

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jra>

PENGARUH PEMBERIAN *RECOMBINANT GROWTH HORMONE* (rGH) MELALUI PAKAN DENGAN INTERVAL WAKTU YANG BERBEDA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN SINTASAN BENIH IKAN TAWES (*Puntius javanicus*)

Tristiana Yuniarti[#], Titik Susilowati, dan Ozan Faozi

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

(Naskah diterima: 2 Februari 2022; Revisi final: 12 Mei 2022; Disetujui publikasi: 12 Mei 2022)

ABSTRAK

Ikan tawes merupakan jenis ikan air tawar yang mempunyai potensi besar untuk dibudidayakan. Percepatan waktu produksi benih ikan tawes dapat dilakukan dengan merangsang pertumbuhan melalui aplikasi *recombinant growth hormone* (rGH) dalam pakan. Penentuan interval waktu pemberian pakan yang ditambahkan rGH sangat penting dikarenakan penggunaan interval waktu akan memengaruhi jumlah rGH yang masuk ke dalam tubuh ikan. Interval waktu yang tepat akan memberikan jumlah dosis rGH yang cukup yang dibutuhkan oleh ikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh interval waktu terbaik pemberian pakan yang ditambahkan rGH terhadap pertumbuhan dan sintasan benih ikan tawes (*Puntius sp.*). Ikan uji yang digunakan adalah benih ikan tawes ukuran $2,53 \pm 0,15$ cm dengan bobot $0,19 \pm 0,08$ g. Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan tiga ulangan yakni pemberian pakan tanpa rGH (perlakuan A), pemberian pakan rGH setiap hari (perlakuan B), pemberian pakan rGH setiap dua hari (perlakuan C), pemberian pakan rGH setiap tiga hari (perlakuan D). Masing-masing perlakuan terdiri atas tiga ulangan. Dosis hormon rGH dalam pakan adalah 2 mg/kg pakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh pemberian rGH dalam pakan dengan interval waktu yang berbeda berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap total konsumsi pakan (TKP), rasio konversi pakan (FCR), pertumbuhan bobot mutlak dan panjang mutlak, efisiensi pemanfaatan pakan (EPP), dan tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap *specific growth rate* (SGR), dan tingkat sintasan (SR). Interval waktu terbaik pemberian pakan yang ditambahkan rGH terhadap pertumbuhan dan sintasan benih ikan tawes (*Puntius sp.*) adalah setiap tiga hari sekali (perlakuan D) yang menghasilkan TKP ($105,52 \pm 4,32$); FCR ($1,22 \pm 0,05$); EPP ($79,50 \pm 3,88$); SGR ($4,90 \pm 0,39$); pertumbuhan bobot mutlak ($1,80 \pm 0,12$); pertumbuhan panjang mutlak ($2,68 \pm 0,01$).

KATA KUNCI: interval waktu; pakan; pertumbuhan; *Puntius sp.*; rGH

ABSTRACT: *The effects of supplemented recombinant growth hormone in feed administered at different time intervals on the growth and survival rate of tawes (Puntius javanicus) juvenile. By: Tristiana Yuniarti, Titik Susilowati, and Ozan Faozi*

Tawes is a potential freshwater aquaculture fish species. Tawes hatchery technology is currently being improved where the production of its juveniles can be accelerated by supplementing recombinant growth hormone (rGH) in the feed. Determining the time of feeding interval of feed supplemented with rGH is pivotal to controlling the amount consumed and thus the expected effects of rGH. This study aimed to determine the effects of feeding time intervals on the growth and survival rate of tawes juvenile feed with rGH supplemented feed. Tawes juveniles with an average length of 2.53 ± 0.15 cm and weight of 0.19 ± 0.08 gram were used in this research. A commercial feed was supplemented with rGH at a dose of 2 mg/kg rGH. The experiment used a completely randomized design (CRD) with four treatments and three replications, namely feeding with feed containing no rGH (treatment A), feeding with feed containing rGH every day (treatment B), feeding with feed containing rGH every two days (treatment C), feeding with feed containing rGH every three days (treatment D). The results showed that different feeding time intervals of the feed significantly affected

[#] Korespondensi: Departemen Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro.
Jl. Prof. Soedarto SH, Tembalang, Jawa Tengah 50275, Indonesia
E-mail: yuni_bbats@yahoo.com

($P < 0.05$) the total feed consumption (TFC), feed conversion ratio (FCR), absolute weight and length growth, feed utilization efficiency (EPP). There was no significant effect ($P > 0.05$) on the specific growth rate (SGR) and the survival rate (SR). The best time feeding interval was achieved by fish in treatment D (every three days feeding with rGH) indicated by better values of TFC (105.52 ± 4.32), FCR (1.22 ± 0.05), EPP (79.50 ± 3.88), SGR (4.90 ± 0.39), absolute weight gain (1.80 ± 0.12), absolute length gain (2.68 ± 0.01), and SR (93.33 ± 4.16).

KEYWORDS: time intervals; feed; growth; *Puntius sp.*; rGH

PENDAHULUAN

Ikan tawes merupakan jenis ikan air tawar yang sangat berpotensi untuk dibudidayakan. Produksi ikan tawes di Indonesia terus meningkat seiring dengan meningkatnya permintaan ikan tawes untuk memenuhi kebutuhan konsumsi ikan. Data Kementerian Kelautan dan Perikanan [KKP] (2021) menunjukkan bahwa, pada tahun 2020 volume produksi budidaya ikan tawes mencapai 17.913,27 ton. Peningkatan produksi ikan tawes (*Puntius sp.*) harus diimbangi dengan ketersediaan benih ikan tawes yang tercukupi baik kualitas dan kuantitasnya. Pertumbuhan merupakan salah satu aspek penting dalam produksi ikan tawes. Pertumbuhan yang semakin cepat pada benih dapat mempersingkat waktu produksi benih, sehingga produksi benih secara umum mengalami peningkatan. Produksi benih ikan tawes ukuran 5 cm dapat dilakukan dengan mempersingkat waktu pemeliharaan yaitu dengan merangsang percepatan pertumbuhannya melalui aplikasi recombinant growth hormone (rGH) (Apriliana *et al.*, 2017). rGH mengandung sekuens GH suatu spesies tertentu yang disisipkan ke dalam bakteri *Escherichia coli*. rGH yang masuk dalam tubuh ikan dan dapat diterima oleh reseptor dalam tubuh akan terjadi mekanisme secara tidak langsung dengan bantuan dari IGF-1 untuk berbagai aksi fisiologis yang memengaruhi laju pertumbuhan (Ihsanudin *et al.*, 2014).

Pemberian hormon pertumbuhan rekombinan dapat dilakukan melalui beberapa metode seperti dengan penyuntikan, melalui pakan, pemberian langsung melalui oral, dan perendaman. Melalui metode oral dengan rGH ikan kerapu kertang (EIGH) pada ikan gurami dapat meningkatkan bobot hingga 14,78% (Fitriadi *et al.*, 2014) dan pada ikan bawal sebesar 8,84% (Andri *et al.*, 2017). Penentuan interval waktu pemberian pakan yang ditambahkan rGH sangat penting dikarenakan akan memengaruhi jumlah rGH yang masuk ke dalam tubuh ikan. Interval waktu yang tepat akan memberikan jumlah dosis rGH yang cukup yang dibutuhkan oleh ikan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian rGH dalam pakan dengan interval waktu yang berbeda dan mengetahui interval waktu yang terbaik terhadap pertumbuhan dan sintasan benih ikan tawes (*Puntius sp.*).

BAHAN DAN METODE

Ikan Uji

Ikan uji yang digunakan pada penelitian ini adalah benih ikan tawes (*Puntius sp.*) dengan ukuran panjang $2,53 \pm 0,15$ cm dan bobot awal rata-rata $0,19 \pm 0,08$ g yang berasal dari satu induk hasil pembenihan di Satuan Kerja Balai Benih Ikan (BBI) Bejiharjo, Gunung Kidul, Yogyakarta. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 3 April-14 Mei 2020 di Hatchery Loka Balai Benih Ikan (BBI) Ngrajek, Magelang. Jumlah benih tawes yang dimasukkan sebanyak 50 ekor per wadah. Wadah yang digunakan dalam penelitian berupa akuarium berukuran 58 cm x 22 cm x 40 cm, ketinggian air 20 cm dengan volume air 25 liter dan diberikan aerasi. Ikan uji diadaptasi terlebih dahulu selama lima hari untuk mengurangi tingkat stres benih ikan tawes.

Pakan Uji

Pakan uji menggunakan pakan komersil yang ditambahkan dengan rGH ikan kerapu kertang (rEIGH). Dosis pemberian rGH terbaik melalui metode oral terhadap pertumbuhan dan sintasan benih ikan tawes (*Puntius sp.*) adalah sebesar 2 mg/kg pakan (Apriliana *et al.*, 2017). Hormon rGH dilarutkan dalam larutan PBS sebanyak 100 mL tiap dosis perlakuan yang berfungsi sebagai pengencer dan kuning telur sebanyak 20 mL (Apriliana *et al.*, 2017). Pemberian pakan dilakukan secara *at satiation* sebanyak tiga kali sehari pada pukul 07.00, 12.00, dan 17.00 WIB (Utami *et al.*, 2018). Pakan yang digunakan adalah pakan komersil untuk ikan air tawar dengan kandungan protein 39%-40%. Wadah yang digunakan dalam penelitian berupa akuarium berukuran 58 cm x 22 cm x 40 cm, ketinggian air 20 cm dengan volume air 25 liter dan diberikan aerasi. Ikan uji diadaptasi terlebih dahulu selama lima hari untuk mengurangi tingkat stres benih ikan tawes sebelum dilakukan pengamatan mengacu pada penelitian Moniruzzaman *et al.* (2015).

Media Pemeliharaan Ikan Uji

Parameter kualitas air meliputi oksigen terlarut (DO), derajat keasaman (pH), dan suhu. Pengukuran suhu air dilakukan setiap sehari yaitu pada pukul 06.30, 11.30, dan pukul 16.30 WIB sebelum ikan diberikan pakan dengan menggunakan *water quality checker*.

Pengukuran pH dan oksigen terlarut dilakukan dengan menggunakan pH *paper* dan DO meter pada pukul 06.30, 11.30, dan 16.30 WIB

Rancangan Percobaan

Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan tiga ulangan dan percobaan dilakukan selama 42 hari. Masing-masing perlakuan yaitu perlakuan A (pemberian pakan tanpa rGH), B (pemberian pakan rGH setiap hari), C (pemberian pakan rGH setiap dua hari), dan D (pemberian pakan rGH setiap tiga hari). Pada pemeliharaan di luar waktu pemberian rGH, pakan yang diberikan berupa pakan komersil yang sama tanpa menambahkan rGH. *Sampling* bobot dan panjang ikan dilakukan pada awal pemeliharaan dan setiap tujuh hari sekali dengan menimbang benih ikan tawes sembilan ekor dari total 50 ekor setiap wadah mengacu pada metode Slovin (Agriansa *et al.*, 2020). Rumus Slovin untuk menentukan sampel adalah sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2}$$

di mana:

n = ukuran sampel/jumlah responden

N = ukuran populasi

E = presentase kelonggaran ketelitian kesalahan pengambilan sampel yang masih bisa ditolerir (e = 0,05)

Parameter yang Diamati

Parameter yang diamati meliputi: total konsumsi pakan (TKP), rasio konversi pakan (FCR), efisiensi pemanfaatan pakan (EPP), laju pertumbuhan spesifik (SGR), pertumbuhan bobot mutlak, pertumbuhan panjang mutlak, tingkat sintasan (SR), dan kualitas air (suhu, pH, oksigen terlarut).

Total Konsumsi Pakan (TKP)

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

$$TKP = F1 + F2 + \dots + Fn$$

di mana:

TKP = total konsumsi pakan

F1 = jumlah pakan hari pertama (g)

F2 = jumlah pakan hari kedua (g)

Fn = jumlah pakan hari ke-n (g)

Rasio Konversi Pakan (FCR)

Menurut Effendie (1997), Rodde *et al.* (2020), dan Sandeep *et al.* (2022), rasio konversi pakan atau *food conversion ratio* (FCR) dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$FCR = \frac{F}{(Wt + D) - Wo}$$

di mana:

FCR = rasio konversi pakan

F = berat total pakan yang diberikan selama percobaan (g)

Wt = biomassa hewan uji pada akhir pemeliharaan (g)

D = biomassa ikan mati selama percobaan (g)

Wo = biomassa hewan uji pada awal pemeliharaan (g)

Efisiensi Pemanfaatan Pakan (EPP)

Nilai efisiensi pemanfaatan pakan (EPP) dapat ditentukan dengan rumus NRC (1993), Islamiyah *et al.* (2017), dan Hasan *et al.* (2021) sebagai berikut:

$$EPP = \frac{Wt - Wo}{F} \times 100\%$$

di mana:

EPP = efisiensi pemanfaatan pakan (%)

Wt = bobot ikan akhir penelitian (g)

Wo = bobot ikan awal penelitian (g)

F = jumlah total pakan yang dikonsumsi (g)

Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR)

Laju pertumbuhan spesifik/*specific growth rate* (SGR) dihitung dengan menggunakan rumus Ricker (1975), Robisalmi *et al.* (2010), dan Sandeep *et al.* (2022) sebagai berikut:

$$SGR (\%) = \frac{\ln Wt - \ln Wo}{t} \times 100$$

di mana:

SGR = laju pertumbuhan spesifik (% per hari)

Wt = bobot ikan pada akhir penelitian (g)

Wo = bobot ikan pada awal penelitian (g)

t = lama penelitian (hari)

Pertumbuhan Bobot Mutlak

Pertumbuhan bobot mutlak dihitung dengan menggunakan rumus Effendie (1997), Utami *et al.* (2018), dan Hasan *et al.* (2021) sebagai berikut:

$$W = Wt - Wo$$

di mana:

W = pertumbuhan bobot mutlak (g)

Wt = bobot rata-rata ikan pada akhir penelitian (g)

Wo = bobot rata-rata pada awal penelitian (g)

Panjang Mutlak

Untuk menghitung pertumbuhan panjang mutlak, digunakan rumus yang dikemukakan oleh Effendie (1997), Lucas *et al.* (2015), dan Hasan *et al.* (2021):

$$Lm = L - Lo$$

di mana:

Lm = pertumbuhan panjang mutlak (cm)

Lt = panjang rata-rata ikan pada akhir percobaan (cm)

Lo = panjang rata-rata ikan pada awal percobaan (cm)

Tingkat Sintasan (SR)

Tingkat sintasan ikan tawes dapat dihitung dengan menggunakan rumus Effendie (1997), Lucas *et al.* (2015), dan Sandeep *et al.* (2022) sebagai berikut:

$$SR = \frac{No - Nt}{No} \times 100$$

di mana:

SR = sintasan/survival rate (%)

Nt = jumlah ikan yang mati selama penelitian (ekor)

No = jumlah ikan yang hidup pada awal periode (ekor)

Analisis Statistik

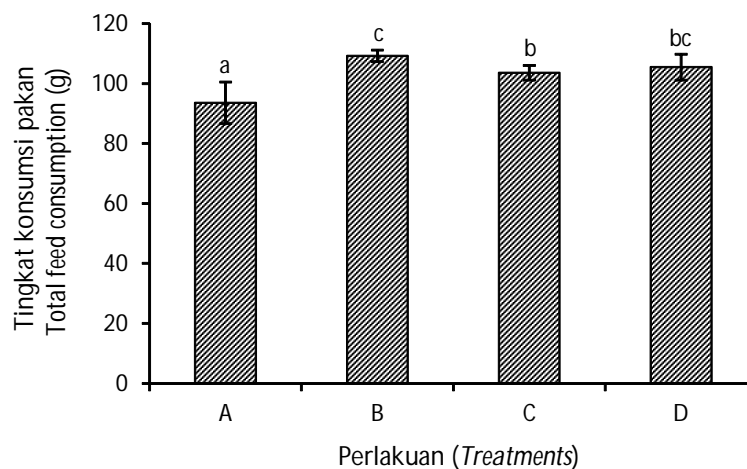
Data yang didapatkan dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) yang sebelumnya dilakukan uji normalitas, uji homogenitas, dan uji aditivitas untuk mengetahui bahwa data bersifat normal, homogen, dan aditif. Apabila diketahui terdapat pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) atau sangat nyata ($P < 0,01$), maka dilanjutkan dengan Uji Wilayah Ganda Duncan untuk mengetahui perbedaan nilai tengah antar perlakuan dan menentukan perlakuan yang terbaik. Data kualitas air dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN BAHASAN

Total Konsumsi Pakan (TKP)

Hasil penelitian data total konsumsi pakan ikan tawes selama penelitian tersaji pada Gambar 1.

Pengaruh pemberian rGH dalam pakan dengan interval waktu yang berbeda pada ikan tawes memberikan pengaruh nyata terhadap total konsumsi pakan ikan tawes ($P < 0,05$), dengan nilai total konsumsi pakan terbanyak adalah perlakuan B dengan rata-rata konsumsi pakan sebesar $109,24 \pm 1,94$ g. Berdasarkan hasil dapat diketahui bahwa tingkat konsumsi pakan ikan dipengaruhi oleh nafsu makan ikan. Penambahan rGH dalam pakan dapat meningkatkan nafsu makan ikan tawes sehingga total konsumsi pakan ikan tawes dengan perlakuan penambahan rGH dalam pakan lebih tinggi. Interval waktu yang digunakan pada perlakuan penambahan rGH dalam pakan diduga dapat meningkatkan nafsu makan benih ikan tawes, sehingga total konsumsi pakan benih ikan tawes dengan perlakuan penambahan rGH dalam pakan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol tanpa tambahan rGH. Hal ini menunjukkan bahwa, perlakuan dengan interval waktu setiap hari menghasilkan total konsumsi pakan benih ikan tawes yang lebih tinggi dan akan meningkatkan nafsu makan ikan dikarenakan rGH diduga akan memacu hormon nafsu makan ikan pada lambung yang bekerja setiap waktu. rGH diduga dapat merangsang nafsu makan ikan pada interval waktu setiap hari yang lebih tinggi. Diketahui bahwa rGH dapat merangsang hormon lain untuk diproduksi, salah satunya hormon ghrelin. Menurut Setyawan *et al.* (2014), rGH memberikan pengaruh nyata yang secara tidak langsung dapat meningkatkan nafsu makan ikan. Hal ini disebabkan adanya stimulasi hormon ghrelin yang meningkat karena pemberian rGH yang memacu nafsu makan ikan. Tingkat konsumsi pakan ikan disebabkan karena adanya peningkatan metabolisme pada tubuh ikan sehingga meningkatkan nafsu makan ikan (Peterson *et al.*, 2004; Raven *et al.*, 2012). Menurut



Gambar 1. Total konsumsi pakan ikan tawes selama penelitian.

Figure 1. Total feed consumption of treated tawes fish during the research period.

Ratnawati *et al.* (2012), peningkatan nafsu makan ikan disebabkan karena terjadinya peningkatan kerja enzim sehingga berpengaruh terhadap perubahan aktivitas makan sebagai adaptasi metabolik. rGH yang masuk ke dalam organ hati akan dipecah oleh enzim untuk sintesis protein yaitu *amino acyl tRNA synthetase* yang sebagian berada di hati, sehingga perubahan aktivitas enzim ini memengaruhi kebutuhan energi untuk menyintesis protein dengan cara adaptasi perubahan nafsu makan yang meningkat. Pemberian rGH memengaruhi GH yang dihasilkan di kelenjar pituitari dalam waktu tertentu di mana fungsi GH dapat memacu peningkatan penyerapan nutrisi pakan.

Rasio Konversi Pakan (FCR)

Hasil penelitian data rasio konversi pakan ikan tawes selama penelitian tersaji pada Gambar 2.

Pengaruh pemberian rGH dalam pakan dengan interval waktu yang berbeda pada ikan tawes memberikan pengaruh yang nyata terhadap rasio konversi pakan ikan tawes ($P < 0,05$) dengan nilai rasio konversi pakan (FCR) efisiensi pemanfaatan pakan terbaik adalah perlakuan D dengan nilai sebesar $1,22 \pm 0,05$. Berdasarkan hasil dapat diketahui bahwa rGH dapat menurunkan nilai rasio konversi pakan. Menurut Hanief *et al.* (2014), bahwa nilai rasio konversi pakan ikan tawes dengan perbedaan frekuensi pemberian pakan hampir sama yaitu sebesar 1,89-2,08. Pakan yang mengandung rGH diduga dapat dicerna lebih baik oleh sistem pencernaan ikan dengan bantuan enzim yang dirangsang oleh GH sehingga merubah senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan waktu yang lebih singkat, sehingga ikan dapat memanfaatkan pakan lebih opti-

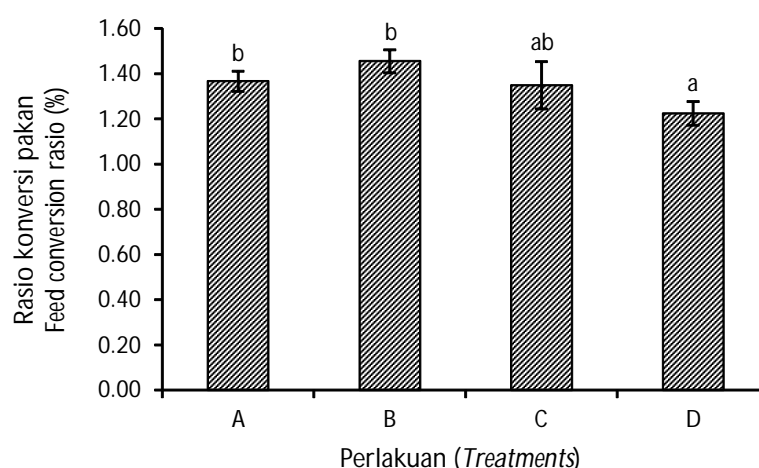
mal untuk pertumbuhan. Kandungan rGH di dalam pakan diduga dilindungi oleh kuning telur sehingga tidak terdegradasi oleh asam lambung sehingga terserap dengan baik ketika berada di usus (Ihsanudin *et al.*, 2014).

Menurut Kling *et al.* (2012), bahwa faktor yang dapat meningkatkan nilai konversi pakan pada ikan adalah pemberian GH. GH dapat bertindak pada tingkatan yang berbeda, seperti pencernaan dan proses penyerapan. Selain itu, GH juga bertindak dalam pemanfaatan dan alokasi energi nutrisi. GH dapat menyokong alokasi energi untuk pertumbuhan otot dan tulang melalui dampak GH sendiri pada metabolisme protein dan lipid. GH dapat memengaruhi pergeseran alokasi energi dari jaringan adiposa ke pertumbuhan otot dan tulang yang menjelaskan peningkatan konversi pakan oleh ikan lebih optimum.

Efisiensi Pemanfaatan Pakan (EPP)

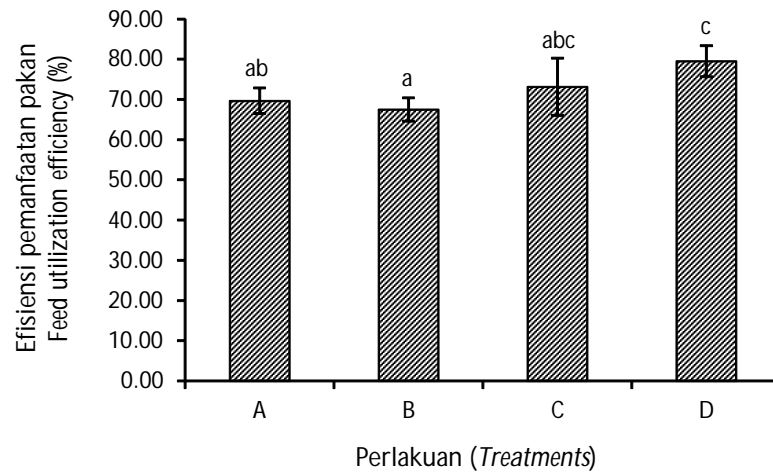
Hasil penelitian efisiensi pemanfaatan pakan ikan tawes selama penelitian tersaji pada Gambar 3.

Pengaruh pemberian rGH dalam pakan dengan interval waktu yang berbeda pada ikan tawes memberikan pengaruh yang nyata terhadap efisiensi pemanfaatan pakan ikan tawes ($P < 0,05$) dengan nilai efisiensi pemanfaatan pakan tertinggi adalah perlakuan D dengan nilai sebesar $(79,50 \pm 3,88)$. Hasil ini menunjukkan bahwa interval waktu yang digunakan memengaruhi proses penyerapan dan pemanfaatan nutrisi pakan dalam tubuh ikan. Interval waktu yang digunakan pada perlakuan pemberian pakan yang mengandung rGH memberikan pengaruh terhadap nilai efisiensi pemanfaatan pakan karena diduga interval



Gambar 2. Rasio konversi pakan ikan tawes selama penelitian (Huruf superskrip yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$)).

Figure 2. Feed conversion ratio of treated tawes during the research period (Different superscript letters make a real difference ($P < 0.05$)).



Gambar 3. Efisiensi pemanfaatan pakan ikan tawes selama penelitian.
Figure 3. Feed utilization efficiency of treated tawes during the research period.

waktu pemberian rGH memengaruhi GH yang dihasilkan di kelenjar pituitari dalam waktu tertentu di mana fungsi GH dapat memacu peningkatan penyerapan nutrisi pakan. Hal ini didukung oleh Fissabela *et al.* (2016) bahwa GH dapat meningkatkan sintesis protein, menurunkan ekskresi nitrogen, merangsang metabolisme, dan oksidasi lemak, serta memacu sintesis dan pelepasan insulin.

Interval waktu yang digunakan dapat memacu fungsi hipotalamus dalam mengatur keseimbangan energi dan dapat dimanfaatkan oleh benih ikan tawes untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan nutrisi yang diperoleh dari pakan yang telah ditambahkan rGH. Menurut Hardianto *et al.* (2012), bahwa rGH dapat meningkatkan pertumbuhan somatik dengan mengoptimalkan fungsi hipotalamus dalam mengatur keseimbangan energi pada perubahan metabolik, serta meningkatkan efisiensi pemanfaatan nutrisi yang diserap. Tingginya kadar glikogen pada ikan gurame yang diberi perlakuan rEIGH menunjukkan tingginya simpanan glukosa. Kadar glikogen yang meningkat pada ikan yang diberi rGH juga telah dilaporkan pada ikan gurame oleh Irmawati (2012).

Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR)

Hasil penelitian laju pertumbuhan spesifik ikan tawes tersaji pada Gambar 4.

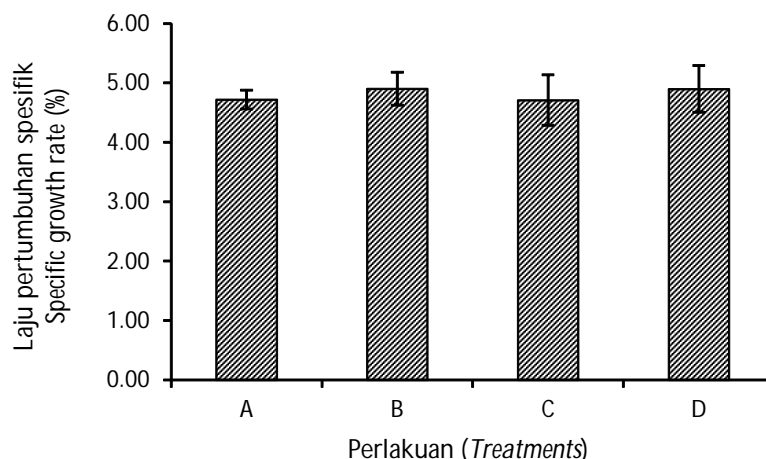
Pengaruh pemberian rGH dalam pakan dengan interval waktu yang berbeda pada ikan tawes memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap laju pertumbuhan spesifik ikan tawes ($P > 0,05$) Hal ini menunjukkan bahwa interval waktu yang digunakan tidak memengaruhi laju pertumbuhan spesifik benih

ikan tawes. Hal ini diduga karena interval waktu yang digunakan memengaruhi kebutuhan rGH di dalam tubuh di mana kebutuhan rGH untuk memacu pelepasan GH sudah maksimal sehingga IGF-II akan melakukan regulasi umpan balik menuju kelenjar pituitari untuk menekan produksi GH dalam interval waktu tersebut. Menurut Wong *et al.* (2006), bahwa, pemberian rGH yang semakin banyak dapat merangsang pertumbuhan pada benih ikan tawes tetapi dengan kapasitas kebutuhan ikan, apabila pertumbuhan sudah mencapai maksimal maka IGF-II akan mengirimkan sinyal untuk mengurangi sekresi GH. Pengaruh pemberian rGH dalam pakan dapat meningkatkan laju pertumbuhan spesifik benih ikan tawes. Menurut Safir (2012), laju pertumbuhan spesifik (SGR) benih ikan gurame yang diberi perlakuan hormon pertumbuhan rekombinan ikan kerapu kertang (rEIGH) lebih tinggi 14,89 % dibandingkan dengan perlakuan kontrol (tanpa pemberian rGH). Hal ini juga dijelaskan oleh Muhammad *et al.* (2014) bahwa laju pertumbuhan harian (LPH) *strain* ikan nila merah yang diberi pakan mengandung hormon pertumbuhan rekombinan ikan kerapu kertang (rEIGH) dengan dosis 3 mg/kg pakan lebih tinggi 14,57% dibanding perlakuan kontrol tanpa pemberian rGH.

Pertumbuhan Bobot Mutlak

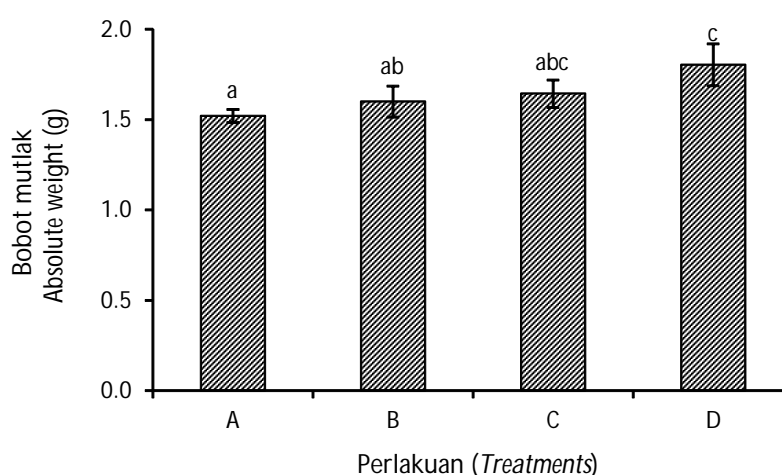
Hasil penelitian pertumbuhan bobot mutlak ikan tawes tersaji pada Gambar 5.

Pengaruh pemberian rGH dalam pakan dengan interval waktu yang berbeda pada ikan tawes memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan bobot mutlak ikan tawes ($P < 0,05$) dengan nilai bobot mutlak ikan tawes terbaik adalah



Gambar 4. Laju pertumbuhan spesifik ikan tawes selama penelitian.

Figure 4. Specific growth rate of treated tawes during the research period.



Gambar 5. Pertumbuhan bobot mutlak ikan tawes selama penelitian.

Figure 5. Absolute weight growth of treated tawes during the research period.

perlakuan D dengan nilai rata-rata sebesar $(1,80 \pm 0,12)$. Berdasarkan hasil dapat diketahui bahwa rGH dapat meningkatkan laju pertumbuhan bobot ikan tawes dengan merangsang pelepasan GH. Hormon yang bisa memacu pertumbuhan ikan salah satunya ialah GH (*growth hormone*), hormon ini akan merangsang pertumbuhan sel-sel pada ikan sehingga pertumbuhan bobot meningkat (Elvarianna *et al.*, 2017).

Interval waktu pemberian pakan yang mengandung rGH setiap hari dan dua hari tidak memberikan peningkatan pertumbuhan bobot ikan yang lebih baik.

Fenomena ini menunjukkan adanya *negative feedback* yang terjadi secara hormonal, yaitu IGF-I akan menekan kelenjar pituitari, sehingga menghambat kinerja rGH karena produksi GH yang sudah berlebihan. Oleh sebab itu, pemberian rGH harus dengan dosis dan interval waktu yang tepat (Debnanth, 2010). Pemberian rGH yang berlebihan akan mengakibatkan rangsangan berlebih atau memiliki sifat antagonistik yang berakibat penghambatan sekresi GH oleh kelenjar, serta secara tidak langsung menghambat kinerja rGH. Hal ini dikarenakan selain merangsang peningkatan pertumbuhan pada organ target, rGH yang

dikonsumsi juga memberikan umpan negatif kepada kelenjar pituitari untuk merangsang somatostatin untuk menghambat kerja hormon pertumbuhan (Apriliana *et al.*, 2017).

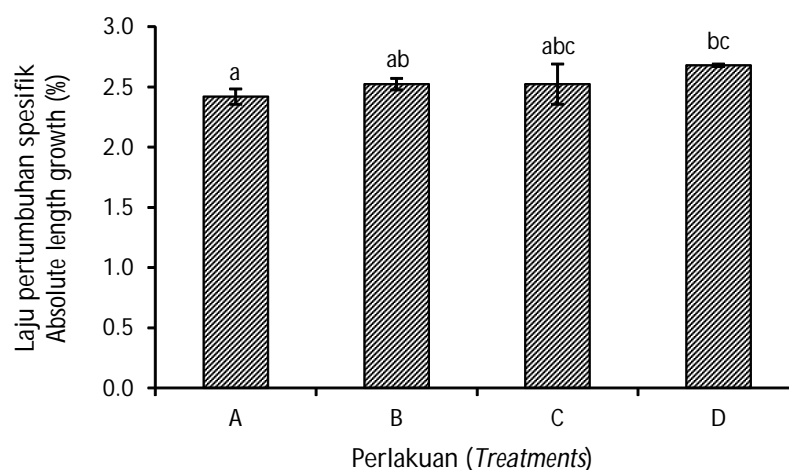
Frekuensi pemberian pakan yang mengandung rGH dengan interval waktu tiga hari sekali memberikan pertumbuhan bobot ikan tawes terbaik. Hal ini diduga karena rGH yang masuk ke dalam tubuh ikan akan memengaruhi IGF-I dalam hati sampai tiga hari untuk memacu pertumbuhan bobot ikan. Hal ini diperkuat oleh Moriyama *et al.* (2000) yang menyatakan bahwa pemberian rGH secara oral pada ikan salmon meningkatkan plasma IGF-I sampai pada puncaknya pada 24 jam setelah pemberian. Level plasma IGF masih tinggi sampai tiga hari, kemudian kembali pada level normal.

Peningkatan pertumbuhan terbaik dengan interval pemberian rGH tiga hari sekali diduga dipengaruhi pula oleh level ekspresi IGF-I pada ikan. Menurut Handoyo (2012), IGF-I berperan dalam menstimulasi metabolisme protein, lemak, karbohidrat, dan mineral (pada level seluler) pada pertumbuhan ikan, memacu sintesis protein, mendorong terjadinya proliferasi pada sel, membantu pemompaan osmotik secara mikro, memacu terjadinya *sulfat uptake* pada ikan, merangsang aktivitas multiplikasi fibroblast pada embrio dan memiliki aktivitas seperti insulin pada metabolisme jaringan adipose.

Pertumbuhan Panjang Mutlak

Hasil penelitian panjang mutlak ikan tawes tersaji pada Gambar 6.

Pengaruh pemberian rGH dalam pakan dengan interval waktu yang berbeda pada ikan tawes memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan panjang mutlak ikan tawes ($P < 0,05$) dengan nilai panjang mutlak ikan tawes penelitian terbaik adalah pada perlakuan D dengan nilai rata-rata sebesar $(2,68 \pm 0,01)$. Berdasarkan hasil, dapat diketahui bahwa pemberian pakan yang mengandung rGH dengan frekuensi tiga hari sekali meningkatkan laju pertumbuhan panjang mutlak ikan tawes yang optimal dibandingkan dengan frekuensi setiap hari dan dua hari sekali. Hal ini diduga karena pakan yang mengandung rGH masuk melalui sistem pencernaan dalam tubuh ikan dan dapat diterima oleh reseptor dalam tubuh sehingga terjadi mekanisme secara tidak langsung dengan bantuan dari IGF-1 untuk berbagi aksi fisiologis yang memengaruhi laju pertumbuhan (Ihsanudin *et al.*, 2014). Menurut Moriyama (2000), Wong *et al.* (2006), dan Debnanth (2010), mekanisme secara tidak langsung adalah mekanisme GH dalam memengaruhi pertumbuhan yang dimediasi oleh IGF-1 dalam hati ikan. Faktor lain yang berperan dalam mekanisme ini yaitu reseptor GH (GHR), GH *binding proteins* (GHBPs), IGF reseptor (IGFr) IGF *binding proteins* dan (IGFBPs). GH reseptor memiliki fungsi untuk menangkap sinyal sekresi kelenjar pituitary untuk memproduksi GH, sedangkan GHBPs untuk melindungi GH dari pituitari dalam pengangkutan di dalam darah. IGF reseptor mempunyai fungsi menangkap sinyal IGF-1 dalam organ yang menjadi target, sedangkan IGFBPs berfungsi dalam melindungi dan mengangkut IGF-1 di dalam darah menuju organ target. Dijelaskan oleh Wong *et al.* (2006) regulasi



Gambar 6. Pertumbuhan panjang mutlak ikan tawes selama penelitian.

Figure 6. Absolute length growth of treated tawes during the research period.

umpan balik dari pelepasan hormon pertumbuhan pada ikan yakni, GH yang disekresikan ke kelenjar pituitari kemudian dilepaskan ke sistem sirkulasi menuju organ hati untuk merangsang produksi IGF-I dan IGF II yang akan memulai umpan balik panjang pada pituitari untuk menekan sekresi GH.

Pemberian pakan yang ditambahkan rGH dengan interval waktu tiga hari sekali memberikan pertumbuhan panjang mutlak ikan tawes terbaik. Hal ini diduga karena rGH yang masuk ke dalam tubuh ikan akan memengaruhi plasma IGF-I dalam hati sampai tiga hari untuk memacu pertumbuhan panjang ikan. Hal ini diperkuat oleh Moriyama *et al.* (2000) yang menyatakan bahwa pemberian rGH secara oral pada ikan salmon meningkatkan plasma IGF-I sampai pada puncaknya pada 24 jam setelah pemberian. Level plasma IGF masih tinggi sampai tiga hari, kemudian kembali pada level normal.

Sintasan Ikan (SR)

Hasil penelitian tingkat sintasan ikan tawes tersaji pada Gambar 7.

Pengaruh pemberian rGH dalam pakan dengan interval waktu yang berbeda pada ikan tawes memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap tingkat sintasan ikan tawes ($P > 0,05$) dengan nilai sintasan ikan tawes penelitian terbaik adalah perlakuan D dengan nilai rata-rata sebesar $(93,33 \pm 4,16)$. Hasil ini menunjukkan bahwa tingkat sintasan pada penelitian lebih baik dari SNI di mana sintasan (*survival rate*) menurut KEPMEN-KP (2017) adalah pada fase pendederan-I sebesar 51%, pendederan-II (70%). Interval waktu yang digunakan tidak memengaruhi sintasan benih ikan tawes. Interval waktu pemberian rGH dalam pakan akan memengaruhi dosis rGH yang masuk

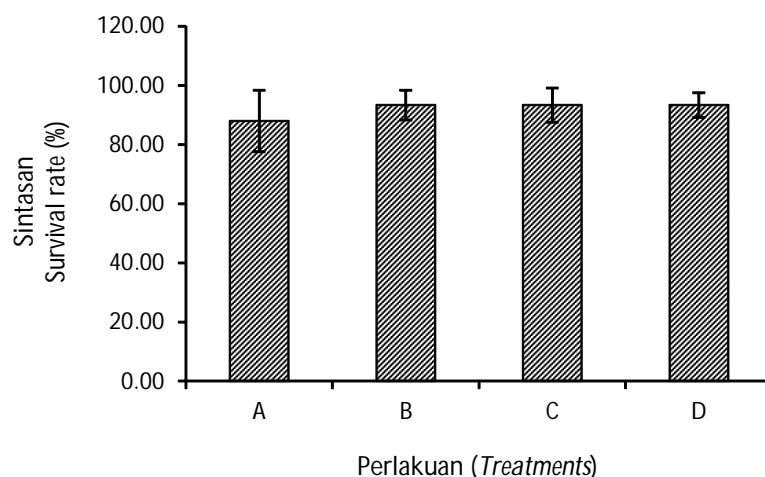
ke dalam tubuh ikan, di mana hasil tingkat sintasan ini diduga diperoleh karena dosis yang masuk ke dalam tubuh ikan masih dapat diterima dan ditoleransi oleh benih ikan tawes (Setyawan *et al.*, 2014). Hasil tingkat sintasan benih ikan tawes ini juga diduga karena faktor lingkungan perairan yang terkontrol sehingga tingkat sintasan benih ikan tawes masih tinggi.

Interval waktu yang digunakan diduga tidak memengaruhi fungsi rGH yang secara tidak langsung dapat meningkatkan daya tahan tubuh ikan agar tidak stres dan lebih kebal terhadap penyakit. Stres dapat menyebabkan perubahan fisiologis dengan konsekuensi maladaptasi sebagai pengaruh kronik berupa penurunan ketahanan tubuh terhadap perubahan lingkungan yang pada akhirnya berpengaruh terhadap sintasan (Tort *et al.*, 2003). Menurut Acosta *et al.* (2009), bahwa pemberian rGH pada larva ikan nila dapat meningkatkan sintasan dan meningkatkan daya tahan tubuh terhadap stres dan infeksi penyakit. Hal ini juga dijelaskan Utomo (2011) bahwa aksi dari GH dapat merangsang sistem imun sehingga mempunyai daya tahan tubuh kuat agar tidak mudah stres dan terhindar dari penyakit. Ikan yang mempunyai daya tahan tubuh yang kuat dapat meningkatkan sintasan.

Kualitas Air

Hasil penelitian kualitas air ikan tawes tersaji pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air selama penelitian dengan *water quality checker* dan kertas pH didapatkan variabel oksigen terlarut berkisar 5,1-7,8 mg/L. Parameter suhu berkisar 26,1°C-28,8°C dan pH air dengan nilai 7. Ikan tawes memiliki kisaran optimal yaitu, oksigen terlarut e" 5, suhu air 25,1°C-



Gambar 7. Sintasan ikan tawes selama penelitian.
 Figure 7. Tawes survival rate during the research period.

Tabel 1. Data kualitas air pemeliharaan ikan tawes selama penelitian

Table 1. Variation of primary water quality parameters in the rearing media during the research period

| Parameter kualitas air Water quality parameters | Perlakuan (Treatments) | | | | Kelayakan Referenced value |
|--|------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------------------------|
| | A | B | C | D | |
| Suhu (Temperature) (°C) | 26.2-28.8 | 26.1-28.8 | 26.2-28.8 | 26.2-28.8 | 25.1-30.5 ^a |
| pH | 7 | 7 | 7 | 7 | 6.3-7.3 ^a |
| Oksigen terlarut Dissolved oxygen (mg/L) | 5.6-7.6 | 5.4-7.8 | 5.3-7.6 | 5.1-7.6 | ≥ 5 ^a |

Sumber (Source): * Moniruzzaman *et al.* (2015)

30,1°C dan pH air 6,3-7,3 (Moniruzzaman *et al.*, 2015). Ikan tawes merupakan salah satu ikan endemik Jawa asli Indonesia. Ikan tawes dalam habitat aslinya adalah ikan yang berkembang biak di perairan dengan air yang jernih dan terdapat aliran air, mengingat ikan ini memiliki sifat biologis yang membutuhkan banyak oksigen dan hidup di perairan tawar dengan suhu tropis 22°C-28°C, serta pH 7 (Aida, 2011). Benih ikan tawes dapat hidup dengan baik pada parameter kualitas air tersebut. Menurut Carveth *et al.* (2007), bahwa ikan spikedece (*Meda fulgida*) merupakan salah satu ikan dengan family Cyprinidae seperti ikan tawes, mampu bertahan pada suhu stabil 34°C. Suhu tersebut tidak akan membuat ikan stres karena saat suhu rendah dapat memberikan jeda sementara. Siklus fluktuasi suhu dapat meningkatkan toleransi ikan pada suhu tinggi, karena ikan sering terpapar dan menyesuaikan diri pada suhu tinggi.

KESIMPULAN

Pemberian recombinant growth hormone (rGH) melalui pakan dengan interval waktu yang berbeda berpengaruh nyata terhadap TKP, FCR, pertumbuhan bobot, dan panjang mutlak tetapi tidak berpengaruh terhadap sintasan benih ikan tawes (*Puntius* sp.). Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa interval waktu terbaik pemberian pakan yang ditambahkan rGH terhadap pertumbuhan dan sintasan benih ikan tawes (*Puntius* sp.) adalah setiap tiga hari sekali. Hasil TKP yang diperoleh 105,52 ± 4,32; FCR 1,22 ± 0,05; nilai EPP 79,50 ± 3,88; tiga hari sekali (perlakuan D) yang menghasilkan TKP (105,52 ± 4,32), FCR (1,22 ± 0,05), EPP (79,50 ± 3,88), SGR (4,90 ± 0,39), pertumbuhan bobot mutlak (1,80 ± 0,12), pertumbuhan panjang mutlak (2,68 ± 0,01), dan sintasan (SR) 93 ± 11,14.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Pimpinan dan staf Loka Balai Benih Ikan Ngrajek, Magelang yang telah memfasilitasi pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR ACUAN

- Acosta, J., Estrada, M.P., Carpio, Y., Ruiz, O., Morales, R., Martinez, E., Valdes, J., Borroto, C., Besada, V., Sanchez, A., & Herrera, F. (2009). Tilapia somatotropin polypeptides: Potent enhancers of fish growth and innate immunity. *Biotechnologia Aplicada*, 26(3), 267-272.
- Agriansa, L., Sumantriyadi, S., & Sari, L.P. (2020). Analisis budidaya pembesaran ikan patin (*Pangasius* sp.) di Kecamatan Talang Kelapa Kabupaten Banyuasin. *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 15(1), 10-20.
- Aida, S.N. (2011). Laju dan pola pertumbuhan, serta kebiasaan makan ikan tawes, *Barbonymus gonionotus* di Waduk Gajah Mungkur, Jawa Tengah. *Prosiding Seminar Ikan Nasional Ke 8, Masyarakat Iktiologi Indonesia*, hlm. 251-257.
- Andri, K., Basuki, F., & Nugroho, R.A. (2017). Pengaruh pemberian rekombinan hormon pertumbuhan (rGH) melalui metode oral dengan interval waktu yang berbeda terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan benih ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 6(3), 20-29.
- Apriliana, R., Basuki, F., & Nugroho, R.A. (2017). Pengaruh pemberian recombinant growth hormone (rGH) dengan dosis yang berbeda pada pakan buatan terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan benih ikan tawes (*Puntius* sp.). *Sains Akuakultur Tropis : Indonesian Journal of Tropical Aquaculture*, 2(1), 49-58. <https://doi.org/10.14710/sat.v2i1.2561>.
- Carveth, C.J., Widmer, A.M., Bonar, S.A., & Simms, J.R. (2007). An examination of the effects of chronic static and fluctuating temperature on the growth and survival of spikedece, *Meda fulgida*, with implication for management. *Journal of Thermal Biology*, 32, 102-108.

- Debnanth, S. (2010). A review on the physiology of *insulin like growth factor-I* (IGF-I) peptide in bony fishes and its phylogenetic correlation in 30 different taxa of 14 families of teleosts. *Advances in Environmental Biology*, 5, 31-52.
- Effendie, M.I. (1997). Biologi perikanan. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusantara.
- Elvarianna, B.G., Usman, M.T., & Rusliadi. (2017). Pertumbuhan dan kelulushidupan benih kerapu tikus (*Cromileptus altivelis*) dengan pemberian hormon pertumbuhan rekombinan (rGH) melalui metode perendaman dosis berbeda. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau*, 4(1), 1-9.
- Fitriadi, M.W., Basuki, F., & Nugroho, R.A. (2014). Pengaruh pemberian recombinant growth hormone (rGH) melalui metode oral dengan interval waktu yang berbeda terhadap kelulushidupan dan pertumbuhan larva ikan gurame var Bastard (*Osphronemus goramy* Lac, 1801). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(2), 77-85.
- Fissabela, F.A., Suminto, & Nugroho, R.A. (2016). Pengaruh pemberian *recombinant growth hormone* (rGH) dengan dosis berbeda pada pakan komersil terhadap efisiensi pemanfaatan pakan, pertumbuhan dan kelulushidupan benih ikan patin (*P. pangasius*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 5(3), 1-9.
- 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.
- Hanief, M.A.R., Subandiyono, & Pinandoyo. (2014). Pengaruh frekuensi pemberian pakan terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan benih ikan tawes (*Puntius javanicus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(4), 67-74.
- Hardianto, D., Alimuddin, Prasetyo, A.E., Yanti, D.H., & Sumantadinata, K. (2012). Peforma benih ikan diberi pakan mengandung hormon pertumbuhan rekombinan ikan mas dengan dosis berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 11(1), 17-22.
- Hassan, H.U., Ali, Q.M., Ahmad, N., Masood, Z., Hossain, M.Y., Gabol, K., Khan, W., Hussain, M., Ali, A., Attaullah, M., & Kamal, M. (2021). Assessment of growth characteristics, the survival rate and body composition of Asian sea bass *Lates calcarifer* (Bloch, 1790) under different feeding rates in closed aquaculture system. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28, 1324-1330.
- Ihsanudin, I., Rejeki, S., & Yuniarti, T. (2014). Pengaruh pemberian rekombinan hormon pertumbuhan (rGH) melalui metode oral dengan interval waktu yang berbeda terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan benih ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(2), 94-102.
- Irmawati, Alimuddin, Zairin, M.Jr., Suprayudi, M.A., & Wahyudi, A.T. (2012). Peningkatan laju pertumbuhan benih ikan gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.) yang direndam dalam air yang mengandung hormon pertumbuhan ikan mas. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 12(1), 13-23.
- Islamiyah, Rachmawati, D.D., & Susilowati, T. (2017). Pengaruh penambahan madu pada pakan buatan dengan dosis yang berbeda terhadap performa laju pertumbuhan relatif, efisiensi pemanfaatan pakan dan kelulushidupan ikan bandeng (*Chanos chanos*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 6(4), 67-76.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan [KKP]. (2021). Statistik produksi perikanan. <https://statistik.kkp.go.id/home.php>.
- KEPMEN-KP. (2017). Pelepasan ikan tawes (*Puntius javanicus*) JOIS. Jakarta, 8 hlm.
- Kling, P., Jonsson, E., Nilsen, T.O., Einarsdottir, I.E., Ronnestad, I., Stefansson, S.O., & Bjornsson, B.T. (2012). The role of growth hormone in growth, lipid homeostasis, energy utilization and partitioning in rainbow trout : Interactions with leptin, ghrelin and insulin-like growth factor I. *General and Comparative Endocrinology*, 175, 153-162.
- Lucas, W.G., Kalesaran, O.J., & Lumenta, C. (2015). Pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva gurami (*Osphronemus gouramy*) dengan pemberian beberapa jenis pakan. *Budidaya Perairan*, 3(2), 19-28.
- Moniruzzaman, M., Uddin, K.B., Basak, S., & Bashar, A. (2015). Effects of stocking density on growth performance and yield of thai silver barb *Barbonymus gonionotus* reared in floating net cages in Kaptai Lake, Bangladesh. *AAFL BIOFLUX*, 8(6), 99-108.
- Moriyama, S., Felix, G.A., & Hiroshi, K. (2000). Growth regulation by insulin-like growth factor-1 in fish. *Bioscience Biotechnology Biochemistry*, 64, 1553-1562.

- Muhammad, Alimuddin, Zairin, M.Jr., & Charma, O. (2014). Respons pertumbuhan dan efisiensi pakan pada ikan nila ukuran berbeda yang diberi pakan yang mengandung hormon pertumbuhan rekombinan. *Jurnal Riset Akuakultur*, 9(3), 407-415.
- National Research Council [NRC]. (1993). nutrients recruitment of fish. National Academic of Science. Washington D.C., USA: National Research Council.
- Pereira, L., Riquelme, T., & Hosokawa, H. (2007). *Effect of three photoperiod regimes on the growth and mortality of the Japanese abalone (Haliotis discus hanaino)*. Skripsi. Kochi University, Aquaculture Department, Laboratory of Fish Nutrition, Japan, p. 763-767.
- Peterson, B.C., Small, B.C., & Bosworth, B.G. (2004). Effect of bovine growth hormon (Posilac) on growth performance, body composition, and IGFbPs in two strain of channel catfish. *Aquaculture*, 232, 651-663.
- Ratnawati, P. (2012). *Pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan gurame yang diberi hormon pertumbuhan rekombinan dengan lama perendaman yang berbeda*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Raven, P.A., Sakhrani, D., Beckman, B., Neregard, L., Sundstrom, L.F., Bjorsson, T.B., & Devlin, R.H. (2012). Growth and endocrine effect of recombinant bovine growth hormone treatment in non-transgenic and growth hormone transgenic coho salmon. *General and Comparative Endocrinology*, 177, 143-152.
- Ricker, W.E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish population. *Bull. Fish Res. Board. Can. Bulletin*, 191, 382 pp.
- Robisalmi, A., Listiyowati, N., & Ariyanto, D. (2010). Evaluasi keragaan pertumbuhan dan heterosis pada persilangan dua strain ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2010*, hlm. 553-559.
- Rodde, C., Chatain, B., Vandeputte, M., Trinh, T.Q., Benzie, J.A.H., & de Verdal, H. (2020). Can individual feed conversion ratio at commercial size be predicted from juvenile performance in individually reared Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture Reports*, 17, 100349.
- Safir, M. (2012). *Respons benih ikan gurami (Osphronemus goramy) yang diberi hormon pertumbuhan rekombinan melalui oral pada dosis berbeda*. Tesis. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Sandeep, K.P., De, D., Kumar, S., Raja, R.A., Mahalakshmi, P., Suvana, S., Sivaramakrishnan, T., Ambasankar, K., & Vijayan, K.K. (2022). Effect of fish waste hydrolysate on growth performance and health status of milk fish (*Chanos chanos*) and its potential to reduce feed. *Aquaculture*, 550, 737834.
- Setyawan, P.K.F., Rejeki, S., & Nugroho, R.A. (2014). Pengaruh pemberian recombinant growth hormone (rGH) melalui metode perendaman dengan dosis yang berbeda terhadap kelulushidupan dan pertumbuhan larva ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(2), 69-76.
- Tort, E., Devlin, R.H., & Iwama, G.K. (2003). Disease resistance, stress response, and effects of triploidy in growth hormone transgenic coho salmon. *J. Fish Biol.*, 63, 806-823.
- Utami, K.P., Hastuti, S., & Nugroho, R.A. (2018). Pengaruh kepadatan yang berbeda terhadap efisiensi pemanfaatan pakan, pertumbuhan dan kelulushidupan ikan tawes (*Puntius javanicus*) pada sistem resirkulasi. *Sains Akuakultur Tropis: Indonesian Journal of Tropical Aquaculture*, 2(2), 53-63. <https://doi.org/10.14710/sat.v2i2.3140>
- Utomo, D.S.C. (2011). *Produksi dan uji bioaktivitas protein rekombinan hormon pertumbuhan ikan mas*. Tesis. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Wong, A.O.L., Hong, Z., Jiang, Y., & Ko, W.K.W. (2006). Feedback regulation of growth hormone synthesis and secretion in fish and the emerging concept of inpituitary feedback loop. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 144, 284-305.