

Efek pembatasan dan pemberian pakan kembali secara berkala terhadap pertumbuhan kompensatori dan faal darah ikan nila merah, *Oreochromis* spp.

[Effect of periodic feed retrictions and refeeding on compensatory growth and blood physiology of of red tilapia (*Oreochromis* spp.)]

Adam Robisalmi*^{1,2}, Kartiawati Alipin¹, Bambang Gunadi²

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

²Balai Riset Pemuliaan Ikan

Jl. Raya 2 Sukamandi Pantura, Subang Jawa Barat

*Korespondensi: adam19002@mail.unpad.ac.id, kartiawati@unpad.ac.id, bbgunadi@gmail.com

Diterima: 8 Oktober 2020; Disetujui: 22 Desember 2020

Abstrak

Ikan nila merah merupakan salah satu jenis ikan yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Peningkatan pertumbuhan dan efisiensi pakan dapat dilakukan dengan strategi pembatasan pakan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh pembatasan dan pemberian pakan kembali secara berkala (setiap minggu) terhadap pertumbuhan kompensatori dan kondisi fisiologis ikan nila merah selama fase pembesaran. Kegiatan dilakukan di Balai Riset Pemuliaan Ikan selama 4 bulan. Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap 4 perlakuan dengan 3 kali ulangan yaitu kontrol (ikan diberi pakan setiap hari), 1 (1 hari puasa dalam seminggu), 2 (2 hari puasa dalam seminggu), dan 3 (3 hari puasa dalam seminggu). Pemeliharaan dilakukan pada bak beton ukuran 2 x 1 x 0,8 m³ dengan padat tebar 10 ekor m⁻². Selama masa pemeliharaan 120 hari ikan diberi pakan secara satiasi dua kali sehari. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$) pada nilai pertumbuhan bobot, laju pertumbuhan spesifik, pertumbuhan harian dan nisbah konversi pakan antara kontrol dengan perlakuan lainnya, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan 1. Adapun nilai sintasan tertinggi ditunjukkan perlakuan 1. Nilai faal darah ikan yang diberi pembatasan pakan terdiri sel darah merah, sel darah putih, hematokrit dan hemoglobin menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dibandingkan ikan kontrol ($P > 0,05$) yaitu berada pada nilai normal. Pembatasan pakan 1 hari dalam seminggu menunjukkan pertumbuhan kompensatori parsial dengan efisiensi pakan yang lebih baik dibanding ikan yang diberi pakan setiap hari.

Kata penting: Pembatasan pakan, pertumbuhan kompensatori, faal darah, ikan nila merah.

Abstract

Red tilapia is a one of the economically important fish species. In order to increase growth and feed efficiency, feed restriction strategies can be carried out. This study aims to determine the effect of periodic (weekly) restriction of feed on compensatory growth and physiological responses of red tilapia during the enlargement phase. The activity was carried out at the Fish Breeding Research Center for 4 months. The research method used a completely randomized design (CRD) 4 treatments with 3 replications, namely control (fish were fed daily), 1 (1 fasting day a week), 2 (2 fasting days a week), and 3 (3 fasting days a week). Fish rearing was conducted on the concrete tub measuring 2 x 1 x 0.8 m³ with a stocking density of 10 fish m⁻². During the maintenance period of 120 days the fish were fed satiation twice a day. The results showed significant differences ($P < 0.05$) in the value of weight growth, specific growth rate, daily growth and feed conversion ratio between control and other treatments, but not significantly different from treatment S1. The highest survival value was indicated by S1 treatment. The blood faal values of fish that were given feed restrictions consisting of red blood cells, white blood cells, hematocrit and hemoglobin showed that there was not significantly different than control fish ($P > 0.05$), which was at normal values. Restriction of feed to 1 day a week showed partial compensatory growth with better feed efficiency than fish fed daily.

Key words: feed restriction, compensatory growth, blood physiology, red tilapia.

Pendahuluan

Ikan nila merah merupakan ikan yang banyak digemari di kawasan Asia dan Amerika Latin dan memiliki harga jual yang tinggi dikarenakan warnanya (warna merah) yang menyerupai beberapa spesies ikan laut (Pongthana *et al.* 2010). Pakan merupakan komponen terbesar pada budidaya ikan nila yaitu sekitar 60-70% dari total biaya produksi (Borski *et al.* 2011). Upaya meningkatkan pertumbuhan dan memaksimalkan keuntungan pada budidaya ikan nila merah, memerlukan strategi manajemen pemberian pakan, salah satunya dengan melakukan pembatasan atau mengurangi asupan pakan (Cuvin-Aralar *et al.* 2012). Yengkokpam *et al.* (2013) menyatakan bahwa pembatasan pakan merupakan strategi dalam manajemen pakan yang menarik minat luas budidaya. Strategi ini diyakini bisa menguntungkan karena ada fenomena yang disebut pertumbuhan kompensatori, yaitu terjadinya laju pertumbuhan yang dipercepat sebagai hasil dari pemberian pakan kembali pada ikan yang sesuai setelah jangka waktu tertentu mengalami pembatasan pakan atau terkena paparan kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan untuk tumbuh seperti suhu rendah, oksigen rendah, dan proses reproduksi (Ali *et al.* 2003). Selain itu, pembatasan pakan selama jangka pendek juga dapat mengurangi kematian akibat wabah penyakit, mengatasi kualitas air yang buruk, dan mengurangi stres saat penanganan (Shoemaker *et al.* 2003, Davis & Gaylord 2011). Beberapa hasil penelitian tentang pengaruh pembatasan pakan terhadap per-

tumbuhan kompensatori telah dilaporkan khususnya pada ikan nila, namun hasilnya menunjukkan belum ada yang konsisten, di mana terjadi perbedaan pola pertumbuhan kompensatori yaitu tidak ada pertumbuhan kompensatori (Cuvin-Aralar *et al.* 2012), pertumbuhan kompensatori parsial (Passinato *et al.* 2015) dan terjadi pertumbuhan kompensatori total Gao *et al.* (2015). Perbedaan terjadi dimungkinkan terkait dengan metode pembatasan yang digunakan, kondisi lingkungan, dan kondisi fisiologis ikan.

Pembatasan pakan pada ikan akan dapat menyebabkan kelaparan yang berimplikasi pada terhentinya pertumbuhan dan menyebabkan stress. Kelaparan menyebabkan stres metabolik yang disebabkan oleh perubahan metabolik untuk produksi energi yang lebih tinggi dan mengaktifkan produksi protein fase akut yang melindungi ikan dari kerusakan oksidatif dan sel (Arjona *et al.* 2009). Kelaparan akibat pembatasan pakan diketahui menentukan perubahan signifikan dalam fisiologi tubuh ikan, terutama pada sistem metabolisme, nisbah RNA / DNA dan protein (Navarro & Gutiérrez, 1995; Hung *et al.* 1997), serta tingkat keparahannya dapat bervariasi bergantung kepada usia ikan dan durasi pembatasan pakan (Gutiérrez *et al.* 1991; Echevarría *et al.* 1997). Wendelaar Bonga (1997) bahwa ikan teleostei mampu beradaptasi pada kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan dengan mengeluarkan respons stres yang khusus. Pada saat ikan tidak diberi pakan, ikan akan menggunakan berbagai perilaku fisiologis sebagai respons

untuk memenuhi kebutuhan metabolisme tubuh dari cadangan energi (Navarro & Gutiérrez 1995).

Selama ini belum banyak laporan mengenai pengaruh pembatasan pakan dengan metode pemuasaan terhadap kan nila merah. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengevaluasi pertumbuhan kompensatori dan mengetahui faal darah pada ikan nila merah yang diberi perlakuan pembatasan dan pemberian pakan kembali secara berkala (setiap minggu) pada fase pembesaran.

Metode

Kegiatan dilakukan di Balai Riset Pemuliaan Ikan Sukamandi selama 4 bulan pada Mei sampai Agustus 2020. Ikan uji adalah yuwana ikan nila merah generasi pertama (G1) hasil seleksi famili pada tahun 2019. Ikan yang digunakan berukuran panjang $11,47 \pm 0,26$ cm dan bobot tubuh $27,58 \pm 1,00$ g. Wadah pemeliharaan yang digunakan untuk penelitian berupa kolam tembok sebanyak 12 unit dengan ukuran $2 \times 1 \times 1$ m³ yang diisi air bervolume 1500 dm³. Total ikan yang digunakan berjumlah 240 ekor dengan padat tebar untuk setiap wadah yaitu 20 ekor. Sebelum diberi perlakuan ikan diaklimatisasi dengan pakan secara *at satiation* dari bobot biomassa dengan frekuensi 2 kali sehari (pagi dan sore) selama 1 minggu.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak lengkap dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan, yaitu ikan yang diberi pakan terus-menerus (0), ikan yang mendapat lama

pembatasan pakan satu hari dan diberi pakan 6 hari (1), ikan yang mendapat lama pembatasan pakan dua hari dan diberi pakan 5 hari (2), dan ikan yang mendapat lama pembatasan pakan 3 hari dan diberi pakan 4 hari (3), masing-masing secara berkala mingguan selama 120 hari. Selama pemeliharaan ikan diberi pakan komersial berkadar protein 30-32% dengan frekuensi 2 kali sehari (pagi-sore) secara *at satiation*. Untuk menjaga kualitas air dilakukan kegiatan penyiponan dan pergantian air sebanyak 60% setiap dua hari sekali.

Pengukuran pertumbuhan

Kegiatan sampling dilakukan setiap dua minggu sekali meliputi pengukuran panjang dan penimbangan bobot. Parameter yang diamati pada penelitian ini meliputi pertumbuhan mutlak, pertumbuhan harian, laju pertumbuhan spesifik, nisbah konversi pakan, konsumsi pakan, dan sintasan. Jumlah sampel yang diamati sebanyak 10 perulangan. Berikut adalah beberapa rumus yang digunakan.

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

$$\Delta L = L_t - L_0$$

L_0 = panjang awal (cm)

L_t = panjang akhir (cm)

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

$$\Delta W = W_t - W_0$$

W_0 = bobot awal (g)

W_t = bobot pada waktu t (g)

Pertumbuhan harian (perbedaan bobot ikan pada awal penebaran dengan bobot ikan saat pemanenan dibandingkan dengan waktu pemeliharaan)

$$\text{Pertumbuhan harian} = \frac{W_t - W_0}{t}$$

T = waktu pemeliharaan (hari)

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

$$\text{LPS} = \frac{\ln(W_t) - \ln(W_0)}{t} \times 100\%$$

LPS = Laju pertumbuhan spesifik

Nisbah konversi pakan

$$\text{Nisbah konversi pakan} = \frac{F}{(W_t + D) - W_0}$$

D = bobot ikan yang mati selama pemeliharaan
 F = jumlah pakan yang dikonsumsi

Sintasan (SR)

$$\text{Sintasan} = \frac{N_t}{N_0} \times 100\%$$

N_t = jumlah ikan di akhir pemeliharaan (ekor)
 N_0 = jumlah ikan di awal pemeliharaan (ekor)

Pengukuran biometri

Pengukuran biometri untuk menentukan faktor kondisi ikan (FK), dilakukan pada akhir penelitian dengan mengukur panjang total dan menimbang bobot tubuh akhir masing-masing individu ikan. Kemudian dilakukan pula pengukuran indeks hepatosomatik (HSI) dan indeks viscerosomatik (VSI) dengan cara ikan dibedah dan diambil bagian

hati serta visceral dari masing-masing perlakuan (3 ekor per ulangan).

Faktor kondisi

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

W = bobot akhir (g)

L = panjang akhir (cm)

Index hepatosomatik (IHS)

$$\text{IHS} = \frac{L_w}{W} \times 100$$

L_w = bobot hati (g)

W = bobot tubuh

Index viscerosomatik (IVS)

$$\text{IVS} = \frac{V_w}{W} \times 100$$

Pengukuran faal darah

Pada akhir pemeliharaan dilakukan pengambilan sampel darah untuk mengevaluasi/meneliti faal darah ikan. Sampel darah diambil pada bagian pangkal ekor menggunakan *syringe* 3 ml yang sudah dibilas dengan cairan anti koagulan EDTA 10%. Darah yang telah diambil, dimasukkan ke dalam tabung eppendorf untuk segera diamati gambaran darahnya. Jumlah ikan yang digunakan sebanyak 12 ekor/perlakuan (3 ekor per masing-masing ulangan). Parameter faal darah yang diamati terdiri atas sel darah merah, sel darah putih, nilai hematokrit, dan kadar hemoglobin.

Perhitungan jumlah sel darah merah menggunakan formula Nabib & Pasaribu (1989) sebagai berikut :

$$\text{Jumlah sel darah merah} = \frac{A}{N} \times \frac{1}{V} \times F_p$$

A = jumlah sel terhitung

V = volume kotak haemocytometer
 N = jumlah kotak haemocytometer yang diamati
 Fp = faktor pengenceran

Pengamatan dan penghitungan jumlah sel darah putih dilakukan berdasarkan prosedur Blaxhall & Daisley (1973). Penghitungan dilakukan pada 5 kotak besar. Jumlah sel darah putih yang terhitung dikonversikan dengan rumus:

$$\text{Jumlah sel darah putih} = \frac{SP}{VKB} \times Fp$$

SP = \sum sel darah putih terhitung
 VKB = volume kotak besar
 Fp = Faktor Pengenceran

Penentuan nilai hematokrit di dalam darah dilakukan dengan metode mikro hematokrit. Nilai hematokrit ditentukan dengan mengukur persentase volume sel darah merah dengan volume total darah menggunakan alat baca mikrohematokrit dan dinyatakan dalam persentase (% Ht) (Anderson & Siwicki 1993).

$$\text{Hematokrit} = \frac{VM}{VT} \times 100$$

VM = Panjang volume sel darah merah yang mengendap
 VT = Panjang total volume darah dalam tabung

Penentuan kadar Hb dilakukan dengan menggunakan metode Hematin asam dengan Hemometer Sahli-Hellige (g/dL). Pembacaan skala dilakukan dengan melihat tinggi permukaan larutan yang dikocok dengan skala lajur g% yang menunjukkan banyaknya Hb dalam gram setiap 100 ml darah dan dinyatakan dalam persentase (% Hb).

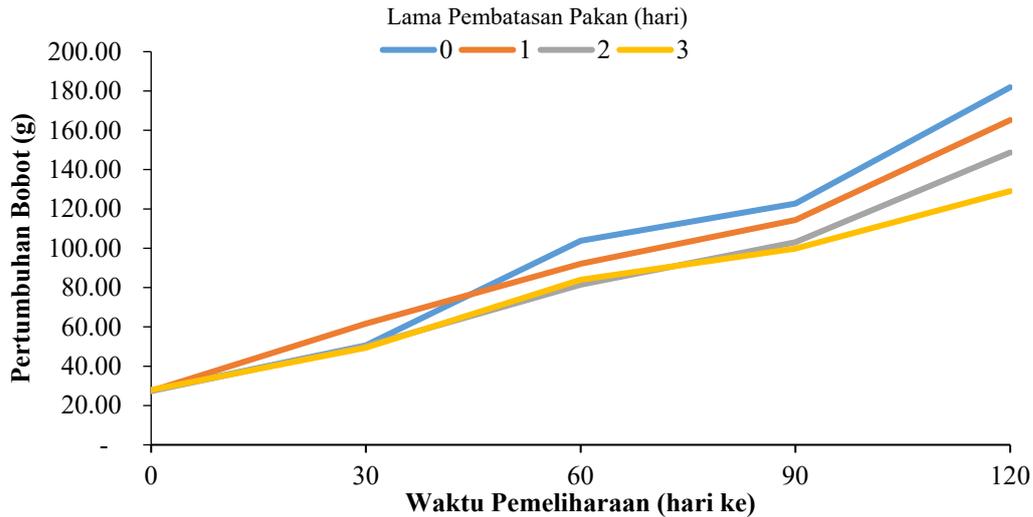
Analisis data

Data yang diperoleh dianalisis metode *Analysis of variance (ANOVA)* yang dilanjutkan dengan uji beda nyata jujur (*Tukey's honestly significance difference*) menggunakan dengan program SPSS 22.

Hasil

Berdasarkan hasil penelitian selama 120 hari diketahui yuwana ikan nila merah mengalami peningkatan bobot setiap bulan sampai akhir pemeliharaan (Gambar 1). Kondisi ini menunjukkan bahwa walaupun ikan diberi pembatasan pakan, namun tetap mengalami peningkatan pertumbuhan, ketika ikan diberi pakan kembali. Pola pertumbuhan tertinggi ditunjukkan perlakuan 0 (ikan yang diberi pakan terus-menerus) dan pertumbuhan terendah ditunjukkan perlakuan 3 (ikan yang diberi pembatasan pakan 3 hari dan diberi pakan 4 hari dalam seminggu). Perlakuan 2 (ikan yang diberi pembatasan pakan 1 hari dan diberi pakan 6 hari dalam seminggu) mempunyai bobot akhir yang tidak berbeda nyata dibanding perlakuan S0 ($P < 0,05$) dan menunjukkan pertumbuhan yang lebih tinggi 9,97 % dan 23,27% dibanding dua perlakuan pembatasan pakan lainnya.

Pada Tabel 1 diketahui hasil pengamatan pertumbuhan yuwana ikan nila merah selama pemeliharaan 120 hari pada berbagai perlakuan pembatasan pakan. Ikan yang diberi pakan terus-menerus / pembatasan pakan 0 hari menunjukkan pertumbuhan panjang dan bobot mutlak tertinggi sebesar $9,34 \pm 1,30$ cm dan $154,24 \pm 7,75$ g, sedangkan pertumbuhan



Gambar 1 Pola pertumbuhan yuwana ikan nila merah selama 120 pemeliharaan

panjang dan bobot mutlak terendah ditunjukkan perlakuan pembatasan pakan 3 hari dengan nilai $7,71 \pm 0,37$ cm dan $101,15 \pm 5,07$ g. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pertumbuhan panjang mutlak pada semua perlakuan menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Hal ini berbeda dengan karakter bobot, di mana pertumbuhan bobot mutlak pada perlakuan lama pembatasan pakan 2 hari dan lama pembatasan pakan 3 hari menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($P < 0,05$) dibandingkan lama pembatasan pakan 0 hari. Adapun pada perlakuan 1 hari menunjukkan adanya fenomena pertumbuhan kompensatori, dimana ikan yang diberi pembatasan pakan 1 hari dalam seminggu mempunyai pertumbuhan bobot mutlak yang tidak berbeda nyata dengan populasi ikan yang diberi pakan terus-menerus (0 hari) ($P > 0,05$).

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan karakter biometrik yaitu nilai faktor kondisi

yang menunjukkan indikator kesehatan ikan dilihat dari pertumbuhan dan jumlah konsumsi pakan. Faktor kondisi tertinggi yuwana ikan nila merah pada akhir pemeliharaan dengan nilai $2,25 \pm 0,18$ g cm⁻³ ditunjukkan perlakuan lama pembatasan pakan 0 hari, sedangkan faktor kondisi terendah pada lama pembatasan pakan 3 hari yaitu sebesar $1,81 \pm 0,07$ g cm⁻³ (Tabel 1). Selain faktor kondisi, dilakukan pula pengamatan pada bobot hati dan visceral ikan pada akhir penelitian. Nilai rerata IHS dan IVS tertinggi yaitu $2,24 \pm 0,21\%$ dan $10,72 \pm 0,92\%$ terdapat pada perlakuan kontrol (pembatasan pakan 0 hari) dan nilai rerata terendah pada perlakuan pembatasan pakan 3 hari dalam seminggu yaitu $1,53 \pm 0,14\%$ dan $9,03 \pm 0,50\%$. Hasil analisis statistik diketahui bahwa nilai faktor kondisi dan IHS pada perlakuan kontrol mempunyai nilai berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan lama pembatasan pakan 2 hari dan lama pembatasan pakan 3 hari

Tabel 1 Rerata panjang, bobot, pertumbuhan panjang, pertumbuhan bobot, indeks hepatosomatik (IHS), indeks viscero somatik (IVS), dan faktor kondisi yuwana ikan nila merah

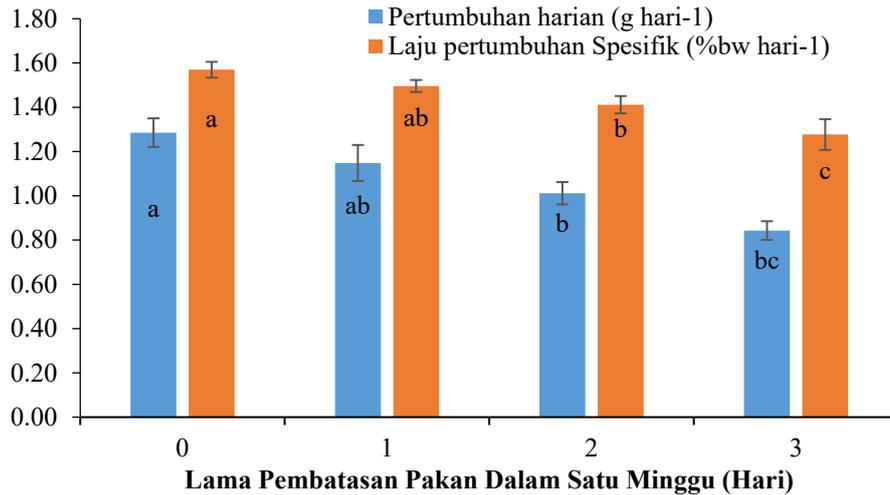
Parameter	Lama pembatasan pakan dalam satu minggu (hari)			
	0	1	2	3
Panjang awal (cm)	11,27±0,34	11,43±0,02	11,65±0,29	11,52±0,22
Panjang akhir (cm)	20,61±1,21	20,32±0,07	20,45±0,34	19,23±0,22
Bobot awal (g)	27,64±0,61	27,41±0,93	27,33±1,19	27,91±1,58
Bobot akhir (g)	181,88±,89	165,18±10,67	148,70±6,50	129,07±3,58
Pertumbuhan panjang (cm)	9,34±1,30a	8,89±0,10a	8,80±0,58a	7,71±0,37a
Pertambahan bobot (g)	154,24±7,75a	137,77±9,78ab	121,37±6,06b	101,15±5,07c
Total konsumsi pakan (g)	4440,79±818,32a	5156,50±215,18a	2639,86±104,74b	2657,10±147,42b
Biomassa (g)	1451,23±786,91b	2748,80±174,14a	1627,03±50,00b	1590,80±50,00b
Indeks hepato somatic (%)	2,24±0,21a	1,91±0,12ab	1,71±0,17b	1,53±0,14b
Indeks viscero somatic (%)	10,72±0,92a	10,07±0,65a	9,76±0,50a	9,03±0,50a
Faktor kondisi	2,25±0,18a	2,01±0,09ab	1,89±0,03b	1,81±0,07b

*nilai pada baris dengan notasi yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata ($P>0.05$)

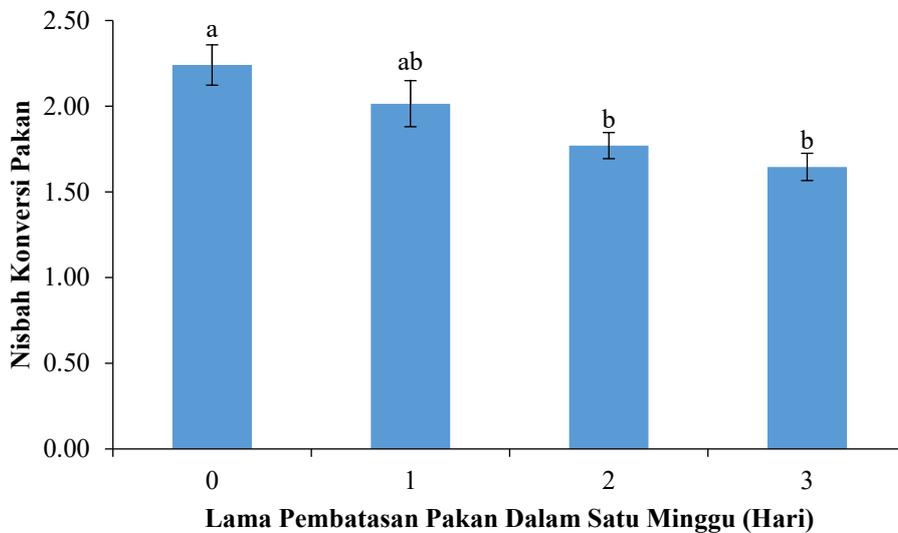
namun tidak berbeda dengan lama pembatasan pakan 1 hari ($P>0,05$). Adapun pada parameter IVS menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($P>0,05$). Rendahnya nilai FK, IHS dan IVS pada perlakuan lama pembatasan pakan 3 hari akibat terbatasnya jumlah pakan yang dikonsumsi selama pemeliharaan mengakibatkan rendahnya rerata bobot tubuh.

Untuk mengevaluasi pertumbuhan kompensatori dilakukan pula pengamatan parameter pertumbuhan lainnya yaitu nilai pertumbuhan harian, laju pertumbuhan spesifik dan nisbah konversi pakan (Gambar 2 dan Gambar 3). Selaras dengan tingginya pertumbuhan mutlak, hasil penelitian menunjukkan perlakuan kontrol (tanpa pembatasan pakan) mempunyai nilai pertumbuhan harian dan laju pertumbuhan spesifik tertinggi dengan nilai $1,29 \pm 0,06$ g hari⁻¹ dan $1,57 \pm 0,04\%$ bw

hari⁻¹ sedangkan perlakuan lama pembatasan pakan 3 hari mempunyai nilai pertumbuhan harian dan laju pertumbuhan spesifik terendah yaitu sebesar $0,84 \pm 0,04$ g hari⁻¹ dan $1,28 \pm 0,07$ bw hari⁻¹. Tingginya nilai pertumbuhan pada perlakuan kontrol tidak disertai dengan pakan yang efisien; hal ini terlihat dari tingginya nilai nisbah konversi pakan yang dihasilkan yaitu sebesar $2,24 \pm 0,12$ dan rendahnya nilai biomassa pada akhir penelitian yaitu $1451,23 \pm 786,91$ g (Tabel 1). Nilai biomassa tertinggi pada akhir pemeliharaan diperoleh perlakuan pembatasan pakan 1 hari sebesar $2748,80 \pm 174,14$ g. Pada perlakuan lama pembatasan pakan 3 hari, walaupun memiliki nilai nisbah konversi pakan terendah sebesar $1,65 \pm 0,05$ namun tidak diiringi dengan pertumbuhan yang tinggi sehingga pakan yang diberikan tidak efisien untuk meningkatkan pertumbuhan. Adapun untuk



Gambar 2 Pertumbuhan harian yuwana ikan nila merah selama pemeliharaan 120 hari



Gambar 3 Nisbah konversi pakan yuwana ikan nila merah selama pemeliharaan 120 hari

nilai konsumsi pakan, terlihat bahwa pada perlakuan lama pembatasan pakan mempunyai nilai yang lebih tinggi dibandingkan kontrol, dengan jumlah konsumsi pakan tertinggi pada laju pembatasan pakan 1 hari sebesar $5156,50 \pm 215,18$ g sedangkan pada perlakuan kontrol yaitu $4440,79 \pm 818,32$ g.

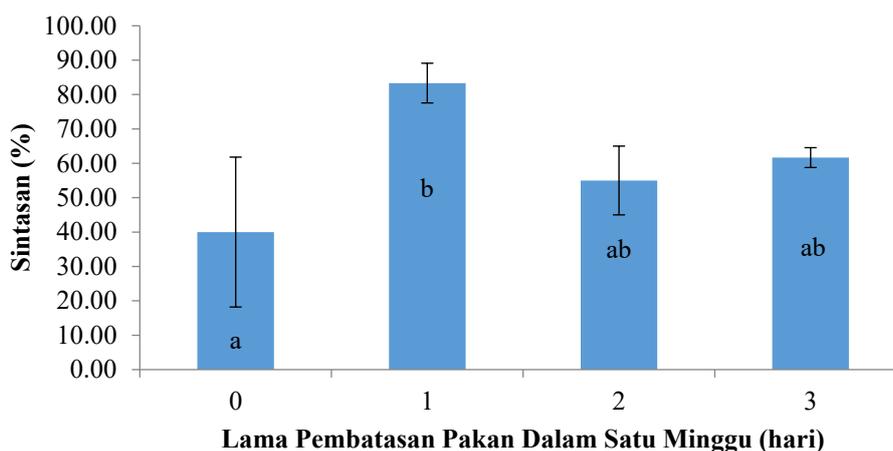
Hasil uji statistik menunjukkan bahwa nilai pertumbuhan harian dan laju pertum-

buhan spesifik pada perlakuan kontrol berbeda nyata dengan perlakuan lainnya ($P < 0,05$) kecuali dengan perlakuan lama pembatasan pakan 1 hari ($P > 0,05$). Hasil uji statistik nilai nisbah konversi pakan menunjukkan perbedaan nyata antara perlakuan kontrol dengan perlakuan lama pembatasan pakan 2 hari dan lama pembatasan pakan 3 hari ($P < 0,05$), sedangkan dengan perlakuan lama pema-

Tabel 2 Rerata nilai faal darah yuwana ikan nila merah pada akhir pemeliharaan 120 hari

Lama pambatasan pakan (hari)	Parameter			
	Sel darah merah sel/(mm ³)	Sel darah putih sel/(mm ³)	Hemoglobin (g dl ⁻¹)	Hematokrit (%)
0	2,08x10 ⁶ ±148492a	9,18 x10 ⁴ ±8697ab	10,40 ±0,84a	32,55±3,04a
1	1,94x10 ⁶ ±381837b	10,17 x10 ⁴ ±14637a	10,10±0,42a	30,90±0,71a
2	1,63 x10 ⁶ ±60104bc	9,06 x10 ⁴ ±3960ab	8,10±0,49b	25,25±0,18b
3	1,47 x10 ⁶ ±449012c	8,40 x10 ⁴ ±10642b	7,10±1,27b	24,25±2,29b

*nilai pada baris dengan notasi yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata ($P>0.05$)

**Gambar 4** Sintasan yuwana ikan nila merah selama pemeliharaan 120 hari

tasikan pakan 1 hari tidak berbeda nyata ($P>0,05$). Kemudian pada parameter konsumsi pakan terlihat perlakuan kontrol dan pembatasan pakan 1 hari mempunyai hasil yang berbeda nyata dengan perlakuan pembatasan pakan 2 hari dan 3 hari, sedangkan pada parameter biomassa, perlakuan pembatasan pakan 1 hari menunjukkan hasil yang berbeda nyata dengan ketiga perlakuan lainnya ($P<0,05$).

Selama pemeliharaan terjadi tingkat kematian yang fluktuatif antar perlakuan (Gambar 4). Nilai mortalitas tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol dengan sintasan sebesar 40,00±21,79 % dan nilai mortalitas terendah ditunjukkan perlakuan lama pembatasan

pakan 1 hari dengan jumlah ikan hidup tertinggi pada akhir penelitian sebesar 83,33 ± 5,77 %. Tingginya nilai pertumbuhan bobot pada perlakuan kontrol (lama pembatasan pakan 0 hari) tidak disertai dengan tingginya nilai sintasan pada akhir penelitian, hal ini menyebabkan nilai pertumbuhan tinggi pada perlakuan kontrol lebih disebabkan oleh jumlah ikan yang sedikit. Hasil uji statistik menunjukkan perlakuan kontrol mempunyai nilai sintasan yang berbeda nyata dengan perlakuan lama pembatasan pakan 1 hari, sedangkan perlakuan lama pembatasan pakan 2 hari dan lama pembatasan pakan 3 hari mempunyai nilai yang tidak berbeda nyata

baik dengan perlakuan kontrol dan lama pembatasan pakan 1 hari ($P > 0,05$).

Pada penelitian ini diketahui perubahan kondisi fisiologis yuwana ikan nila merah diakhir pemeliharaan mengacu pada nilai faal darah (Tabel 2). Pada parameter jumlah sel darah merah (SDM) diketahui bahwa perlakuan kontrol (0 hari) mempunyai nilai SDM tertinggi sebesar $2,08 \times 10^6$ sel mm^{-3} dan perlakuan lama pembatasan pakan 3 hari menunjukkan nilai SDM terendah sebesar $1,47 \times 10^6$ sel mm^{-3} . Begitu pula dengan kadar hemoglobin dan nilai hematokrit tertinggi ditunjukkan perlakuan tanpa pembatasan pakan (0 hari) masing-masing sebesar $10,40 \text{ g dl}^{-1}$ dan $32,55\%$ sedangkan nilai terendah pada perlakuan lama pembatasan pakan 3 hari yaitu sebesar $7,10 \text{ g dl}^{-1}$ dan $24,25\%$. Adapun pada parameter jumlah sel darah putih (SDP), nilai tertinggi terdapat pada perlakuan lama pembatasan pakan 1 hari yaitu $10,17 \times 10^4$ sel mm^{-3} sedangkan nilai terendah pada perlakuan lama pembatasan pakan 3 sebesar $8,40 \times 10^4 \text{ mm}^{-3}$. Hasil uji statistik nilai faal darah pada parameter sel darah merah yaitu terdapat perbedaan signifikan antara perlakuan kontrol dengan ketiga perlakuan lainnya ($P < 0,05$). Nilai statistik jumlah sel darah putih pada perlakuan lama pembatasan pakan 1 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol dan lama pembatasan pakan 2 hari, namun terdapat perbedaan signifikan dengan perlakuan lama pembatasan pakan 3 hari. Adapun untuk kadar hemoglobin dan nilai hematokrit perlakuan kontrol dan lama pembatasan pakan 1 hari mempu-

nyai nilai yang tidak berbeda, namun berbeda nyata dengan perlakuan lama pembatasan pakan 2 hari dan lama pembatasan pakan 3 hari ($P < 0,05$)

Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa perlakuan pembatasan pakan satu hari dan pemberian pakan 6 hari secara berkala mingguan mampu mengkompensasi gangguan pertumbuhan selama periode pembatasan pakan dan mencapai bobot akhir tinggi dengan konversi pakan yang rendah (Tabel 1 dan Gambar 3). Hasil ini menunjukkan bahwa pembatasan pakan yang diberikan dapat meningkatkan efisiensi dalam pemanfaatan pakan yang digunakan untuk pertumbuhan. Selain itu, dapat diasumsikan pula bahwa ikan yang mendapat pembatasan pakan selama satu hari tidak berdampak negatif terhadap sistem pencernaan, bahkan cenderung mempunyai kemampuan menyerap nutrisi yang lebih baik pada saat diberi pakan kembali, dibanding ikan yang diberi pakan terus-menerus. Menurut Bolasina *et al.* (2006), perbaikan pertumbuhan dapat dikaitkan dengan adanya peningkatan kapasitas pencernaan ikan selama periode pemberian pakan kembali setelah mengalami kekurangan pakan. Selanjutnya Hayward *et al.* (2000) dan Khotimah (2009) menyatakan bahwa peningkatan pertumbuhan ikan diatur oleh pola makan, protein, dan energi. Ikan yang mengalami kelaparan dapat mengakibatkan penggunaan energi menjadi efisien karena laju metabolismenya menurun, pada saat mendapat pakan

kembali energi yang berasal dari protein pakan akan dimanfaatkan untuk pertumbuhan. Hasil penelitian Gildberg (2004) melaporkan ikan Atlantic cod mempunyai kadar protein yang tinggi pada fase pemberian pakan kembali setelah sebelumnya mengalami periode pembatasan pakan.

Fenomena ini menunjukkan adanya pertumbuhan kompensatori dengan kategori parsial. Hal ini dikarenakan bobot pada perlakuan tersebut masih lebih rendah daripada ikan kontrol (yang diberi pakan terus-menerus), namun mempunyai efisiensi pakan yang lebih baik. Menurut Jobling *et al.* (1994) dan Ali *et al.* (2003), ikan-ikan memiliki respons pertumbuhan kompensatori yang berbeda baik total atau parsial. 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. Hasil ini selaras dengan laporan Wang *et al.* (2000) bahwa ikan nila hibrid yang dipelihara di air laut mempunyai pertumbuhan kompensatori parsial hasil dari peningkatan konsumsi pakan namun tidak memperbesar nilai nisbah konversi pakan. Begitu pula dengan Radona *et al.* (2016) yang melaporkan bahwa benih ikan nila BEST (*Bogor Enhanced Strain Tilapia*) yang dipuasakan dan diberi pakan secara berkala (jangka pendek) dapat menghasilkan pertumbuhan kompensatori parsial dan mengoptimalkan pemberian pakan. Berbeda dengan Abdel-Hakim *et al.* (2009) yang melaporkan terjadinya pertumbuhan kompen-

satori total pada ikan nila hibrida (*O. niloticus* x *O. aureus*) yang diberi pemuasakan sekali dan dua kali seminggu dan menunjukkan penurunan yang signifikan dalam biaya pakan. Ditambahkan oleh Gabriel *et al.* (2018) bahwa respons pertumbuhan kompensatori ditunjukkan oleh ikan mujair *O. mossambicus* yang dipuasakan 2 hari dan diberi pakan 4 hari secara berkala yaitu menunjukkan nilai pertumbuhan yang tidak berbeda nyata dengan kontrol dan memberikan optimalisasi dalam biaya produksi.

Pertumbuhan kompensatori pada ikan dapat dilihat pula dari parameter pertumbuhan secara umum yaitu pertumbuhan mutlak, pertumbuhan harian dan laju pertumbuhan spesifik. Pada penelitian ini terlihat perlakuan S1 mampu menunjukkan hasil yang positif hampir mendekati perlakuan kontrol (Gambar 1). Meskipun pada ikan nila merah yang mendapat pembatasan pakan satu hari, perlakuan ini belum berhasil menyusul kelompok kontrol pada akhir percobaan. Namun, kelompok yang diberi makan terbatas terus menunjukkan tingkat peningkatan pertumbuhan yang tinggi secara signifikan dalam berat dan panjang, diasumsikan akan sama dan melampaui perlakuan kontrol dengan masa pemeliharaan yang lebih lama. Fu *et al.* (2005) menyatakan bahwa pertumbuhan kompensatori yang rendah pada ikan bisa jadi akibat rendahnya metabolisme basal akibat asupan pakan yang terlalu rendah dan dalam jangka waktu lama. Gao & Lee (2012) melaporkan bahwa pertumbuhan kompensatori yang rendah terjadi pada ikan nila yang diberi

pembatasan pakan dalam jangka waktu lama sampai 4 minggu.

Hasil pertumbuhan kompensatori pada penelitian ini selaras dengan Gao *et al.* (2015) bahwa ikan nila yang dipuaskan 1 hari dalam seminggu mempunyai peningkatan pertumbuhan dengan laju pertumbuhan spesifik yang tidak berbeda nyata dengan ikan yang diberi pakan terus-menerus selama 180 hari pemeliharaan. Pertumbuhan kompensatori dapat dicapai melalui hiperfagia atau dengan kombinasi hiperfagia dan peningkatan efisiensi pakan dan pertumbuhan. Dalam penelitian ini perlakuan lama pembatasan pakan 1 hari mempunyai jumlah konsumsi pakan tertinggi dibanding perlakuan lainnya (Tabel 1). Respons hiperfagia cenderung meningkat dengan peningkatan interval makan, yaitu konsisten dengan tingkat pertumbuhan bobot. Hiperfagia telah dibuktikan pada banyak spesies ikan pada saat diberi pakan kembali setelah periode kekurangan pakan, diantaranya yaitu pada ikan mas dan ikan nila (Xie *et al.* 2001, Abdel-Hakim *et al.* 2009). Hal ini mengindikasikan bahwa siklus pembatasan pakan dan pemberian pakan kembali pakan jangka pendek memang bisa menjadi metode yang berguna dalam mengurangi jumlah pakan tanpa mengorbankan hasil produksi pada budidaya ikan nila.

Dalam penelitian ini diketahui kondisi fisiologis ikan yang diberi pembatasan pakan, mengalami perubahan nilai faal darah selaras dengan lamanya waktu pembatasan pakan yang diberikan secara berkala. Menurut Lim *et al.* (2000), perubahan pada faal darah me-

rupakan salah satu indikator patofisiologi yang menggambarkan kondisi kesehatan dan fisiologi ikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemuasaan 1-3 hari dalam seminggu secara berkala tidak menunjukkan tingkat stress pada ikan, namun lebih menggambarkan kondisi kesehatan ikan. Hal ini tercermin dari tidak adanya peningkatan pada sel darah merah, sel darah putih, kadar hemoglobin dan nilai hematokrit pada ikan nila merah di akhir pemeliharaan (Tabel 2). Hasil yang sama dilaporkan Moustafa & El Kader (2017) pada ikan nila monoseks yang dipuaskan selama 4-15 hari mengalami penurunan pada parameter gambaran darah, namun mengalami tren kenaikan setelah diberi pakan selama 30 hari. Hasil yang berbeda dilaporkan Sakyi *et al.* (2020) bahwa ikan nila yang dipuaskan 3-15 hari menunjukkan kenaikan pada nilai faal darah dibanding kontrol kemudian mengalami penurunan seiring dengan periode pemberian pakan sampai 21 hari. Adapun pada ikan red porgy ketika pemuasaan 14 hari yang dilanjutkan dengan pemberian pakan 7 - 15 hari tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai hematokrit (Caruso *et al.* 2012). Begitu pula laporan Akbary & Jahanbakhshi (2016) pada ikan *Mugil cephalus* yang diberi perlakuan pemuasaan 10 hari menunjukkan penurunan jumlah sel darah merah dan hematokrit, namun mengalami kenaikan jumlah sel darah putih dan kadar hemoglobin.

Periode pembatasan pakan lebih memengaruhi status nutrisi ikan yang selanjutnya berpengaruh terhadap faal darah. Pada saat

ikan dipuaskan terjadi penurunan jumlah sel darah merah, yang berpengaruh terhadap kadar hemoglobin dan nilai hematokrit. Hal ini menunjukkan ada korelasi yang kuat antara hematokrit dan jumlah Hb darah. Semakin rendah jumlah sel darah merah maka semakin rendah pula kandungan hematokrit dan Hb dalam darah. Menurut Wedemeyer & Yasutake (1977) dan Nabib & Pasaribu (1989), salah satu penyebab tingginya jumlah sel darah merah menandakan ikan dalam keadaan stres sedangkan rendahnya jumlah sel darah merah menunjukkan ikan mengalami anemia dan kerusakan organ ginjal. Adapun untuk parameter sel darah putih, walaupun ada kenaikan pada perlakuan pembatasan pakan 1 hari kemudian menurun pada pembatasan pakan 2 dan 3 hari (Tabel 2), jumlah sel darah putih pada ikan nila merah masih tergolong normal. Adanya kenaikan tersebut menunjukkan proses homeostatis ikan dalam merespons pembatasan pakan yang dilanjutkan dengan pemberian pakan kembali. Lagler *et al.* (1977) menyatakan kisaran normal leukosit ikan nila 20.000-150.000 sel mm⁻³. Adapun Salasia *et al.* (2001) melaporkan bahwa total leukosit normal pada ikan air tawar adalah total 3.390-14.200 mm³.

Dalam penelitian ini rendahnya kadar Hb menyebabkan laju metabolisme menurun dan energi yang dihasilkan menjadi rendah. Hal ini membuat ikan menjadi lemah dan tidak memiliki nafsu makan serta terlihat diam di dasar atau menggantung di bawah permukaan air. Siakpere *et al.* (2005) menyatakan bahwa secara fisiologis, hemoglobin menentukan

tingkat ketahanan tubuh ikan dikarenakan hubungannya yang sangat erat dengan daya ikat oksigen oleh darah. Kadar hemoglobin di bawah kisaran kadar hemoglobin ikan normal mengindikasikan ikan mengalami anemia dan meningkatnya kadar hemoglobin menunjukkan ikan berada dalam keadaan stress (Anderson & Swicki 1993).

Selaras dengan sel darah merah, penurunan pada parameter SDM mengakibatkan rendahnya nilai hematokrit pada ikan nila merah. Semakin lama periode pembatasan pakan, maka menyebabkan semakin rendahnya kadar hb dan nilai hematokrit, akibat tidak adanya asupan pakan sehingga ikan mengalami kekurangan energi. Hal ini terjadi karena menurunnya kadar hemoglobin, sehingga ketersediaan oksigen pada jaringan akan berkurang dan menyebabkan terganggunya proses metabolisme. Menurut Angka *et al.* (1985) dan Nabib & Pasaribu (1989), rendahnya nilai hematokrit terjadi apabila ikan terkena penyakit atau nafsu makannya menurun, maka nilai hematokrit akan menjadi rendah. Hematokrit ikan bervariasi bergantung kepada faktor nutrisi dan umur ikan. Benih ikan dengan nutrisi baik mempunyai kadar hematokrit lebih tinggi daripada ikan dewasa atau anak ikan dengan nutrisi rendah, yaitu nilai hematokrit di bawah 30% menunjukkan defisiensi sel darah merah. Walaupun mengalami penurunan, nilai faal darah dalam penelitian ini dapat dikategorikan masih dalam kisaran normal dengan mengacu pada hasil penelitian Hrubec & Smith (2010) yang menyatakan bahwa kadar hemoglobin dL-1

dan nilai hematokrit ikan normal masing-masing berkisar sebesar 5-10 g dan 20-45%.

Simpulan

Ikan nila merah yang diberi pembatasan pakan selama satu hari dan pemberian pakan 6 hari dalam seminggu secara berkala menunjukkan pertumbuhan kompensatori parsial. Faal darah ikan nila merah yang mendapat pembatasan pakan satu sampai 1-3 hari dalam seminggu tidak mengalami stress namun menunjukkan kondisi status nutrisi ikan berdasarkan penurunan nilai faal darah.

Daftar pustaka

- Abdel-Hakim NF, State HAA, Al-Azab AA, El-Kholy KF. 2009. Effect of feeding regimes on growth performance of juvenile hybrid Tilapia (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*). *World Journal of Agricultural Sciences*, 5(1): 49–54.
- Akbary P, 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): 205–211.
- Ali M, Nicieza A, Wooton RJ. 2003. Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. *Fish and Fisheries*, 4(2): 147–190.
- Anderson DP, Siwicki AK. 1993. Basic hematology and serology for fish health programs. Paper presented in *Second Symposium on Diseases in Asia Aquaculture "Aquatic Animal Health and the Environment" 25-29 October 1993*, Phuket, Thailand. pp. 185-202.
- Angka SL, Wongkar GT, Karwani W. 1985. Blood picture and bacteria isolated from ulcerated and crooked back *Clarias batrachus*. *Biotrop Special Publishing* (2): 129-137.
- Arjona FJ, Vargas-Chacoff L, Ruiz-Jarabo I, Goncalves O, Pascoa I, Rio D, Martin MP, Mancera JM. 2009. Tertiary stress responses in Senegalese sole (*Solea senegalensis*, Kaup 1858) to osmotic challenge: implications for osmoregulation, energy metabolism and growth. *Aquaculture* 287(3-4): 419–426.
- Blaxhall PC, Daisley KW. 1973. Routine haematological methods for use with fish blood. *Journal of Fish Biology*, 5(6): 771–781.
- Bolasina SN. 2006. Cortisol and hematological response in Brazilian codling, *Urophycis brasiliensis* (Pisces, Phycidae) subjected to anesthetic treatment. *Aquaculture International*, 14(6): 569-575.
- Borski RJ, Bolivar RB, Jimenez EBT, Sayco RMV, Arueza RLB, Stark, CR, Ferket PR. 2011. Fishmeal-free diets improve the cost effectiveness of culturing Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) in ponds under an alternate day feeding strategy. In: Liping L, Fitzsimmons K. (Eds.). *Proceedings of the Ninth International Symposium on Tilapia in Aquaculture*. Shanghai. pp. 95-101.
- Caruso G, Denaro MG, Carus R, Genovese L, Mancari F, 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: 18–25.
- Cuvin-Aralar LM, Gibbs P, Palma A, Andayog A, 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): 378-385.
- Davis KB, Gaylord TG. 2011. Effect of fasting on body composition and responses to stress in sunshine bass.

- Comparative and Biochemical Physiology Part A*, 158 (1): 30-36.
- Echevarría G, Martínez-Bebía M, Zamora S. 1997. Evolution of biometric indices and plasma metabolites during prolonged starvation in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.). *Comparative and Biochemical Physiology Part A*, 118 (1): 111-123.
- Fu SJ, Xie XJ, Cao ZD. 2005. Effect of fasting on resting metabolic rate and postprandial metabolic response *Silurus meridionalis*. *Journal of Fish Biology*, 67(1): 279–285.
- Gabriel NN, Omoregie E, Martin T, Kukuri L, Shilombwelwa L. 2018. Compensatory growth response in *Oreochromis mossambicus* submitted to short-term cycles of feed deprivation and refeeding. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18(1): 161-166.
- Gao Y, Lee JY. 2012. Compensatory responses of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* under different feed deprivation regimes. *Fisheries and Aquatic Science*, 15(4): 305-311.
- Gao Y, Wang Z, Hur J, Lee JY. 2015. Body composition and compensatory growth in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* under different feeding intervals. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 33(4): 945-956.
- Gildberg A. 2004. Digestive enzyme activities in starved pre-slaughter farmed and wild-captured, Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Aquaculture*, 238 (1-4): 343 – 353.
- Gutiérrez J, Pérez J, Navarro I, Zanuy S, Carrillo M. 1991. Changes in plasma glucagon and insulin associated with fasting in sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Fish Physiology and Biochemistry* 9(2): 107-112.
- Hayward RS, Wang N, Noltie DB. 2000. Group holding impedes compensatory growth of hybrid sunfish. *Aquaculture*, 183 (3-4) : 299-305.
- Hrubec TC, Smith SA. 2010. Hematology of fishes. In Weiss DJ, Wardrop KJ (Eds.). *Veterinary Hematology* 6th edition. Wiley- Blackwell Ltd., Publication. pp. 994-1003.
- Hung SSO, Liu W, Li H, Storebakken T, Cui Y. 1997. Effect of starvation on some morphological and biochemical parameters in white sturgeon, *Acipenser transmontanus*. *Aquaculture*, 151(1-4): 357-363.
- Jobling M. 1994. *Fish Bioenergetics*. Chapman & Hall. London. 310 p.
- Khotimah FH. 2009. Laju metabolisme rutin dan aktivitas enzim protease total pada ikan gurame (*Osporonemus gouramy* Lac.) yang dipuasakan secara periodik. *Tesis*. Pasca Sarjana Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto. 64 p.
- Lagler KF, Bardach JE, Miller RR, Passino, DRM. 1977. *Ichthyology*. John Willey and Sons, Inc. New York-London. 506 p.
- Lim C, Klesius PH, Li MH, Robinson EH. 2000. Interaction between dietary levels of iron and vitamin C on growth, hematology, immune response and resistance of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) to *Edwardsiella ictaluri* challenge. *Aquaculture*, 185 (3-4): 313-327.
- Moustafa EMM, El Kader MFA. 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):171–175.
- Nabib R, Pasaribu FH. 1989. *Patologi dan Penyakit Ikan*. Pusat Antar Universitas Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor. UPT Produksi Media Informasi LSI-IPB. Bogor. 158 p.
- Navarro I, Gutiérrez J. 1995. Fasting and starvation. *Biochemistry and Molecular Biology of Fishes*, 4: 393–434.

- Passinato ÉB, de Magalhães Junior FO, Cipriano FDS, de Souza RHB, de Lima KS, Chiapetti J, Braga LGT. 2015. Performance and economic analysis of the production of Nile tilapia submitted to different feeding management. *Semina: Ciências Agrárias*, 36(6): 4481–4491 .
- Pongthana N, Nguyen NH, Ponzoni RW. 2010. Comparative performance of four red tilapia strains and their crosses in fresh and saline water environments. *Aquaculture*, 308 (S1): 109–114.
- Radona D, Khotimah FH, Kusmini II, Prihadi H. 2016. Efek pemuaasaan periodik dan dan responss pertumbuhan ikan nila best (*Oreochromis niloticus*) Hasil Seleksi. *Media Akuakultur*, 11(2): 59–65
- Sakyi ME, Cai J, Tang J, Xia L, Li P, Abarike ED, Jian J. 2020. Short term starvation and re-feeding in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758): Growth measurements, and immune responsses. *Aquaculture Reports*, 16(1): 100-261.
- Salasia SID, Sulanjari D, Ratnawati A. 2001. Studi hematologi ikan air tawar. *Biologi*, 2(12): 710- 723.
- Shoemaker CA, Klesius PH, Lim C, Yildirim M. 2003. Feed deprivation of channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque), influences organosomatic indices, chemical composition and susceptibility to *Flavobacterium columnare*. *Journal of Fish Diseases*, 26(9): 553-561
- Siakpere OK, Ake JEG, Idoge E. 2005. Haematological characteristics of african snakehead, *Parachanna obscura*. *African Journal of Biotechnology*. 4: 527-530.
- Wang Y, Cui YB, Yang YX, Cai FS. 2000. Compensatory growth in hybrid tilapia, *Oreochromis mossambicus* × *O. Niloticus*, reared in seawater. *Aquaculture*, 189(1-2): 101- 108.
- Wedemeyer GA, Yasutake WT. 1977. Clinical methods for the assessment of the effect on environmental stress on fish health. Technical Papers of the U.S. Fish and Wildlife Service. US Department of the Interior. *Fish and Wildlife Service*, 89: 1-17.
- Wendelaar Bonga SE. 1997. The stress response in fish. *Physiological Reviews*, 77(3): 591-625.
- Xie S, Zhu X, Cui Y, Wooton RJ, Lei W, Yang Y. 2001. Compensatory growth in the gibel carp following feed deprivation: Temporal patterns in growth, nutrient deposition, feed intake and body composition, *Journal of Fish Biology*, 58(1): 99-109.
- Yengkokpam S, Debnath D, Pal AK, Sahu NP, Jain KK, Norouzitallab P, Baruah K. 2013. Shortterm periodic feed deprivation in *Labeo rohita* fingerlings: effect on the activities of digestive, metabolic and anti-oxidative enzymes. *Aquaculture*, 412-413: 186-192