

RESPONS PERTUMBUHAN DAN EFISIENSI PAKAN PADA IKAN NILA UKURAN BERBEDA YANG DIBERI PAKAN MENGANDUNG HORMON PERTUMBUHAN REKOMBINAN

Muhammad^{*)}, Alimuddin^{)}, Muhammad Zairin Jr.^{***)}, dan Odang Carman^{***)}**

^{*)} Mahasiswa Pascasarjana Ilmu Akuakultur, Departemen Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK), Institut Pertanian Bogor (IPB)
Jl. Agatis, Dramaga, Bogor 16680
E-mail: *alimuddin_alsani@yahoo.com*

^{**)} Fakultas Perikanan dan Kelautan, Jurusan Budidaya Perairan Universitas Lambung Mangkurat (UNLAM)
Jl. Brigjen. H. Hasan Basri, Kotak Pos 219, Banjarmasin 70123, Kalimantan Selatan

^{***)} Departemen Budidaya Perairan, FPIK, Kampus IPB Dramaga, IPB
Jl. Agatis, Dramaga, Bogor 16680

*(Naskah diterima: 11 Juli 2014; Revisi final: 23 Oktober 2014;
Disetujui publikasi: 10 November 2014)*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menguji respons pertumbuhan dan pemanfaatan pakan pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) strain SULTANA (seleksi unggul Selabintana) ukuran berbeda yang diberi pakan mengandung hormon pertumbuhan rekombinan ikan kerapu kertang, *Epinephelus lanceolatus* (rEIGH). Ikan dengan ukuran awal $3,5 \pm 0,3$ g (perlakuan A); $12,5 \pm 0,4$ g (perlakuan B); dan $40 \pm 2,4$ g (perlakuan C) dipelihara dalam hapa (2 m x 1 m x 1 m) yang dipasang di kolam beton (20 m x 10 m x 1,5 m) pada padat tebar 50 ekor ikan/hapa. Setiap perlakuan diberi pakan mengandung 3 mg rEIGH/kg, dan tidak diberi rEIGH (kontrol; K). Masing-masing perlakuan terdiri atas tiga ulangan. Ikan dipelihara selama delapan minggu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata pertambahan biomassa (ΔB) ikan perlakuan rEIGH adalah lebih tinggi ($P < 0,05$) dibandingkan dengan kontrol, sedangkan perlakuan ukuran ikan tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$). Laju pertumbuhan harian ikan perlakuan rEIGH lebih tinggi ($P < 0,05$) dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan B memiliki pertambahan bobot relatif terhadap kontrolnya (19,9%) lebih tinggi daripada perlakuan A (10,5%) dan C (5,6%). Sintasan ikan perlakuan dan kontrol adalah sama ($P > 0,05$), berkisar 90,7%-96,7%. Konversi pakan pada ikan perlakuan rEIGH lebih rendah ($P < 0,05$) dibandingkan dengan kontrol, kecuali perlakuan C. Kadar glikogen hati dan otot, retensi protein dan lemak, indeks hepatosomatik, dan rasio RNA : DNA ikan perlakuan rEIGH lebih tinggi daripada kontrol. Dengan demikian, pemberian rEIGH meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi pakan untuk pertumbuhan ikan nila, dan hal ini berpotensi tinggi diterapkan untuk meningkatkan produksi dan efisiensi budidaya ikan nila.

KATA KUNCI: hormon pertumbuhan rekombinan, *Oreochromis niloticus*, ukuran berbeda

ABSTRACT: *Growth response and feed efficiency at different size of Nile tilapia on feeding recombinant growth hormone supplemented diet. By: Muhammad, Alimuddin, Muhammad Zairin Jr., and Odang Carman*

This study was conducted to examine the growth response and feed utilization at different size of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) SULTANA (superior selected tilapia strain from Selabintana) on feeding diet supplemented with recombinant *Epinephelus lanceolatus* growth hormone (rEIGH). Fish with initial body weight of 3.5 ± 0.3 g (treatment A), 12.5 ± 0.4 g (treatment B), and 40.0 ± 2.4 g (treatment C) were reared in the happa (2 m x 1 m x 1 m) settled in a concrete pond (20 m x 10 m x 1.5 m) at density of 50 fish/happa. Each treatment was fed 3 mg/kg rEIGH-enriched diet, and without rEIGH supplementation as control, with three replications. Fish were reared for eight weeks. The results showed that weight gain (ΔW) of rEIGH-treated fish were significantly higher ($P < 0.05$) compared with control, whereas effect of different fish size was not significantly different ($P > 0.05$). Daily growth rate of rEIGH-treated fish were higher than that of control. The ΔW of treatment B relative to its control (19.9%) was higher than treatments B (10.5%) and C (5.6%). Survival of fish was not significantly different ($P > 0.05$), ranged at 90.7%-96.7%. Feed conversion ratio of rEIGH-treated fish were lower than control, except for treatment C. Liver and muscle glycogen contents, protein and lipid retentions, hepatosomatic index and RNA:DNA ratio in rEIGH-treated fish were higher than control. As conclusion, feeding with diet containing rEIGH increased growth and feed utilization of Nile tilapia, and this has high potential to be applied to improve production and farming efficiency.

KEYWORDS: recombinant growth hormone, *Oreochromis niloticus*, different fish size

PENDAHULUAN

Produksi hormon pertumbuhan rekombinan (*recombinant growth hormone*, rGH) ikan telah dapat dilakukan dalam jumlah banyak menggunakan fermentor, seperti bakteri *Escherichia coli* (Demain & Vaishnav, 2009; Alimuddin *et al.*, 2010), dan ragi *Pichia pastoris* (Acosta *et al.*, 2007; Weidner *et al.*, 2010). Selanjutnya, metode pemberian rGH juga telah dikembangkan, dan telah terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan berbagai spesies ikan, di antaranya ikan nila (Acosta *et al.*, 2007; Alimuddin *et al.*, 2010; Hardiantho *et al.*, 2012; Latar, 2013), ikan *flounder* (Liu *et al.*, 2008), ikan sidat (Handoyo *et al.*, 2012), dan ikan gurame (Irmawati *et al.*, 2012).

Produksi benih ikan nila di Indonesia umumnya dilakukan melalui pemijahan massal di kolam. Benih yang sudah lepas dari mulut induknya (umur 4-5 hari) dipanen setiap hari, dan kemudian didederkan di kolam yang telah ditumbuhkan pakan alami. Benih ikan nila yang sudah dilepas dari mulut induknya bisa diberikan rGH melalui metode perendaman. Seperti yang dilakukan Acosta *et al.* (2007), rGH ikan nila diberikan pada benih ikan nila umur lima hari setelah menetas dengan cara perendaman selama 90 menit, dilakukan tiga kali per minggu selama enam minggu dengan dosis 0,1 mg/L air; mampu meningkatkan pertumbuhan 171% dibandingkan dengan kontrol tanpa rGH setelah enam minggu pemelihara-

an. Selain itu, pengujian pemberian rGH ikan mas melalui pakan pada benih ikan nila Sultana ukuran panjang tubuh sekitar 2 cm (bobot badan sekitar 0,7 g); dan diperoleh peningkatan pertumbuhan sekitar 35% dibandingkan dengan kontrol tanpa diberi rGH. Pada minggu ketiga pemeliharaan bobot benih mencapai sekitar 2,23 g; tetapi pertumbuhannya terlihat mulai melambat (Hardiantho *et al.*, 2012). Pemberian rGH berulang diduga dapat memacu pertumbuhannya kembali. Selain itu, respons pertumbuhan ikan nila Sultana, Nirwana, Srikandi, dan ikan nila merah terhadap pemberian rGH ikan kerapu kertang (rEIGH) telah diuji, dan diketahui bahwa peningkatan pertumbuhan ikan nila Sultana lebih tinggi daripada ketiga varietas lainnya (Muhammad *et al.*, 2014). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi respons pertumbuhan dan efisiensi pakan pada ikan nila strain Sultana ukuran berbeda yang diberi pakan mengandung rEIGH.

BAHAN DAN METODE

Produksi rEIGH dan Penyiapan Pakan

Bakteri *Escherichia coli* strain BL21 yang mengandung vektor ekspresi protein pCold-EIGH digunakan sebagai bioreaktor untuk memproduksi rEIGH. Kultur bakteri, ekstraksi, dan verifikasi protein rEIGH mengikuti prosedur yang digunakan oleh Alimuddin *et al.* (2010). Pembuatan pakan mengandung rEIGH

dilakukan dengan cara mencampurkan rEIGH ke dalam pakan komersial dengan dosis 3 mg/kg pakan (Tabel 1). Pencampuran pakan dilakukan berdasarkan metode Hardiantho *et al.* (2012), yaitu rEIGH dilarutkan dalam 15 mL *phosphate buffer saline* (PBS) dicampur dengan 2 mg kuning telur, lalu dihomogenkan menggunakan vorteks. Campuran tersebut disemprotkan secara merata pada 100 g pakan buatan. Selanjutnya pakan dikering-udarkan sebelum diberikan ke ikan.

Pemeliharaan Ikan dan Desain Penelitian

Ikan nila strain Sultana diperoleh dari Balai Besar Perikanan Budidaya Air Tawar (BBPBAT) Sukabumi. Ikan dengan bobot badan 3,5±0,3 g (perlakuan A); 12,5±0,4 g (perlakuan B); dan 40±2,4 g (perlakuan C) dipelihara dalam hapa ukuran 2 m x 1 m x 1 m, kedalaman air 0,75 m dengan kepadatan 50 ekor ikan/hapa. Adaptasi terhadap pakan buatan dilakukan selama satu minggu sebelum pemberian pakan mengandung rEIGH. Pakan yang mengandung rEIGH diberikan tiga hari sekali, selama empat minggu pertama, dan selanjutnya ikan diberi pakan harian tanpa penambahan rEIGH selama empat

minggu berikutnya. Pakan diberikan dengan frekuensi tiga kali sehari (07.30-08.30; 12.00-13.00; dan 16.30-17.30 WIB) secara *at satiation* (sampai kenyang).

Efektivitas pemberian rEIGH ditentukan berdasarkan rata-rata pertambahan bobot (ΔB), laju pertumbuhan harian (LPH), konversi pakan (KP), dan sintasan. Bobot badan semua ikan diukur setiap dua minggu. Sintasan, retensi protein, retensi lemak, kadar glikogen hati dan otot, indeks hepatosomatik (IHS), dan rasio RNA : DNA dilakukan pada akhir percobaan. Analisis komposisi proksimat ikan dilakukan pada awal dan akhir percobaan.

Analisis Protein dan Lemak Ikan

Kandungan protein dan lemak ikan yang diberi perlakuan rEIGH dan ikan kontrol (tanpa pemberian rEIGH) dianalisis pada awal dan akhir percobaan. Sampel ikan sebanyak tiga ekor diambil secara acak dari setiap unit percobaan untuk dianalisis kandungan protein dan lemak menggunakan prosedur AOAC (2000). Analisis kadar protein kasar dilakukan dengan menggunakan metode Kjeldahl, dan kadar lemak dengan metode Sochlet.

Tabel 1. Komposisi proksimat pakan komersial yang diperkaya hormon pertumbuhan rekombinan ikan kerapu kertang (rEIGH) dan pakan harian (% bobot kering)

Table 1. Proximate composition of commercial feed supplemented with recombinant giant grouper growth hormone (rEIGH) and daily feed (% dry weight)

Komposisi nutrisi <i>Nutrient composition</i>	Pakan diperkaya rEIGH* <i>Diet supplemented with rEIGH</i> (3 mg/kg)	Pakan harian <i>Daily feed</i>
Protein (<i>Crude protein</i>) (%)	36.69	35.60
Lemak (<i>Lipid</i>) (%)	4.61	3.74
Serat kasar (<i>Crude fiber</i>) (%)	1.39	1.87
Bahan ekstrak tanpa nitrogen <i>Nitrogen free extract</i>	47.66	49.12
Abu (<i>Ash</i>) (%)	9.65	9.66
Energi kasar (kkal/kg pakan)** <i>Gross energy (kcal/kg diet)</i>	4,363.61	4,284.54
Kalori/Protein (kkal/g protein) <i>Calori/Protein (kcal/g protein)</i>	11.89	12.03

Keterangan (*Description*):

* rEIGH yang digunakan dalam bentuk protein total (*rEIGH used was in the form of crude protein*)

** Energi kasar dihitung berdasarkan kandungan energi dalam protein 1 g = 5,4 kkal; lemak = 9,3 kkal; dan karbohidrat 1 g = 4,1 kkal (Cho & Watanabe, 1988) (*Gross energy is based on energy in 1 g of protein = 5.4 kcal; lipid = 9.3 kcal; and carbohydrate = 4.1 kcal (Cho & Watanabe, 1988)*)

Analisis Kadar Glikogen

Sebanyak tiga ekor ikan diambil secara acak dari semua unit percobaan untuk analisis kadar glikogen. Analisis kadar glikogen hati dan otot mengacu pada metode Wedemeyer & Yasutake (1977).

Analisis IHS dan Rasio RNA:DNA

Sebanyak tujuh ekor ikan tiap perlakuan diambil secara acak, ditimbang bobot hati dan bobot badan untuk menghitung IHS. Sampel hati dari tiga ekor ikan diambil secara acak dan digabung (*pooled*) menjadi satu untuk analisis RNA dan DNA. RNA total dan DNA diekstraksi dari organ hati ikan masing-masing dengan menggunakan bahan isogen (Nippon Gene, Tokyo, Japan), dan kit Puregene® Core Kit A (QIAGEN Science Maryland USA). Konsentrasi RNA dan DNA diukur menggunakan *gene quant calculator*.

Perhitungan dan Analisis Data

Laju pertumbuhan harian (LPH) dihitung mengikuti formula NRC (1977); $LPH = (\ln Bt - \ln Bo) \times 100/t$, sedangkan pertambahan bobot (ΔB) = $Bt - Bo$. Konversi pakan dihitung berdasarkan formula NRC (1977); $KP = P / [(Bt + Bm) - Bo]$. Retensi protein (RP) dan retensi lemak (RL) dihitung berdasarkan formula Watanabe (1988); $RP = [\text{kandungan protein tubuh pada akhir percobaan (g) dikurangi kandungan protein tubuh pada awal percobaan (g)}] \text{ dibagi jumlah protein yang dikonsumsi (g) dikali } 100$; $RL = [\text{kandungan lemak tubuh pada akhir percobaan (g) dikurangi kandungan lemak tubuh pada awal percobaan (g)}] \text{ dibagi jumlah lemak yang dikonsumsi (g) dikali } 100$. IHS = bobot hati dibagi bobot badan ikan nila. Bt = bobot rata-rata ikan pada akhir percobaan. Bo = bobot rata-rata ikan pada awal percobaan. P = jumlah pakan yang diberikan. Bm = bobot ikan mati. Data dianalisis menggunakan sidik ragam (*two-way ANOVA*), dan jika terdapat pengaruh nyata dilanjutkan dengan uji Duncan dengan bantuan piranti lunak SPSS ver 22.

HASIL DAN BAHASAN

Pertumbuhan dan Sintasan

Hasil studi perlakuan pemberian *rEIGH* pada ikan nila strain Sultana berbeda ukuran terhadap pertumbuhan disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 1. Pemberian *rEIGH* melalui pa-

kan meningkatkan pertumbuhan (ΔB) dibandingkan kontrol ($P < 0,05$). Namun demikian, tidak ada interaksi antara perlakuan *rEIGH* dan ukuran ikan uji terhadap peningkatan pertumbuhan ikan ($P > 0,05$). Perbedaan ukuran ikan menunjukkan respons yang berbeda terhadap LPH ($P < 0,05$). Ikan berukuran kecil memiliki LPH lebih tinggi daripada ikan berukuran besar (Tabel 2). Dibandingkan dengan kontrolnya, peningkatan LPH akibat pemberian *rEIGH* tertinggi diperoleh pada ukuran ikan 12,5 g (9%); diikuti oleh ikan nila ukuran 3,5 g (3%); dan terendah adalah ikan ukuran 40 g (1%). Hasil tersebut sejalan dengan pertambahan bobot relatif ikan perlakuan *rEIGH* terhadap kontrol tanpa pemberian *rEIGH* ($\Delta B : K$). Nilai $\Delta B : K$ tertinggi diperoleh pada ikan ukuran 12,5 g (19,9%); diikuti oleh ikan ukuran 3,5 g (10,5%); dan terendah adalah ikan ukuran 40 g (5,6%). Sementara itu, sintasan ikan nila yang diberi perlakuan *rEIGH* dan kontrol tidak berbeda nyata untuk semua ukuran ikan; berkisar 90,7%-96,7% ($P > 0,05$). Sintasan yang sama menunjukkan bahwa peningkatan pertumbuhan diduga hanya diakibatkan oleh perlakuan pemberian *rEIGH*, dan bukan karena perbedaan kepadatan akibat perbedaan sintasannya.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian *rEIGH* dapat meningkatkan pertumbuhan ikan nila Sultana pada semua ukuran. Perbedaan pertumbuhan antara yang diberi *rEIGH* dan tidak diberi *rEIGH* juga membuktikan bahwa hormon pertumbuhan berperan dalam memacu pertumbuhan ikan nila. Hal ini sejalan dengan yang dilaporkan oleh Pierce *et al.* (2011) bahwa hormon pertumbuhan berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan pada kelompok vertebrata, baik secara langsung maupun tidak langsung. Hasil ini konsisten dengan yang dilaporkan oleh peneliti sebelumnya bahwa pemberian *rGH* dapat meningkatkan pertumbuhan, baik pada ikan nila (Acosta *et al.*, 2007; Alimuddin *et al.*, 2010; Hardiantho *et al.*, 2012; Latar, 2013) maupun spesies ikan lainnya seperti ikan *flounder* Jepang (Liu *et al.*, 2008), ikan sidat (Handoyo, 2012), ikan gurame (Irmawati *et al.*, 2012; Safir, 2012), dan udang vaname (Subaidah *et al.*, 2012). Ikan berukuran 12,5 g memiliki pertambahan bobot tertinggi, diikuti oleh ikan berukuran 3,5 g dan 40 g. Hasil ini memperlihatkan bahwa pemberian *rEIGH* pada ikan nila berukuran 12,5 g memberikan pengaruh yang lebih baik dibandingkan dengan ukuran yang lebih kecil (3,5 g) dan

Tabel 2. Sintasan, laju pertumbuhan harian (LPH), penambahan bobot (ΔB), rasio penambahan bobot ikan perlakuan terhadap ikan kontrol ($\Delta B : K$), dan konversi pakan (KP) ikan nila Sultana yang dipelihara selama delapan minggu

Table 2. Survival rate, daily growth rate (DGR), weight gain (ΔW), percent of weight gain of fish fed with rEIGH to control ($\Delta W : Con$), and feed conversion ratio (FCR) of Sultana tilapia strain reared for eight weeks

Perlakuan Treatments	Sintasan Survival rate (%)	LPH DGR (%)	ΔB ΔW (g)	$\Delta B : K$ $\Delta W : Con$ (%)	KP FCR
A + rEIGH	91.3±2.3 ^a	5.54±0.16 ^a	3,452.79±163.43 ^a	10.5	0.69±0.04 ^d
A + tanpa (non) rEIGH	90.7±9.5 ^a	5.39±0.09 ^b	3,124.34± 81.59 ^b		0.84±0.01 ^c
B + rEIGH	96.7±3.1 ^a	3.44±0.06 ^c	3,527.45±137.98 ^a	19.9	0.90±0.04 ^c
B + tanpa (non) rEIGH	95.3±3.1 ^a	3.16±0.05 ^d	2,943.09±116.98 ^b		1.06±0.01 ^b
C + rEIGH	92.0±3.5 ^a	1.84±0.06 ^e	3,476.56±141.16 ^a	5.6	1.15±0.06 ^a
C + tanpa (non) rEIGH	92.7±2.3 ^a	1.82±0.14 ^e	3,291.38±421.55 ^b		1.09±0.06 ^{ab}
Two-way ANOVA					
Hormon (<i>Hormone</i>) (H)	0.843 NS ¹⁾	0.008 S ²⁾	0.003 S ²⁾		0.001 S ²⁾
Ukuran ikan <i>Fish size</i> (S)	0.482 NS ¹⁾	0.000 S ²⁾	0.438 NS ¹⁾		0.000 S ²⁾
H x S (Interaksi) H x S (<i>Interaction</i>)	0.351 NS ¹⁾	0.136 NS ¹⁾	0.285 NS ¹⁾		0.001 S ²⁾

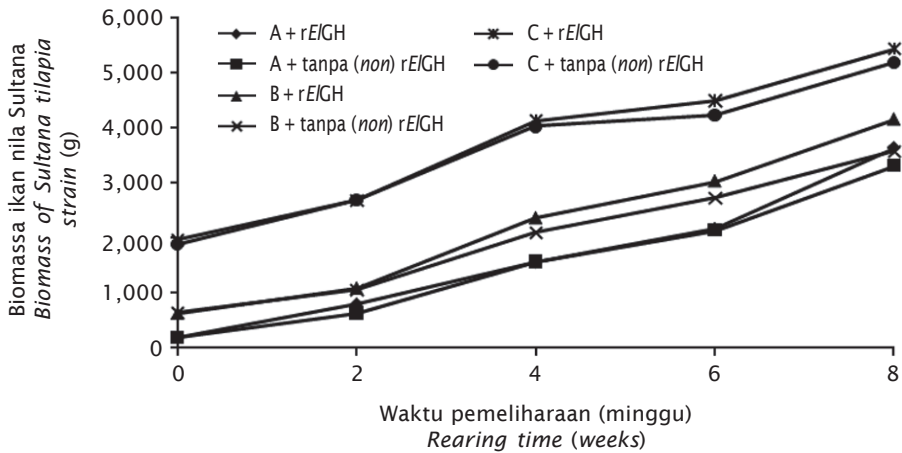
Keterangan (*Description*):

Huruf superscript yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata berdasarkan Uji jarak berganda Duncan pada taraf $\alpha = 0,05$. NS¹⁾ = Tidak berbeda nyata, S²⁾ = Berbeda nyata (*Different superscript letters in the same column indicate significantly difference (P<0.05) according to Duncan multiple range test. NS¹⁾ = Non significant, S²⁾ = Probability significance*)

ukuran besar (40 g). Berdasarkan hasil penelitian yang dilaporkan Hardiantho *et al.* (2012) bahwa pemberian rEIGH ikan mas dengan dosis 20-30 mg/kg pakan (kadar protein 31%) pada ikan nila berukuran 0,7 g (panjang total 2 cm) memberikan respons pertumbuhan relatif tinggi, yaitu 32%-35% dibandingkan dengan kontrol, dengan bobot akhir mencapai 2,23 g/ekor. Jika dibandingkan dengan penelitian ini, maka pertumbuhan relatif pada ikan nila ukuran 0,7 g lebih tinggi sekitar 75% dibandingkan ikan ukuran 3,5-40 g. Selanjutnya, hasil penelitian Handoyo (2012) pada ikan sidat menunjukkan bahwa pertumbuhan tertinggi diperoleh dengan memberi rEIGH pada *glass eel* melalui perendaman, dan dua bulan kemudian dilanjutkan melalui oral. Hasil yang sama diduga dapat juga diperoleh dengan memberikan rEIGH pada ikan nila berukuran 0,7 g seperti penelitian Hardiantho *et al.* (2012), kemudian dilanjutkan setelah ikan berukuran sekitar 12 g.

Konversi pakan (KP) mengikuti pola umum bahwa ikan berukuran kecil memiliki KP lebih kecil daripada ikan berukuran besar (Tabel 2). Selanjutnya, pemberian rEIGH secara signifikan memperbaiki KP, kecuali pada ikan berukuran 40 g dengan nilai KP sama antara perlakuan rEIGH dan kontrol (Tabel 2). Perbaikan KP akibat pemberian rEIGH pada ikan berukuran 3,5 g dan 12,5 g masing-masing adalah 22% dan 18%. Perbaikan KP tersebut sangat berpotensi menurunkan biaya produksi. Selanjutnya, peningkatan pertumbuhan akan mempercepat pencapaian ukuran panen, sehingga jumlah siklus produksi per satuan waktu menjadi meningkat. Oleh karena itu, peningkatan pertumbuhan dan perbaikan KP secara bersama-sama dapat meningkatkan pendapatan pembudidaya.

Berdasarkan pertumbuhan dan nilai konversi pakan, budidaya ikan nila strain Sultana dengan pemberian hormon rEIGH berpotensi tinggi meningkatkan produksi dan efisiensi



Gambar 1. Biomassa ikan nila (*Oreochromis niloticus*) strain Sultana yang diberi pakan mengandung hormon pertumbuhan rekombinan ikan kerapu kertang (+ rEIGH) dan kontrol tanpa diberi rEIGH (+ non rEIGH). A, B, C adalah ikan dengan ukuran awal masing-masing 3,5±0,3 g; 12,5±0,4 g; dan 40,0±2,4 g

Figure 1. Biomass of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) Sultana strain fed with recombinant giant grouper growth hormone (+ rEIGH) and control without rEIGH (+ non rEIGH). A, B, C were fish with initial body weight of 3.5±0.3 g; 12.5±0.4 g; and 40.0±2.4 g, respectively

budidaya. Lama waktu pembesaran ikan nila di kolam hingga mencapai ukuran konsumsi (300-500 g/ekor) adalah empat sampai dengan enam bulan. Handoyo (2012) dan Subaidah (2012) yang masing-masing meneliti pada ikan sidat dan udang putih, melaporkan bahwa pemberian hormon pertumbuhan ikan kerapu kertang dua kali (pada fase larva dan pembesaran) menunjukkan pertumbuhan yang lebih baik daripada pemberian satu kali. Oleh karena itu, pemberian rEIGH yang kedua pada ikan nila strain Sultana diduga dapat lebih memacu pertumbuhan dan produksi menjadi lebih tinggi.

Glikogen Hati, Glikogen Otot, Retensi Protein, dan Retensi Lemak

Pemberian rEIGH melalui pakan meningkatkan glikogen hati ikan nila ($P < 0,05$), dan terdapat interaksi pengaruh antara rEIGH dengan ukuran ikan uji terhadap peningkatan glikogen hati ($P < 0,05$). Ikan berukuran besar memiliki glikogen hati dan glikogen otot yang lebih tinggi daripada ikan berukuran kecil. Selanjutnya, pemberian rEIGH meningkatkan retensi protein dan retensi lemak ($P < 0,05$) pada ikan ukuran 3,5 g dan 12,5 g; tetapi pada perlakuan ukuran 40 g tidak berbeda ($P > 0,05$) (Tabel 3).

Tingginya kadar glikogen pada perlakuan rEIGH menunjukkan tingginya simpanan glukosa. Kadar glikogen yang meningkat pada ikan yang diberi rGH juga telah dilaporkan pada ikan gurame oleh Irmawati (2013). Glikogen merupakan bentuk simpanan karbohidrat dalam hati dan otot sebagai cadangan energi, tetapi karena kemampuan hati dan otot untuk menyimpan glikogen terbatas, maka kelebihan karbohidrat disimpan dalam bentuk lemak (lipogenesis). Tingginya proses lipogenesis pada ikan perlakuan rEIGH ditunjukkan dengan tingginya retensi lemak pada penelitian ini. Pemberian rEIGH juga memperbaiki konversi pakan (Tabel 2) dan meningkatkan retensi protein (Tabel 3). Hal ini juga menunjukkan bahwa protein tidak banyak dirombak untuk energi, dan terjadi bio-konversi karbohidrat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Perez-Sanchez (2000) bahwa kemampuan retensi protein yang tinggi pada ikan yang diberi rGH dibandingkan dengan kontrol menunjukkan bahwa GH mampu meningkatkan pemanfaatan nutrisi non-protein (karbohidrat) sebagai sumber energi (*protein sparing effect*). Selanjutnya, peran GH dalam meningkatkan efisiensi pakan juga telah dilaporkan pada ikan nila (Kobayashi *et al.*, 2007).

Tabel 3. Kadar glikogen hati dan glikogen otot, retensi protein dan retensi lemak, indeks hepatosomatik, dan rasio RNA : DNA ikan nila Sultana yang dipelihara selama delapan minggu
 Table 3. Liver and muscle glycogen content, protein and lipid retention, hepatosomatic index, and RNA : DNA ratio of Sultana tilapia strain reared for eight weeks

Perlakuan Treatments	1	2	3	4	5	6
A + rEIGH	0.79±0.01 ^c	0.43±0.01 ^a	75.32±4.79 ^a	298.70±8.61 ^a	1.76±0.20 ^a	0.193±0.005 ^b
A + tanpa (non) rEIGH	0.12±0.09 ^d	0.26±0.07 ^a	67.85±1.49 ^b	216.24±3.10 ^c	1.04±0.04 ^c	0.128±0.003 ^d
B + rEIGH	0.92±0.03 ^c	0.64±0.32 ^a	68.55±0.71 ^b	234.22±7.48 ^b	1.43±0.06 ^b	0.192±0.005 ^b
B + tanpa (non) rEIGH	0.21±0.06 ^d	0.49±0.32 ^a	53.74±3.03 ^c	145.29±6.26 ^d	0.93±0.23 ^c	0.173±0.001 ^c
C + rEIGH	12.96±0.47	1.05±0.77 ^a	56.01±2.69 ^c	233.79±5.75 ^b	1.57±0.04 ^a	0.239±0.003 ^a
C + tanpa (non) rEIGH	10.80±0.20	0.71±0.29 ^a	53.65±2.91 ^c	228.96±32.20 ^b	1.18±0.06 ^c	0.197±0.009 ^b
Two-way ANOVA						
Hormon (Hormone) (H)	0.000 S ²⁾	0.489 NS ¹⁾	0.003 S ²⁾	0.014 S ²⁾	0.000 S ²⁾	0.000 S ²⁾
Ukuran ikan Fish size (S)	0.000 S ²⁾	0.305 NS ¹⁾	0.001 S ²⁾	0.001 S ²⁾	0.029 S ²⁾	0.000 S ²⁾
H x S (Interaksi) H x S (Interaction)	0.003 S ²⁾	0.803 NS ¹⁾	0.060 NS ¹⁾	0.001 S ²⁾	0.161 NS ¹⁾	0.000 S ²⁾

Keterangan (Description):

1 = Kadar glikogen hati (Liver glycogen content) (mg/g), 2 = Kadar glikogen otot (Muscle glycogen content) (mg/g), 3 = Retensi protein (Protein retention) (%), 4 = Retensi lemak (Lipid retention) (%), 5 = Indeks hepatosomatik (Hepatosomatic index), 6 = Rasio RNA : DNA (RNA : DNA ratio)

Huruf superscript yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata berdasarkan Uji jarak berganda Duncan pada taraf $\alpha = 0,05$. NS¹⁾ = Tidak berbeda nyata, S²⁾ = Berbeda nyata (Different superscript letters in the same column indicate significantly difference (P<0.05) according to Duncan multiple range test. NS¹⁾ = Non significant, S²⁾ = Probability significance)

Indek Hepatosomatik dan Rasio RNA : DNA

Hasil pengamatan terhadap indeks hepatosomatik (IHS) ikan perlakuan rEIGH menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol (P<0,05), tetapi tidak ada interaksi pengaruh antara perlakuan rEIGH dengan ukuran ikan uji terhadap IHS (P>0,05). Hal ini membuktikan bahwa hati ikan perlakuan rEIGH memiliki ukuran hati yang lebih besar (sekitar 33%-69%), seperti yang dikemukakan oleh Kwalska *et al.* (2011) bahwa meningkatnya IHS karena meningkatnya jumlah sel hepatosit dalam hati. Genten *et al.* (2009) menyatakan bahwa hati memiliki peranan yang sangat penting dalam sintesis protein, asimilasi nutrisi, pemeliharaan metabolisme tubuh mencakup pengolahan karbohidrat, protein, lemak, dan vitamin. Dengan demikian, pertumbuhan yang tinggi dan peningkatan IHS mengindikasikan bahwa semua proses dalam hati berfungsi dan berjalan dengan baik.

Rasio RNA : DNA ikan yang diberi perlakuan rEIGH lebih tinggi daripada kontrol (P<0,05); dan ikan berukuran besar memiliki rasio RNA : DNA lebih tinggi daripada ikan ukuran kecil (P<0,05). Efek pemberian rEIGH terhadap pertumbuhan ikan nila juga tercermin pada rasio RNA:DNA yang meningkat dan lebih tinggi sekitar 11%-51% daripada kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa rEIGH menginduksi laju transkripsi (sintesis mRNA), laju transkripsi ini selanjutnya akan memengaruhi laju sintesis protein, sehingga ikan mampu tumbuh lebih cepat. Glémet & Rodriguez (2007) menyatakan bahwa laju pertumbuhan ikan dapat diprediksi melalui rasio RNA : DNA.

KESIMPULAN

Pemberian hormon pertumbuhan rekombinan ikan kerapu kertang (rEIGH) efektif meningkatkan pertumbuhan ikan nila strain Sultana dan memperbaiki konversi pakan. Hormon paling efektif diberikan pada ikan nila ukuran

12,5 g yang menghasilkan penambahan bobot tertinggi (19,9%) dan perbaikan konversi pakan sebesar 18%. Perbaikan pertumbuhan dan konversi pakan akibat pemberian rE/GH selaras dengan performa kadar glikogen, indeks hepatosomatik, dan rasio RNA:DNA.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi atas beasiswa pendidikan Pascasarjana yang diberikan. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Balai Besar Perikanan Budidaya Air Tawar (BBPBAT) Sukabumi yang memberikan ikan nila strain Sultana.

DAFTAR ACUAN

- Acosta J., Morales, R., Morales, A., Alonso, M., & Estrada, M.P. (2007). *Pichia pastoris* expressing recombinant tilapia growth hormone accelerates the growth of tilapia. *Biotechnol Lett.*, 29, 1671-1676.
- Alimuddin, Lesmana, I., Sudrajat, A.O., Carman, O., & Faisal, I. (2010). Production and bioactivity potential of three recombinant growth hormones of farmed fish. *Indones. Aquac. J.*, 5, 11-16.
- AOAC. (2000). In Helrich K. (Ed). Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemist, Arlington, VA. USA, 1140 pp.
- Cho, C.Y., & Watanabe, T. (1988). Nutritional energetics. In Fish Nutrition and Mariculture. JICA Textbook the General Aquaculture Course, 223 pp.
- Demain, A.L., & Vaishnav, P. (2009). Production of recombinant proteins by microbes and higher organisms. *Biotechnol. Adv.*, 27, 297-306.
- Genten, F., & Terwinghe, D. (2009). Atlas of fish histology. Department of Histology and Biopathology of Fish Fauna Laboratory og Fonctionnal Morphology Université Libre de Bruxelles (U.L.B) Brussel Belgium, 215 pp.
- Glémet, H., & Rodriguez, M.A. (2007). Short-term growth (RNA/DNA ratio) of yellow perch (*Perca flavescens*) in relation to environmental influences and spatio-temporal variation in a shallow fluvial lake. *Can. J. Fish Aquat. Sci.*, 64, 1646-1655.
- Handoyo, B., Alimuddin, & Utomo, N.B.P. (2012). Pertumbuhan, konversi dan retensi pakan, dan proksimat tubuh benih ikan sidat yang diberi hormon pertumbuhan rekombinan ikan kerapu kertang melalui perendaman. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 11(2), 132-140.
- Hardiantho, D., Alimuddin, Prasetyo, A.E, Yanti, D.H., & Sumantadinata, K. (2012). Performa benih ikan nila diberi pakan mengandung hormon pertumbuhan rekombinan ikan mas dengan dosis berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 11(1), 17-22.
- Irmawati, Alimuddin, Zairin, M., Suprayudi, M.A., & Wahyudi, A.T. (2012). Peningkatan laju pertumbuhan benih ikan gurame (*Ospornemus goramy* Lac.) yang direndam dalam media yang mengandung hormon pertumbuhan ikan mas. *J. Iktiologi Indones.*, 12(1), 13-23.
- Irmawati. (2013). *Respons fisiologis, biokimia, dan molekuler ikan gurame yang diberi hormon pertumbuhan rekombinan*. Disertasi. Bogor (ID). Institut Pertanian Bogor. Bogor, 141 hlm.
- Kobayashi, S., Alimuddin, Morita, T., Miwa, M., Lu, J., Endo, M., Takeuchi, T., & Yoshizaki, G. (2007). Transgenic Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) over-expressing growth hormone show reduced ammonia excretion. *Aquaculture*, 270, 427-435.
- Kwalska, A., Zakes, Z., Jankowska, B., & Demska-Zakes, K. (2011). Effect of different dietary lipid levels on growth performance, slaughter yield, chemical composition, and histology of liver and intestine of pikeperch, *Sander lucioperca*. *Czech J. Anim. Sci.*, 56(3), 136-149.
- Latar, D.I. (2013). *Efektivitas pemberian hormon pertumbuhan rekombinan ikan kerapu kertang melalui pakan dengan bahan penyalut berbeda pada ikan nila (Oreochromis niloticus)*. Tesis. Bogor (ID). Institut Pertanian Bogor. Bogor, 47 hlm.
- Liu, S., Zhang, X., Zang, X., Liu, B., Arunakumara, K.K.I.U., Xu, D., & Zhang, X. (2008). Growth, feed efficiency, body muscle composition, and histology of flounder (*Paralichthys olivaceus*) fed GH transgenic *Synechocystis*. *Aquaculture*, 277, 78-82.
- Muhammad, Zairin, M.Jr., Alimuddin, & Carman, O. (2014). Growth response of four Nile tilapia strains fed on diet containing a recombinant teleostean growth hormone. *Int. J. Sci. Basic and Applied Research*, 16(1), 397-406.
- National Research Council [NRC]. (1977). 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 D.C., 78 pp.
- Perez-Sanchez, J. (2000). The involvement of growth hormone in growth regulation energy homeostasis and immune function in the gilthead sea bream (*Sparus aurata*): a short review. *Fish Physiol. Biotechnol.*, 22, 135-144.
- Pierce, A.L., Breves, J.P., Moriyama, S., Hirano, T., & Grau, E.G. (2011). Differential regulation of Igf1 and Igf2 mRNA level in tilapia hepatocytes: effects of insulin and cortisol on GH sensitivity. *Journal of Endocrinology*, 211, 201-210.
- Safir, M. (2012). *Respons benih ikan gurame (Osphronemus goramy) yang diberi hormon pertumbuhan rekombinan melalui oral pada dosis berbeda*. Tesis. Bogor (ID). Institut Pertanian Bogor. Bogor, 44 hlm.
- Subaidah, S., Carman, O., Sumantadinata, K., Sukenda, & Alimuddin. (2012). Respons pertumbuhan dan ekspresi gen udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) setelah direndam dalam larutan hormon pertumbuhan rekombinan ikan kerapu kertang. *J. Ris. Akuakultur*, 7(3), 337-352.
- Watanabe, T. (1988). Fish nutrition and mariculture. JICA Textbook the General Aquaculture Course. Tokyo, 223 pp.
- Wedemeyer, G.A. & Yasutake, W.T. (1977). Clinical methods for the assessment of the effects of environmental stress on fish health. *Tech. Pap. US Fish. Wildl. Serv.* Washington D.C., 89 pp.
- Weidner, M., Taupp, M., & Hallam, S.J. (2010). Expression of recombinant proteins in the methylotrophic yeast (*Pichia pastoris*). *JoVE*. 36. <http://www.jove.com/details.php?id=1862>, doi: 10.3791/1862.