

Pertumbuhan ikan nila merah yang diberi pakan mengandung selenium organik

The growth of red tilapia fed on organic-selenium supplemented diet

Muhammad Agus Suprayudi*, Burhanudin Faisal, Mia Setiawati

Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor
Kampus IPB Dramaga Bogor, Jawa Barat 16680
*Surel: agus.suprayudi1965@gmail.com

ABSTRACT

The experiment was conducted to evaluate the level of organic selenium in the diet on the growth performance of red tilapia *Oreochromis* sp. Four levels of organic selenium namely 0, 1, 2, and 4 g Se/kg diet were used as a treatment, and the selenium content on the diets are 0.12, 0.19, 1.05, and 1.42 mg Se/kg respectively. This experiment were used randomized design with four treatments and two replications. All the diet was formulated to have similar protein and energy. Juvenile red tilapia with average body weight of 9.49 ± 0.94 g were reared in the $80 \times 40 \times 40$ cm³ aquarium with density of 10 fish/aquarium. Fish were reared for 40 days and feed four times daily at satiation levels. The result of this study showed that fish fed diet containing 4 g organic Se/kg diet (1,42 mg Se/kg) had the best growth performance.

Keywords: organic selenium, growth, red tilapia

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis selenium organik pada pakan terhadap kinerja pertumbuhan ikan nila merah *Oreochromis* sp. Empat macam dosis selenium organik yang digunakan adalah 0, 1, 2, dan 4 g Se/kg pakan. Kandungan selenium pada setiap pakan berturut-turut adalah 0,12; 0,19; 1,05; dan 1,42 mg Se/kg pakan. Penelitian ini menggunakan rancangan acak dengan empat perlakuan dan dua ulangan. Semua pakan diformulasikan memiliki protein dan energi yang sama. Ikan yang digunakan adalah juvenil nila merah dengan bobot rata-rata $9,49 \pm 0,95$ g yang dipelihara dalam akuarium berukuran $80 \times 40 \times 40$ cm³ dengan kepadatan 10 ekor/akuarium. Ikan tersebut dipelihara selama 40 hari dengan frekuensi pemberian pakan empat kali sehari secara *at satiation*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ikan yang diberi pakan yang mengandung 4 g Se organik/kg pakan (1,42 mg Se/kg) memperlihatkan kinerja pertumbuhan terbaik.

Kata kunci: selenium organik, pertumbuhan, nila merah

PENDAHULUAN

Ikan nila (*Oreochromis* sp.) merupakan ikan sangat potensial dikembangkan saat ini. Ikan ini banyak dibudidayakan di berbagai daerah karena memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Salah satu faktor yang berpengaruh pada pertumbuhan ikan adalah ketersediaan pakan. Ikan membutuhkan nutrisi yang lengkap dalam pakan, baik berupa protein, lemak, karbohidrat, mineral dan vitamin, untuk menunjang pertumbuhannya. Jika salah satu nutrisi tersebut tidak terpenuhi maka pertumbuhan ikan akan terganggu Halver (2003).

Mineral berperan dalam berbagai tahap metabolisme, terutama sebagai kofaktor enzim. Salah satu mikromineral yang berperan terhadap pertumbuhan dan kesehatan ikan adalah selenium

(Han *et al.*, 2011). Selenium merupakan *trace element esensial* yang dibutuhkan dalam pakan untuk pertumbuhan dan fungsi fisiologis. Selenium berfungsi sebagai komponen dari enzim *iodothironin deiodinase* dan *glutation peroksidase* (Dhingra & Bancas, 2006). Kelompok *iodotironin deiodinase* berfungsi mengkatalis hormon tiroksin menjadi bentuk aktif hormon triiodotironin (Hamzah *et al.*, 2012b). Salah satu peranan selenium yaitu memelihara fungsi kelenjar tiroid, kelenjar tiroid berfungsi meningkatkan laju metabolisme dan sangat penting untuk pertumbuhan serta perkembangan normal (Grag, 2007). Konsentrasi tiroksin mengontrol produksi insulin, jika konsentrasi tiroksin meningkat maka pemecahan insulin akan meningkat sehingga menyebabkan produksi

insulin oleh pankreas juga meningkat (Hamzah *et al.*, 2012a). Selenium juga berperan pada enzim *glutathion peroksidase* yang dapat melindungi sel dari kerusakan oksidatif (Tawwab, 2007).

Hamzah *et al.* (2012a) mengatakan bahwa jumlah selenium yang berlebihan dapat menjadi racun bagi ikan sehingga menyebabkan terganggunya pertumbuhan dan kematian, sedangkan bila terjadi kekurangan selenium dapat menyebabkan terganggunya pertumbuhan, efisiensi pakan rendah, dan kadar *glutathion peroksidase* menurun. Menurunnya kadar *glutathion peroksidase* secara proporsional akan menyebabkan penyakit seperti distrofi otot, anemia, dan turunnya sistem imun tubuh yang menyebabkan pertumbuhan menjadi terganggu (Lin & Shiau, 2005; Hamzah *et al.*, 2012b).

Kebutuhan selenium untuk ikan nila merah belum diketahui secara pasti. Sebagai acuan, Atencio *et al.* (2009) mengatakan bahwa kebutuhan optimum selenium untuk ikan nila mencapai 0,6 mg/kg pakan, sedangkan kebutuhan optimum selenium juvenil ikan kerapu malabar *Epinephelus malabaricus* adalah 0,7 mg/kg pakan (Lin & Shiau, 2005). Halver dan Hardy (2003) mengatakan bahwa kebutuhan selenium untuk ikan *Channel catfish* adalah 0,2 mg/kg pakan.

Penelitian tentang suplementasi pakan oleh selenium organik dengan dosis berbeda perlu dilakukan untuk mengetahui kebutuhan selenium organik optimum bagi pertumbuhan ikan nila merah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suplementasi selenium organik dengan dosis berbeda dalam pakan terhadap kinerja pertumbuhan ikan nila merah.

BAHAN DAN METODE

Pakan uji

Pakan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pakan buatan yang ditambah selenium organik dengan dosis yang berbeda, sehingga pakan dibedakan menjadi empat macam yaitu pakan yang ditambah selenium organik sebanyak 0 (kontrol), 1, 2, dan 4 g/kg pakan. Analisis proksimat pakan dilakukan di awal penelitian pada masing-masing jenis pakan. Komposisi pakan dan hasil analisis proksimat pakan perlakuan pada penelitian ini disajikan pada Tabel 1 dan 2.

Pemeliharaan ikan dan pengumpulan data

Ikan yang digunakan adalah ikan nila merah yang berasal dari Kolam Percobaan Departemen

Budidaya Perairan, Institut Pertanian Bogor. Wadah yang digunakan yaitu akuarium sebanyak 12 buah dengan dimensi 80×40×40 cm³ serta ketinggian air dalam akuarium 30 cm (volume air 96 L). Samping akuarium ditutup plastik hitam untuk mengurangi stres pada ikan. Masing-masing akuarium diisi dengan termostat untuk meningkatkan suhu. Ikan diseleksi terlebih dahulu kemudian diadaptasikan selama tujuh hari sebelum diberikan perlakuan. Setelah diadaptasikan ikan dipuaskan selama 24 jam. Selanjutnya, setiap akuarium diisi sepuluh ekor ikan dengan bobot rata-rata 9,49±0,95 g. Ikan dipelihara selama 40 hari dengan pemberian pakan empat kali sehari yaitu pukul 08.00, 11.00, 14.00, dan 17.00 WIB secara *at satiation*.

Analisis kimia

Analisis proksimat dilakukan terhadap pakan dan ikan uji. Analisis proksimat yang dilakukan meliputi pengukuran kadar protein, lemak, abu, serat kasar, air, dan BETN. Analisis proksimat dilakukan di Laboratorium Nutrisi Ikan Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Analisis protein dilakukan dengan metode Kjeldahl, lemak kering dilakukan dengan metode Soxhlett, lemak basah dengan metode Folch, kadar abu dengan pemanasan sampel dalam tanur bersuhu 600 °C, serat kasar menggunakan metode pelarutan sampel dengan asam dan basa kuat serta pemanasan, dan kadar air dengan pemanasan dalam oven bersuhu 105 °C sampai 110 °C. Analisis selenium dilakukan pada pakan uji dengan menggunakan *atomic absorption spectrometers* (AAS), analisis tersebut dilakukan di Balai Besar Industri Agro (BBIA) Bogor.

Parameter yang diukur

Parameter yang diukur meliputi jumlah konsumsi pakan, laju pertumbuhan harian, efisiensi pakan, retensi protein, retensi lemak (Takeuchi, 1988), dan kelangsungan hidup. Perhitungan jumlah konsumsi pakan (JKP) ditentukan dengan menghitung jumlah pakan yang diberikan selama percobaan dikurangi jumlah sisa pakan yang tidak dimakan dan telah dikeringkan.

Analisis statistik

Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan berupa rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan dua ulangan. Data dianalisis menggunakan ANOVA dan dilanjutkan

Tabel 1. Komposisi pakan perlakuan untuk ikan nila merah *Oreochromis sp.*

Bahan pakan	Pakan perlakuan (g Se organik/kg pakan)			
	0	1	2	4
Hewani: <i>Poultry by product meal</i>	8,0	8,0	8,0	8,0
Nabati: DDGS (<i>dried distillers grains with solubles</i>), tepung bungkil kelapa sawit, tepung bungkil kedelai, pollard	88,7	88,7	88,7	88,7
Minyak ikan	1,0	1,0	1,0	1,0
Vitamin dan mineral <i>mix</i>	0,3	0,3	0,3	0,3
<i>Feed additive</i>	1,5	1,5	1,5	1,5
<i>Carboxy methyl cellulosa (CMC)</i>	0,5	0,5	0,5	0,5
Total (%)	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabel 2. Hasil analisis proksimat (% bobot kering) dan analisis selenium pakan uji untuk ikan nila merah *Oreochromis sp.*

Parameter	Pakan perlakuan (g Se organik/kg pakan)			
	0	1	2	4
Protein (%)	32,41	32,32	32,52	32,62
Lemak (%)	7,24	7,41	6,97	7,65
Kadar abu (%)	18,38	18,47	18,04	18,23
Serat kasar (%)	5,08	5,67	4,45	6,29
BETN	36,89	36,13	38,01	35,21
Se (mg Se/kg pakan)	0,12	0,19	1,05	1,42
GE (kkal/100 g pakan)	400,80	398,74	403,47	308,94
C/P (kkal/100 g)	12,37	12,34	12,41	12,23

Keterangan: BETN: bahan ekstrak tanpa nitrogen; GE: *gross energy*, 1 g protein= 5,6 kkal GE, 1 g karbohidrat/BETN= 4,1 kkal GE, 1 g lemak= 9,4 kkal GE; C/P: kalori/protein.

dengan uji *Tukey* dengan selang kepercayaan 95% untuk mengetahui pengaruh antarperlakuan. Analisis statistik menggunakan perangkat lunak SPSS 17.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

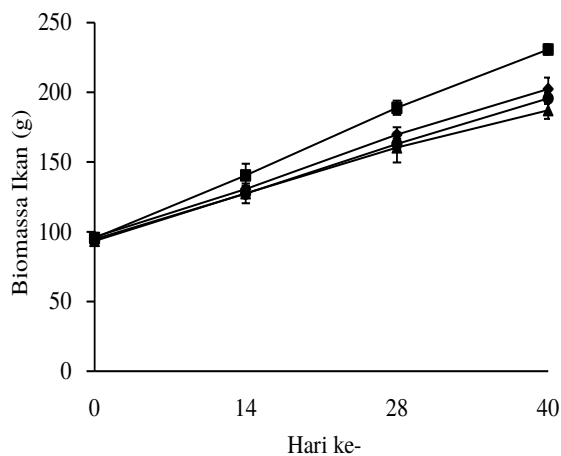
Pertumbuhan biomassa ikan selama 40 hari pemeliharaan yang diberi pakan dengan suplementasi selenium organik berbeda dapat dilihat pada Gambar 1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suplementasi selenium organik dalam pakan menyebabkan adanya pengaruh yang berbeda nyata pada biomassa akhir, jumlah konsumsi pakan, dan retensi lemak, serta tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap laju pertumbuhan harian, efisiensi pakan, retensi protein, dan tingkat kelangsungan hidup (Tabel 3). Biomassa akhir pada perlakuan 4 g Se organik/kg pakan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya, sedangkan biomassa

akhir pada perlakuan pakan A, B, dan C (0, 1, dan 2 g Se organik/kg pakan) memiliki nilai yang sama. Jumlah konsumsi pakan berkisar antara 243,96–277,25 g. Jumlah konsumsi pakan perlakuan 4 g Se organik/kg pakan lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Perlakuan 0 dan 2 g Se organik/kg pakan jumlah konsumsi pakan yang diperoleh sama. Laju pertumbuhan harian, efisiensi pakan, retensi protein, dan tingkat kelangsungan hidup yang didapat sama pada semua perlakuan. Nilai retensi lemak tertinggi terdapat pada perlakuan 2 g Se organik/kg pakan, nilai retensi lemak terendah pada perlakuan 4 g Se organik/kg pakan. Sedangkan nila retensi lemak pada perlakuan 1 g Se organik/kg pakan tidak berbeda dengan perlakuan 0 dan 4 g Se organik/kg pakan ($P>0,05$).

Pembahasan

Selenium merupakan *trace element esensial* yang dibutuhkan dalam pakan untuk pertumbuhan dan fungsi fisiologis. Selenium

berfungsi sebagai komponen dari sejumlah enzim yang mengandung protein seperti kelompok *iodotironin deiodinase* dan *glutathion peroksidase* (Dhingra & Bansal, 2006). Kelompok *iodotironin deiodinase* merupakan *selenoenzyme* berfungsi mengkatalis hormon tiroksin (T4) menjadi bentuk aktif hormon triiodotironin (T3) (Hamzah *et al.*, 2012a,b) yang berperan dalam metabolisme nutrisi di dalam tubuh. Salah satu peran selenium adalah memelihara fungsi kelenjar tiroid. Menurut Grag (2007) kelenjar tiroid berfungsi untuk meningkatkan laju metabolisme dan sangat penting untuk pertumbuhan serta perkembangan normal. Konsentrasi tiroksin mengontrol produksi insulin, jika konsentrasi tiroksin meningkat maka pemecahan insulin akan meningkat sehingga produksi insulin oleh pankreas juga meningkat (Zairin *et al.*, 2005). Peningkatan insulin tersebut dapat mempercepat proses metabolisme. Insulin berperan penting dalam pengaturan metabolisme



Gambar 1. Biomassa ikan nila merah *Oreochromis sp.* pada perlakuan A (0,12 mg se/kg [—▲—]), B (0,19 mg se/kg [—◆—]), C (1,05 mg se/kg [—●—]), dan D (1,42 mg se/kg [—■—]) dari awal sampai akhir pemeliharaan.

karbohidrat, tetapi pada ikan peran insulin lebih ke arah metabolisme protein dan memacu inkorporasi asam-asam amino ke protein jaringan.

Selenium juga memiliki peran pada enzim *glutathion peroksidase* yang dapat melindungi sel dari kerusakan oksidatif (Tawwab *et al.*, 2007). Persentase penambahan biomassa ikan meningkat seiring dengan lamanya waktu pemeliharaan. Dua faktor yang memengaruhi pertumbuhan yaitu faktor internal dan eksternal. Faktor internal meliputi keturunan, jenis kelamin, umur, parasit, dan penyakit. Faktor eksternal diantaranya makanan/pakan dan lingkungan. Berdasarkan hasil yang didapatkan dalam penelitian ini, ikan pada perlakuan 4 g Se organik/kg pakan, setara dengan konsumsi 1,42 mg Se/kg pakan, memiliki biomassa akhir 12% sampai 18% lebih besar dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya, sedangkan biomassa akhir ikan pada perlakuan 0, 1, dan 2 g Se organik/kg pakan sama. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar dosis selenium organik yang ditambahkan, maka biomassa akhir yang dihasilkan akan semakin besar pula, selama dosis selenium masih dalam batas toleransi ikan tersebut. Hasil penelitian Lin dan Shiau (2005) memperlihatkan bahwa suplementasi selenium sebesar 0,77 mg Se/kg pakan dapat menghasilkan biomassa akhir lebih besar dibandingkan dengan kontrol dan perlakuan lainnya pada juvenil ikan kerapu Malabar. Selain itu suplementasi selenium 0,25 mg Se/kg pakan pada *gibel carp* mengakibatkan biomassa akhir lebih besar dibandingkan kontrol dan perlakuan lainnya (Wang *et al.*, 2007; Han *et al.*, 2011).

Jumlah konsumsi pakan meningkat seiring dengan meningkatnya dosis selenium dalam pakan. Rata-rata jumlah konsumsi pakan yang ditambah

Tabel 3. Data biomassa awal (BA), biomassa akhir (BAk), jumlah konsumsi pakan (JKP), laju pertumbuhan harian (LPH), efisiensi pakan (EP), retensi protein (RP), retensi lemak (RL), dan tingkat kelangsungan hidup (TKH) ikan nila merah *Oreochromis sp.* yang dipelihara selama 40 hari

Parameter	Pakan perlakuan (g Se organik/kg pakan)			
	0	1	2	4
BA (g)	93,50±1,21a	96,41±1,65a	94,72±0,31a	95,58±0,98a
BAk (g)	187,23±3,66a	202,46±8,08a	195,68±4,00a	230,82±6,31b
JKP (g)	243,96±5,73a	262,42±0,32b	244,71±1,75a	277,25±1,11c
LPH (%)	1,89±0,20a	1,88±0,15a	1,83±0,04a	2,22±0,10a
EP (%)	40,46±2,99a	40,41±3,66a	41,25±1,21a	48,78±2,43a
RP (%)	18,07±0,05a	21,91±1,91a	20,37±0,85a	22,37±1,36a
RL (%)	22,67±0,42b	19,26±1,0ab	33,08±1,14c	18,91±0,59a
TKH (%)	95,00±7,10a	100,0±00a	100,0±00a	100,0±00a

Keterangan: huruf berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan antarperlakuan ($P < 0,05$).

selenium organik lebih tinggi dibandingkan jumlah konsumsi pakan tanpa suplementasi selenium (kontrol). Jumlah konsumsi pakan perlakuan 4 g Se organik/kg pakan lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Tingginya jumlah konsumsi pakan pada perlakuan ini diduga disebabkan oleh fungsi selenium yang dapat mengurangi dan menghancurkan peroksida yang terbentuk dalam tubuh, peroksida ini dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada sel tubuh. Selanjutnya tersedianya selenium yang lebih tinggi akan meningkatkan IGF (Hamzah *et al.*, 2012a,b) yang akan menjadi pemicu peningkatan metabolisme nutrisi terutama yang terkait dengan karbohidrat dan protein yang pada akhirnya akan meningkatkan penyerapan nutrisi, jumlah konsumsi pakan, dan meningkatkan pertumbuhan. Diduga ikan yang diberi pakan dengan suplementasi selenium memiliki ketahanan tubuh lebih baik dan nafsu makan tinggi. Nafsu makan yang tinggi ini mengakibatkan jumlah konsumsi pakan meningkat.

Data pada penelitian ini memperlihatkan bahwa kandungan selenium yang terdapat pada pakan belum memperlihatkan gejala defisiensi yang ditunjukkan oleh data efisiensi pakan yang sama pada setiap perlakuan dengan kisaran 40,41–48,78%. Menurut Hamzah *et al.* (2012a,b) bahwa kekurangan selenium dalam tubuh dapat menyebabkan pertumbuhan berkurang, rendahnya efisiensi pakan, dan menurunnya kadar *glutathion peroksidase*. Hasil penelitian Wang *et al.* (2007) bahwa kekurangan selenium dapat menyebabkan terganggunya pertumbuhan dan rendahnya efisiensi pakan pada ikan *crucian carp*. Selain itu kekurangan selenium dapat menyebabkan pertumbuhan dan efisiensi pakan rendah pada ikan kerapu bebek (Hamzah *et al.*, 2012a,b).

Retensi protein menunjukkan besarnya protein yang tersimpan dalam tubuh ikan dari protein yang dimakan. Protein merupakan zat gizi yang sangat diperlukan oleh ikan untuk pemeliharaan tubuh, pembentukan jaringan, dan penggantian jaringan tubuh yang rusak. Nilai retensi protein ikan yang didapatkan sama di semua perlakuan, yakni berkisar antara 18,07–22,37%. Hal ini diduga karena dosis selenium organik yang digunakan masih kurang, sehingga dosis selenium organik yang digunakan perlu ditingkatkan. Bentuk selenium organik lebih mudah diserap oleh tubuh dibandingkan bentuk anorganik. Hal ini disebabkan karena selenium organik berikatan dengan senyawa organik seperti asam amino, sehingga dapat bergabung dengan protein

tubuh dan memungkinkan untuk disimpan dan dilepaskan kembali jika diperlukan.

Retensi lemak menggambarkan besarnya lemak yang tersimpan dalam tubuh ikan dari lemak yang dimakan. Lemak memiliki peranan penting bagi ikan karena berfungsi sebagai sumber energi dan sumber asam lemak, esensial, memelihara bentuk dan fungsi membran atau jaringan sel yang penting bagi organ tubuh tertentu, membantu dalam penyerapan vitamin yang larut dalam lemak dan untuk mempertahankan daya apung tubuh. Retensi lemak pada setiap perlakuan menunjukkan hasil yang berbeda. Nilai retensi lemak yang didapatkan berfluktuasi dari perlakuan kontrol sampai perlakuan 4 g Se organik/kg pakan. Retensi lemak tertinggi pada perlakuan 2 g Se organik/kg pakan, sedangkan nilai retensi lemak terendah pada perlakuan 4 g Se organik/kg pakan. Tingginya nilai retensi lemak pada perlakuan 2 g Se organik/kg pakan diduga, pada dosis selenium organik sebesar 1,05 mg Se/kg pakan, ikan mampu menyimpan lemak lebih baik sehingga nilai retensi lemaknya lebih tinggi dibandingkan yang lainnya.

Hasil pengukuran tingkat kelangsungan hidup ikan nila merah berkisar antara 95% sampai 100%, tergolong tinggi. Tawwab *et al.* (2007) mengatakan bahwa selenium berperan dalam sinergitas jaringan hewan untuk membentuk antioksidan penting yang membantu menguatkan sistem pertahanan tubuh, sehingga diduga ikan yang diberi pakan dengan suplementasi selenium memiliki ketahanan tubuh dan kelangsungan hidup yang lebih baik, asalkan dosis selenium yang diberikan masih dalam batas toleransi bagi ikan tersebut.

KESIMPULAN

Suplementasi selenium organik dalam pakan memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap biomassa akhir, jumlah konsumsi pakan dan retensi lemak, serta tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap laju pertumbuhan harian, efisiensi pakan, retensi protein, dan tingkat kelangsungan hidup. Suplementasi selenium organik sebesar 4 g Se/kg (1,42 mg Se/kg dalam pakan) memberikan kinerja pertumbuhan terbaik pada ikan nila merah.

DAFTAR PUSTAKA

Atencio L, Moreno I, Josh A, Priyeto AI, Moyana L, Blanco A, Camean AM. 2009. Effect of

- dietary selenium on the oxidative stress and pathological changes in tilapia *Oreochromis niloticus* exposed to microcystin-producing cyanobacterial water bloom. *Toxicon* 53: 269–282.
- Dhirgra S, Bansel MP. 2006. Hypercholesterolemia and tissue-specific differential mRNA expression of type-1 5'-iodothyronine deiodinase under different selenium status in rats. *Biological Research* 39: 307–319.
- Grag S. 2007. Effect of oral administration of 1-thyroxine (T4) on growth performance, digestibility, and nutrient retention in *Channa punctatus* (Bloch) and *Heteropneustes fossilis* (Bloch). *Fish Physiology and Biochemistry* 33: 347–358.
- Halver JE, Hardy RW. *Fish Nutrition*, 3rd edition. San Diego: Academic Press. Hlm. 1–57.
- Hamzah M, Suprayudi MA, Utomo NBP, Manalu W. 2012a. Pertumbuhan dan daya tahan tubuh juvenil ikan kerapu bebek *Cromileptes altivelis* yang diberi pakan dengan penambahan selenometionin. *Agriplus* 22: 241–248.
- Hamzah M, Suprayudi MA, Utomo NBP, Manalu W. 2012a. Pertumbuhan dan daya tahan tubuh juwana kerapu bebek *Cromileptes altivelis* dan terpapar cekaman lingkungan. *Jurnal Iktiologi Indonesia* 12: 173–183.
- Han D, Xie S, Liu M, Xiao X, Liu H, Zhu X, Yang Y. 2011. The effects of dietary selenium on growth performances, oxidative stress and tissue selenium concentration of gibel carp *Carassius auratus gibelio*. *Aquaculture Nutrition* 17: 741–749.
- Lin YH, Shiao SY. 2005. Dietary selenium requirements of juvenile grouper *Epinephelus malabaricus*. *Aquaculture* 250: 356–363.
- Takeuchi T. 1988. Laboratory work chemical evaluation of dietary nutrients. In: Watanabe T (eds). *Fish Nutrition and Mariculture*. Tokyo: Department of Aquatic Bioscience, Tokyo University of Fisheries. JICA. Hlm. 179–226.
- Tawwab MA, Mousa MAA, Abbas FE. 2007. Growth performance and physiological response of African catfish, *Clarias gariepinus* (B.) fed organik selenium prior to the exposure to environmental copper toxicity. *Aquaculture* 272: 335–345.
- Wang Y, Han J, Li W, Xu Z. 2007. Effect of different selenium source on growth performances, glutathione peroxidase activities, muscle composition, and selenium concentration of allogynogenetic crucian carp *Carassius auratus gibelio*. *Animal Feed Science and Technology* 134: 243–251.
- Zairin MJr, Pahlawan RG, Raswin M. 2005. Pengaruh pemberian hormon tiroksin secara oral terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan plati koral *Xiphophorus maculatus*. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 4: 31–35.