color traits of red tilapia (*Oreochromis spp.*) after four generations of multi-trait selection. *Aquaculture*, 416–417, pp.354–366.
- Thongprajukaew, K., Kovitvadhi, S., Kovitvadhi, U. and Preprame, P., 2017. Effects of feeding frequency on growth performance and digestive enzyme activity of sex-reversed Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). *Agriculture and Natural Resources*, 51(4), pp. 292–298.
- Wang, Y., Li, C., Qin, J.G. and Han, H., 2009. Cyclical feed deprivation and refeeding fails to enhance compensatory growth in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture*

- Research*, 40(2), pp. 204–210.
- Won, E.T. and Borski, R.J., 2013. Endocrine regulation of compensatory growth in fish. *Frontiers in Endocrinology*, 4, pp. 1–13.
- Xu, Y., Tan, Q., Kong, F., Yu, H., Zhu, Y., Yao, J. and Abouel Azm, F.R., 2019. Fish growth in response to different feeding regimes and the related molecular mechanism on the changes in skeletal muscle growth in grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*). *Aquaculture*, 512, pp. 734–295.
- Yarmohammadi, M., Pourkazemi, M., Kazemi, R., Pourdehghani, M., Hassanzadeh Saber, M. and Azizzadeh, L., 2015. Effects of starvation and re-feeding on some hematological and plasma biochemical parameters of juvenile Persian sturgeon *Acipenser persicus* Borodin, 1897. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 13 (2), pp. 129–140.
- Yengkokpam, S., Debnath, D., Pal, A.K., Sahu, N. P., Jain, K.K., Norouzitallab, P. and Baruah, K., 2013. Short-term periodic feed deprivation in *Labeo rohita* fingerlings: Effect on the activities of digestive, metabolic and anti-oxidative enzymes. *Aquaculture*, 412–413, pp. 186–192.
- Zheng, Y., Cheng, X. and Tang, H., 2015. Effects of starvation and refeeding on digestive enzyme activity of *Megalobrama pellegrini*. *Advance Journal of Food Science and Technology*. 7(4), pp. 230–234.
- Zhu, W., Wang, L., Dong, Z., Chen, X., Song, F., Liu, N. and Fu, J., 2016. Comparative transcriptome analysis identifies candidate genes related to skin color differentiation in Red tilapia. *Scientific Reports*, 6(August), pp.1–12.
- Zonneveld N., Huisman E,A. dan Boon J.H., 1976. *Prinsip-prinsip budidaya ikan*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.