

Pertumbuhan pascalarva udang vaname yang diberi larutan hormon pertumbuhan rekombinan

Growth of white shrimp post-larvae immersed in recombinant fish growth hormone

Dita Puji Laksana, Siti Subaidah, Muhammad Zairin Junior, Alimuddin*,
Odang Carman

Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor
Kampus IPB Dramaga Bogor, Jawa Barat 16680

*Surel: alimuddin_alsani@yahoo.com

ABSTRACT

This research was conducted to determine the optimum immersion time of recombinant giant grouper growth hormone (*Ephinephelus lanceolatus*; rEIGH) at a dose of 15 mg/L that generated highest growth of white shrimp post-larvae (PL). PL was bath-immersed for one, two, and three hours. Two types of control was provided, namely it was without any treatment (control), and immersion in water containing 0.01% bovine serum albumin (BSA) and total protein of *Escherichia coli* without rEIGH (pCold control). All treatments and controls were consisted of three replications. A total of 1,500 PL-2 shrimp were bath-immersed in a plastic packing containing 1 L of sea water, 15 mg/L rEIGH, and 0.01% BSA. PL was further reared for 21 days in the 60 L glass aquarium, and fed nauplii *Artemia* two times and flake commercial diet five times daily, at satiation. The results showed that the highest of biomass (36.29 ± 1.46 g), specific growth rate ($29.81 \pm 0.87\%/day$), and body length (20.08 ± 0.42 mm) were obtained in three hours immersion treatment ($P < 0.05$). Biomass of PL in three hours immersion treatment was approximately 66.0% higher compared to the control (21.87 ± 2.53 g). Survival of shrimp in all treatment and control were similar ($P > 0.05$). Thus, growth of white shrimp PL could be improved by bath immersion for three hours in rEIGH solution of 15 mg/L water.

Keywords: recombinant growth hormone, different immersion time, Pacific white shrimp, biomass

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk menentukan lama waktu perendaman hormon pertumbuhan rekombinan ikan kerapu kertang (*Ephinephelus lanceolatus*; rEIGH) dosis 15 mg/L yang menghasilkan pertumbuhan tertinggi pada pascalarva (PL) udang vaname. Perendaman PL dilakukan satu, dua, dan tiga jam. Dua jenis kontrol dibuat yakni udang vaname PL-2 tidak diberi perlakuan (kontrol), dan direndam dalam air mengandung serum albumin sapi (BSA) 0,01% dan protein *Escherichia coli* tanpa rEIGH (kontrol pCold). Setiap perlakuan dan kontrol diberi tiga ulangan. Sebanyak 1.500 ekor PL-2 direndam dalam kantong plastik kemasan berisi 1 L air laut mengandung rEIGH 15 mg/L, dan BSA 0,01%. Selanjutnya, udang dipelihara selama 21 hari di dalam akuarium volume 60 L, dan diberi pakan naupli *Artemia* sebanyak dua kali dan pakan komersial berbentuk flake sebanyak lima kali sehari hingga kenyang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biomassa ($36,29 \pm 1,46$ g), pertumbuhan bobot spesifik ($29,81 \pm 0,87\%/hari$), dan panjang tubuh ($20,08 \pm 0,42$ mm) tertinggi diperoleh pada perlakuan perendaman selama tiga jam ($P < 0,05$). Biomassa udang perlakuan perendaman selama tiga jam lebih tinggi 66% dibandingkan dengan kontrol ($21,87 \pm 2,53$ g). Kelangsungan hidup udang yang direndam dengan rEIGH, kontrol dan kontrol pCold tidak berbeda nyata ($P < 0,05$). Dengan demikian, pertumbuhan PL udang vaname dapat ditingkatkan melalui perendaman selama tiga jam dalam larutan rEIGH 15 mg/L air.

Kata kunci: hormon pertumbuhan rekombinan, lama perendaman, pascalarva udang vaname, biomassa

PENDAHULUAN

Hormon pertumbuhan (*growth hormone*, GH) merupakan polipeptida esensial yang dibutuhkan oleh vertebrata untuk proses pertumbuhan

dan perkembangan tubuh secara normal. GH dapat memacu pertumbuhan ikan dengan cara meningkatkan selera makan ikan sehingga dapat memperbaiki konversi pakan (Reinecke *et al.*, 2005). GH di dalam tubuh memiliki berbagai

peran di antaranya meningkatkan massa otot, meningkatkan sintesis protein, merangsang glukoneogenesis dalam hati, dan merangsang sistem imun. Peran GH yang diproduksi oleh kelenjar pituitari tersebut telah dapat digantikan oleh GH rekombinan (rGH) yang diproduksi menggunakan bakteri *Escherichia coli* (Promdonkoy *et al.*, 2004) dan ragi *Pichia pastoris* (Acosta *et al.*, 2007). Pemberian rGH pada larva ikan nila dapat meningkatkan kelangsungan hidup dan meningkatkan daya tahan terhadap stres dan infeksi penyakit (Acosta *et al.*, 2009). Fungsi rGH dalam meningkatkan pertumbuhan adalah sama dengan GH endogen yang terdapat dalam ikan (Promdonkoy *et al.*, 2004; Acosta *et al.*, 2007).

Aplikasi rGH dapat dilakukan melalui penyuntikan, secara oral melalui pakan, dan perendaman. Metode perendaman adalah metode yang efektif karena dapat dilakukan secara massal dibandingkan metode injeksi. Selain itu metode perendaman juga dapat meminimalkan *leaching* pada saat pemberian pakan mengandung rGH. Metode perendaman rGH pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) telah dilakukan oleh Santiesteban *et al.* (2010). Perendaman pascalarva (PL)-2 dengan dosis rGH ikan nila 100 µg/L selama satu jam mampu meningkatkan bobot tubuh sebesar 42,2%. Frekuensi perendaman yang dilakukan adalah tujuh kali, dan hal ini kurang praktis. Sonnenschein (2005) merendam udang di dalam larutan hormon somatotropin rekombinan sapi (bST) dengan dosis 300 mg/L selama satu jam dengan satu kali perendaman, dan memberikan hasil bahwa bobot udang lebih besar 38% dan 11% lebih panjang dibandingkan kontrol. Oleh karena itu perlu dilakukan pengujian efektivitas rGH dengan sekali perendaman pada PL-2 udang vaname.

Perendaman PL udang vaname dengan dosis 15 mg/L dengan frekuensi perendaman satu kali selama satu jam mempunyai peningkatan bobot 37,77% lebih berat dari kontrol (Subaidah *et al.*, 2012). Selanjutnya, lama waktu perendaman diduga berpengaruh terhadap efektivitas rGH

dalam memacu pertumbuhan udang vaname, sehingga pada penelitian ini dilakukan pengujian lama waktu perendaman berbeda. Waktu perendaman yang paling efektif adalah 60 menit sampai 120 menit (Sonnenschein, 2005). Hormon pertumbuhan rekombinan ikan kerapu kertang dipilih karena jumlah rGH ikan kerapu kertang dalam total protein *E. coli* lebih banyak dibandingkan ikan mas dan ikan gurami (Irmawati, 2012). Hal tersebut dapat berdampak pada efisiensi biaya produksi rGH. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menentukan lama waktu perendaman rekombinan hormon pertumbuhan ikan kerapu kertang pada larva udang vaname yang paling efektif untuk meningkatkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup.

BAHAN DAN METODE

Produksi protein rGH

Bakteri yang digunakan adalah *E. coli* BL21 yang mengandung konstruksi p*Cold-1/ElGH* (Alimuddin *et al.*, 2011). Metode kultur bakteri dan isolasi rGH dilakukan seperti dijelaskan oleh Alimuddin *et al.* (2010). Pelet rGH dicuci dengan *phosphate buffer saline* (PBS) sebanyak dua kali, kemudian disimpan dalam lemari pendingin (-80 °C) hingga digunakan.

Perlakuan perendaman dan pemeliharaan PL

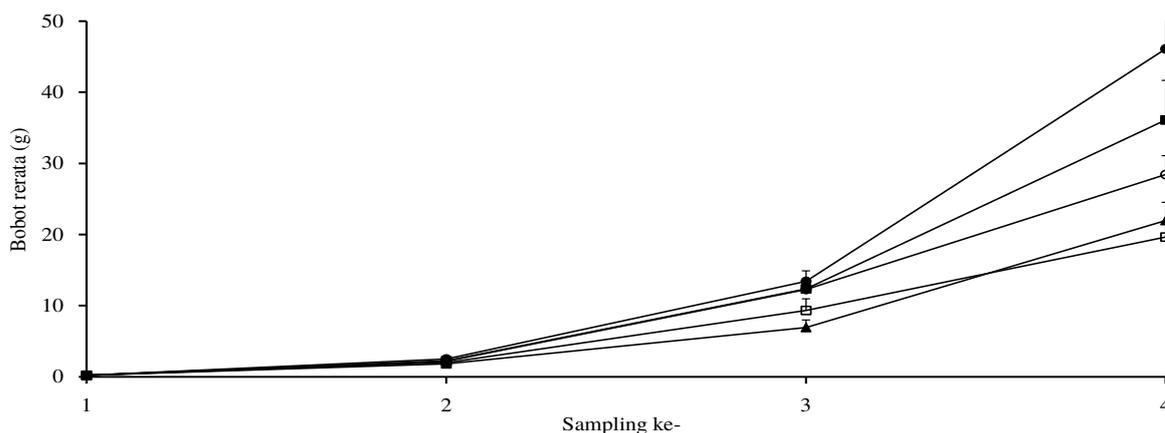
Penelitian ini terdiri atas lima perlakuan dengan masing-masing tiga kali ulangan (Tabel 1). Perendaman dilakukan satu kali, dalam plastik kemas yang biasa digunakan untuk pengemasan PL udang vaname. Stadia PL yang direndam adalah PL-2. Jumlah PL-2 yang direndam adalah 300 ekor/kantong plastik, dan dari setiap kantong plastik tersebut ditebar ke dalam satu akuarium volume 60 L.

Pemeliharaan PL udang vaname dilakukan di Laboratorium Nutrisi Balai Budidaya Air Payau Situbondo. PL-2 udang vaname dipelihara selama 21 hari dan diberi pakan komersial berbentuk

Tabel 1. Rancangan perlakuan perendaman hormon pertumbuhan rekombinan (rGH)

Perlakuan	Lama perendaman dan dosis rGH
P1	3 mg/L rGH+BSA 0,01%+1 jam perendaman
P2	3 mg/L rGH+BSA 0,01%+2 jam perendaman
P3	3 mg/L rGH+BSA 0,01%+3 jam perendaman
K	Tanpa rGH dan tanpa BSA
K-p <i>Cold</i>	10 mg/L protein <i>Escherichia coli</i> tanpa rGH+ BSA 0,01%

Keterangan: BSA: serum albumin sapi (*bovine serum albumin*).



Gambar 1. Rerata pertumbuhan bobot pascalarva (PL) udang vaname yang diberi perendaman hormon pertumbuhan rekombinan ikan kerapu kertang (*rIGH*) dengan lama waktu berbeda, kontrol, dan kontrol *pCold*. Kontrol (■): PL udang vaname tidak diberi perlakuan *rIGH* dan serum albumin sapi (*bsa*); kontrol *pCold* (▲): PL udang vaname direndam dengan protein dari bakteri *Escherichia coli* tanpa *rIGH* dan *bsa*; satu jam (●): PL udang vaname direndam dengan *rIGH* 15 mg/L+*bsa* 0,01% selama satu jam; dua jam (□): PL udang vaname direndam dengan *rIGH* 15 mg/L+*bsa* 0,01% selama dua jam; tiga jam (○): PL udang vaname direndam dengan *rIGH* 15 mg/L+ *bsa* selama tiga jam. PL dipelihara selama 21 hari. Pengukuran bobot udang dilakukan setiap tujuh hari.

flake merek *Green Marine* dengan kadar protein 48%, dan naupli *Artemia*. Pakan diberikan sekenyangnya (*at satiation*) tujuh kali setiap hari, yang terdiri atas lima kali pakan komersial dan dua kali naupli *Artemia*. Pergantian air dilakukan dua hari sekali pada saat pembersihan sisa pakan pada pagi hari. Air yang digunakan untuk pemeliharaan sebelumnya telah diberi perlakuan terlebih dahulu menggunakan kaporit dan tiosulfat dengan dosis standar pembenihan udang.

Parameter uji dan analisis statistik

Parameter yang diamati meliputi laju pertumbuhan bobot spesifik, pertumbuhan panjang, biomassa, dan kelangsungan hidup. Bobot dan panjang udang diukur setiap tujuh hari. Kelangsungan hidup dihitung pada akhir penelitian. Efektivitas perlakuan *rGH* ditentukan berdasarkan laju pertumbuhan, kelangsungan hidup ikan, dan biomassa. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode sidik ragam (ANOVA), dan uji lanjut *Tukey* (SPSS 16.0).

HASIL DAN PEMBAHASAN

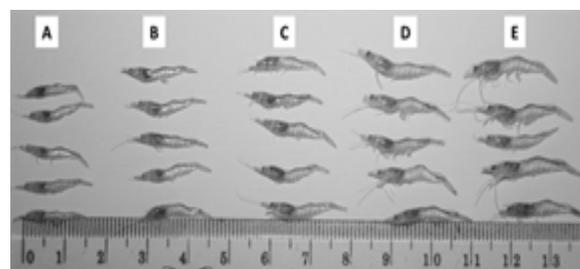
Hasil

Pertumbuhan bobot PL udang vaname yang telah direndam *rIGH* selama dua dan tiga jam memperlihatkan kecenderungan peningkatan yang lebih tinggi ($P<0,05$) daripada kontrol dan kontrol *pCold* pada akhir penelitian (Gambar 1). Pertumbuhan bobot yang signifikan mulai terlihat pada minggu kedua setelah perendaman pada setiap perlakuan. Pada akhir penelitian, laju

pertumbuhan bobot spesifik (LPS) dan bobot rerata udang perlakuan perendaman tiga jam sama dengan perlakuan dua jam ($P<0,05$), tetapi lebih tinggi ($P<0,05$) daripada perlakuan satu jam.

Panjang tubuh udang yang direndam dengan *rIGH* lebih tinggi ($P<0,05$) daripada kontrol dan kontrol *pCold* (Tabel 2, Gambar 2). Panjang tubuh udang tertinggi terdapat pada perlakuan tiga jam perendaman, yakni 20,08 mm pada akhir pemeliharaan, sedangkan yang terendah terdapat pada perlakuan kontrol *pCold* (15,88 mm).

Biomassa udang direndam dengan *rIGH* selama dua dan tiga jam lebih tinggi ($P<0,05$) daripada kontrol dan kontrol *pCold* (Tabel 2). Biomassa tertinggi diperoleh pada perlakuan perendaman selama tiga jam, sedangkan yang terendah adalah kontrol *pCold*. Sementara itu, kelangsungan hidup (KH) udang yang telah



Gambar 2. Ukuran pascalarva (PL) udang vaname yang telah direndam dengan hormon pertumbuhan rekombinan ikan kerapu kertang (*rIGH*) dosis 15 mg/L dengan lama waktu perendaman berbeda. A: kontrol *pCold*; B: kontrol; C: perendaman satu jam; D: perendaman dua jam; E: perendaman tiga jam. Perendaman PL-2 dilakukan satu kali dalam kantong plastik yang diberi oksigen. Pemeliharaan udang dilakukan selama 21 hari pada akuarium volume 60 L.

Tabel 2. Laju pertumbuhan spesifik (LPS), kelangsungan hidup (KH), panjang, bobot, dan rerata biomassa pascalarva (PL) udang vaname yang direndam dengan 15 mg/L *rEIGH* dengan lama waktu perendaman berbeda, kontrol, dan kontrol *pCold*

Parameter	Perlakuan				
	1 jam	2 jam	3 jam	kontrol	kontrol <i>pCold</i>
LPS (%/hari)	27,15±0,53bc	28,45± 0,85cd	29,81±0,87d	25,71±0,63ab	25,10±0,53a
Bobot rerata (mg/ekor)	28,42±2,65ab	36,09± 5,59bc	46,10±6,88c	21,96±2,58a	19,66±1,91a
Panjang (mm)	17,93±0,73b	19,70± 0,70bc	20,08±0,42c	15,93±0,81a	15,88±0,62a
Biomassa (g)	21,38±2,00b	29,77± 1,93c	36,29±1,46d	21,87±2,53b	15,68±1,71a
KH (%)	71,65±2,05a	80,16±16,41a	75,94±9,76a	94,89±0,56a	76,03±4,65a

Keterangan: huruf berbeda pada baris yang sama adalah berbeda nyata ($P < 0,05$). PL-2 sebanyak 300 ekor dipelihara selama 21 hari dalam akuarium volume 60 L.

direndam *rEIGH* tidak berbeda nyata dengan ($P < 0,05$) kontrol dan kontrol *pCold* (Tabel 2).

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perendaman *rEIGH* meningkatkan pertumbuhan dan biomassa secara signifikan dibandingkan dengan kontrol. Hal tersebut menunjukkan bahwa *rEIGH* memiliki bioaktivitas dan dapat dikenali oleh regulator pertumbuhan udang vaname. Peningkatan rerata bobot tertinggi diperoleh pada perlakuan perendaman tiga jam, mencapai 109,93% lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Pada perlakuan dua jam, peningkatan bobot sekitar 64,34% lebih tinggi daripada kontrol. Selanjutnya, peningkatan biomassa dan panjang udang perlakuan tiga jam perendaman adalah masing-masing sebesar 66,0% dan 26,05% lebih tinggi dibandingkan kontrol, sedangkan pada perlakuan dua jam adalah 36,13% dan 23,67%. Dengan demikian, berdasarkan pertambahan bobot rerata dan biomassa, maka perlakuan perendaman tiga jam lebih baik daripada perendaman dua jam. Perendaman selama tiga jam diduga menyebabkan jumlah *rEIGH* yang dapat diserap oleh tubuh udang vaname adalah paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Hormon pertumbuhan rekombinan telah dilaporkan dapat memacu pertumbuhan udang (Subaidah *et al.*, 2012; Santiesteban *et al.*, 2010). Pada penelitian ini juga pertumbuhan PL udang vaname yang telah direndam dengan *rEIGH* meningkat signifikan dibandingkan dengan kontrol. Penelitian ini menggunakan *rEIGH* dengan dosis 15 mg/L, dan metode yang digunakan mengacu pada penelitian Santiesteban *et al.* (2010) yang merendam PL-2 udang vaname dengan hormon pertumbuhan rekombinan ikan nila (*tiGH*). Namun demikian, *tiGH* yang

digunakan adalah dalam bentuk murni dengan dosis 100 µg/L atau sama dengan 0,7 mg/L untuk perendaman tujuh kali, sedangkan dalam penelitian ini berupa protein total dalam bentuk badan inklusi dengan dosis 15 mg/L. Selanjutnya, Santiesteban *et al.* (2010) melakukan perendaman sebanyak tujuh kali pada PL-2, sedangkan pada penelitian ini hanya dilakukan satu kali perendaman. Perendaman satu kali dengan efek peningkatan pertumbuhan yang tinggi menunjukkan bahwa frekuensi perendaman PL udang dapat diminimasi, dan secara teknis perendaman satu kali lebih mudah dilakukan daripada tujuh kali. Selain itu, potensi tumbuh ikan dengan frekuensi perendaman yang sering adalah lebih kecil daripada perendaman satu kali. Hal ini telah dilaporkan oleh Syazili *et al.* (2012) bahwa pertumbuhan benih ikan gurami direndam satu kali dalam air mengandung *rEIGH* adalah lebih tinggi daripada perendaman dua dan empat kali dengan total dosis *rEIGH* yang sama.

Perendaman satu kali selama satu jam telah dilakukan oleh Sonnenschein (2005) menggunakan *bovine somatotropin* (bST) dosis 300 mg/L. Namun demikian, dosis bST yang digunakan oleh Sonnenschein (2005) adalah 20 kali lebih tinggi daripada dosis *rEIGH* yang digunakan dalam penelitian ini (15 mg/L). Akan tetapi, peningkatan pertumbuhan bobot (38%) dan panjang udang (11%) direndam dengan bST lebih rendah daripada hasil penelitian ini (66% pada bobot, dan 26,05% pada panjang tubuh). Perbedaan tersebut diduga terkait dengan respons udang terhadap jenis rGH yang diberikan; udang memberikan respons lebih baik pada rGH dari ikan daripada mamalia. Selanjutnya, bST adalah dalam bentuk murni, sedangkan *rEIGH* yang digunakan dalam penelitian ini bukan dalam bentuk murni, tetapi merupakan protein total berupa badan inklusi. Penggunaan badan inklusi

dilakukan dengan pertimbangan kemudahan preparasi dan efisiensi biaya. Selanjutnya, stadia dan jumlah PL yang direndam oleh Sonnenschein (2005) tidak dijelaskan sehingga perbandingan tidak dapat dilakukan. Sementara itu, dalam penelitian Subaidah *et al.* (2012) perendaman satu kali selama satu jam dengan dosis rEIGH dan fase PL yang sama dengan penelitian ini, diperoleh peningkatan bobot rerata sebesar 37,77% dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Peningkatan bobot rerata udang direndam selama tiga jam pada penelitian ini adalah lebih tinggi daripada perendaman satu jam.

Tingkat kelangsungan hidup pada penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan satu, dua, dan tiga jam tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan perendaman dan rGH tidak memengaruhi kelangsungan hidup PL. Hasil serupa dilaporkan oleh Sonnenschein (2005) dan Santiesteban *et al.* (2010) bahwa pemberian rGH melalui metode perendaman tidak memengaruhi kelangsungan hidup. Efek peningkatan kelangsungan hidup dilaporkan pada ikan (Acosta *et al.* 2009; Alimuddin *et al.*, 2011) yang menyatakan bahwa pemberian rGH pada larva dapat meningkatkan kelangsungan hidup.

Perlakuan perendaman lebih aman dilakukan pada pascalarva udang vaname dibandingkan dengan metode injeksi. Selain dapat mengurangi stres yang dapat berpengaruh pada penyerapan rGH, metode perendaman juga lebih efisien jika diaplikasikan pada fase larva. Mekanisme masuknya rGH ke dalam tubuh melalui metode perendaman belum diketahui, tetapi rGH diduga masuk ke dalam tubuh udang melalui insang.

Hasil terbaik penelitian ini, berdasarkan biomassa adalah lama perendaman tiga jam. Secara praktis, PL dapat dikemas dalam kantong plastik berisi rEIGH, dan kemudian dikirim ke pembenih skala rumah tangga yang lokasinya dapat dijangkau dalam waktu tidak lebih dari tiga jam. Setelah itu, PL dapat ditebar ke wadah pendederan dan dipelihara sesuai metode yang umum digunakan oleh pembenih. Bagi pembenih skala besar dengan target produksi berupa PL-12, mereka dapat melakukan perendaman dalam bak pendederan. Selanjutnya, perendaman udang dengan rEIGH yang meningkatkan biomassa secara signifikan berpotensi mempercepat masa produksi dan meningkatkan produksi udang. Oleh karena itu, penggunaan rGH dapat dijadikan sebagai salah satu solusi untuk membantu program pemerintah dalam peningkatan produksi udang.

Pada penelitian ini lama waktu perendaman hanya dilakukan hingga tiga jam. Perendaman lebih dari tiga jam memungkinkan diperoleh efek pertumbuhan lebih tinggi, dan hal ini perlu dibuktikan pada penelitian selanjutnya.

KESIMPULAN

Perendaman PL udang vaname selama tiga jam dalam larutan rEIGH meningkatkan biomassa 66,00%, dan panjang 26,05% lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol ($P < 0,05$). Kelangsungan hidup udang perlakuan dan kontrol tidak berbeda nyata ($P > 0,05$).

DAFTAR PUSTAKA

- Acosta J, Estrada MP, 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. *Biotechnology Aplicada* 26: 267–272.
- Acosta J, Morales R, Morales A, Alonso M, Estrada MP. 2007. *Pichia pastoris* expressing recombinant tilapia growth hormone accelerated the growth of tilapia. *Biotechnology Letters* 29: 1.671–1.676.
- Alimuddin, Lesmana I, Sudrajat AO, Carman O, Faizal I. 2010. Production and bioactivity potential of three recombinant growth hormones of farmed fish. *Indonesian Aquaculture* 5: 11–16.
- Alimuddin, Putra HGP, Carman O. 2011. Growth and survival of giant gourami juvenile immersed in different doses of recombinant growth hormone. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 10: 99–105.
- Irmawati, Alimuddin, Zairin MJr, Suprayudi MA, Wahyudi AT. 2012. Peningkatan laju pertumbuhan benih ikan gurame *Osporonemus goramy* Lac. yang direndam dalam air yang mengandung hormon pertumbuhan ikan mas. *Jurnal Iktiologi Indonesia* 12: 13–23.
- Promdonkoy B, Warit S, Panyim S. 2004. Production of a biologically active growth hormone from giant catfish *Pangasionodon gigas* in *Escherichia coli*. *Biotechnology Letters* 26: 649–653.
- Reinecke M, Bjornsson BT, Dickhoff WW, McCormick SD, Navarro I, Power DM, Gutierrez C. 2005. Growth hormone and insulin-like growth hormone in fish: where we are and where to go. *General and Comparative*

- Endocrinology 142: 20–24.
- Santiesteban D, Martín L, Arenal A, Franco R, Sotolongo J. 2010. Tilapia growth hormone binds to a receptor in brush border membrane vesicles from the hepatopancreas of shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture* 306: 338–342.
- Sonnenschein. 2005. Method of enhancing growth and immunity of shrimp larvae using recombinant bovine growth hormone. WIPO Patent Application WO/2005/115166.
- Subaidah S, Carman O, Sumantadinata K, Sukenda, Alimuddin. 2012. Pertumbuhan dan ekspresi gen udang vaname *Litopenaeus vannamei* direndam dalam larutan hormon pertumbuhan rekombinan ikan kerapu kertang. *Jurnal Riset Akuakultur* 7: 337–352.
- Syazili A, Irmawati, Alimuddin, Sumantadinata K. 2012. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup juvenil ikan gurami yang direndam dalam hormon pertumbuhan rekombinan dengan frekuensi berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia*: 11: 23–27.