

PENGARUH PAPARAN TIMBAL (Pb) TERHADAP LAJU PERTUMBUHAN IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)

Influence Of Lead (Pb) Exposure On The Rate Of Growth Tilapia Fish (Oreochromis niloticus)

Nur Inda Rahayu¹, Rosmaidar², M. Hanafiah³, T. Fadrial Karmil⁴, T. Zahrial Helmi⁵, Razali Daud⁴

¹Program Studi Pendidikan Dokter Hewan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala

² Laboratorium Farmakologi Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala ³Laboratorium Parasitologi Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala

⁴Laboratorium Klinik Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala

⁵Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala

rahayunurinda81@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengetahui tingkat konsentrasi timbal (Pb) yang berpengaruh terhadap laju pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Penelitian ini menggunakan ikan nila sebanyak 40 ekor dengan kriteria: sehat; bobot badan 15 – 18 gram; umur $\pm$ 2 bulan; jenis kelamin jantan. Penelitian ini menggunakan 4 kelompok perlakuan, P0 sebagai kontrol ikan hanya diberi pakan pelet, P1 diberikan paparan timbal 6,26 mg/L dan pakan pelet, P2 diberikan paparan timbal 12,53 mg/L dan pakan pelet dan P3 diberikan paparan timbal 25,06 mg/L dan pakan pelet, masing-masing perlakuan terdiri dari 10 ekor ikan nila. Perlakuan dilakukan selama 30 hari dan Pengukuran pertumbuhan ikan dilakukan setiap 10 hari sekali dengan cara menimbang bobot dan mengukur panjang tubuh setiap individu ikan. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata panjang tubuh ikan nila P0 ($9,45 \pm 1,06$), P1 ($8,89 \pm 0,90$), P2 ($8,86 \pm 0,87$), dan P3 ($8,66 \pm 0,85$). Rata-rata berat ikan nila P0 ($23,38 \pm 4,50$), P1 ($19,75 \pm 2,27$), P2 ($19,15 \pm 2,10$), dan P3 ($18,65 \pm 2,00$). Laju pertumbuhan spesifik P0 (38,7%), P1 (8,3%), P2 (4,3%), dan P3 (3,3%). Laju pertumbuhan panjang harian individu ikan P0 (0,46 mm/d), P1 (0,27 mm/d), P2 (0,21 mm/d), dan P3 (0,19 mm/d). Kesimpulan dari penelitian bahwa konsentrasi timbal dan lamanya paparan berpengaruh terhadap laju pertumbuhan ikan. Konsentrasi timbal yang sangat berpengaruh adalah 25,06 mg/L.

Kata kunci: Timbal, Laju Pertumbuhan, Ikan nila.

ABSTRACT

The aims of this research was to find out to determine the level of Lead (Pb) concentration that affect the rate of growth tilapia (*Oreochromis niloticus*). This study used 40 tilapia in criteria: healthy; body weight 15-18 gram; age $\pm$ 2 month; male sex. This study used 4 treatment groups, P0 as control, fish fed only pellets, P1 was given lead exposure 6,26 mg/L and pellet, P2 was given lead exposure 12,53 mg/L and pellet and P3 was given lead exposure 25,06 mg/L and pellet. Each treatment consisted of 10 tilapia fish. Treatment carried out for 30 days and measure every 10 days. The results showed the average length of tilapia fish P0 ($9,45 \pm 1,06^b$); P1 ($8,89 \pm 0,90^a$); P2 ($8,86 \pm 0,87^a$) and P3 ($8,66 \pm 0,85$). Average weight of tilapia fish P0 ($23,38 \pm 4,50$); P1 ($19,75 \pm 2,27$); P2 ($19,15 \pm 2,10$) and P3 ($18,65 \pm 2,00$). Spesific growth rate P0 (38,7%); P1 (8,3%); P2 (4,3%) and P3 (3,3%). The rate of long-term growth of individual fish P0 (0,46 mm/d); P1 (0,27 mm/d); P2 (0,21 mm/d) and P3 (0,19 mm/d). In conclusion, it showed that the concentration of lead (Pb) and the duration of exposure has affect the growth rate of fish. The influential concentration of lead is 25,06 mg/L.

Key word: Lead, rate of growth, Tilapia fish

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Timbal (Pb) merupakan salah satu logam berat beracun dan berbahaya dan banyak ditemukan sebagai pencemar serta cenderung mengganggu kelangsungan hidup organisme perairan (Palar, 2002). Adanya timbal yang masuk ke dalam ekosistem dapat menjadi sumber pencemar dan dapat mempengaruhi biota perairan bahkan mematikan ikan terutama pada fase juvenil dikarenakan toksisitasnya yang tinggi (Darmono, 2006). Pencemaran lingkungan perairan yang disebabkan oleh timbal berasal dari asap kapal motor, pembuangan limbah pabrik baterai, cat, tekstil dan buruknya sanitasi makanan (Hariono, 2005).

Logam berat dapat terakumulasi di dalam tubuh suatu organisme dan tetap tinggal dalam jangka waktu lama sebagai racun. Logam tersebut terdistribusi ke bagian tubuh manusia dan sebagian akan terakumulasikan melalui berbagai perantara, salah satunya adalah melalui makanan yang terkontaminasi oleh logam berat. Jika keadaan ini berlangsung terus menerus dalam jangka waktu lama dapat mencapai jumlah yang membahayakan kesehatan manusia (Sembiring, 2009). Akumulasi logam berat pada ikan dapat terjadi karena adanya kontak antara medium yang mengandung toksik dengan ikan. Kontak berlangsung dengan adanya pemindahan zat kimia dari lingkungan air ke dalam atau permukaan tubuh ikan, misalnya logam berat masuk melalui insang. Masuknya logam berat ke dalam tubuh organisme perairan dengan tiga cara yaitu melalui makanan, insang, dan difusi melalui permukaan kulit (Sahetapy, 2011).

Toksitas logam berat timbal dapat memberikan pengaruh terhadap laju pertumbuhan, semakin lama paparan timbal dan semakin tinggi konsentrasi timbal akan menurunkan laju pertumbuhan. Timbal dalam tubuh dengan konsentrasi yang tinggi akan menghambat aktivitas enzim. Penghambatan aktivitas enzim akan terjadi melalui pembentukan senyawa antara logam berat dengan gugus sulfhidril (S-H) (Sahetapy, 2011).

Timbal dalam aliran darah sebagian besar diserap dalam bentuk ikatan dengan eritrosit. Timbal dapat mengganggu enzim oksidase dan akibatnya menghambat sistem metabolisme sel. Energi yang dihasilkan dari metabolisme digunakan tubuh untuk aktivitas tubuhnya dan sisa dari energi tersebut akan digunakan untuk pertumbuhan, jika metabolisme terganggu maka pertumbuhan juga akan terganggu (Yulaipi dan Aunurohim, 2013).

Menurut Darmono (1995), Salah satu bioindikator pencemaran di lingkungan perairan adalah ikan. Jika pada tubuh ikan terkandung kadar logam yang tinggi dan melebihi batas normal yang telah ditetapkan (ambang batas baku mutu timbal dalam air adalah 0,03 ppm), maka dapat disimpulkan bahwa lingkungan tersebut tidak baik karena telah tercemar logam berat.

Salah satu jenis hewan yang direkomendasikan oleh EPA (*Environmental Protection Agency*) sebagai hewan uji adalah ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Ikan nila memenuhi persyaratan sebagai hewan uji karena mempunyai persebaran yang cukup luas, mempunyai nilai ekonomi yang cukup tinggi dan mudah dipelihara di laboratorium (Randall, 1970 yang disitasi oleh Yuniar, 2009).

Ikan nila memiliki ciri – ciri bentuk tubuh yang memanjang, ramping dan relatif pipih. Ikan nila mampu hidup di perairan luas, dalam, sempit, dangkal, aliran sungai yang deras, waduk, danau, rawa, sawah, tambak, kolam dan jaring terapung. Ikan nila bersifat herbivora, omnivora dan pemakan plankton. Sifat penting lain dari ikan nila adalah pertumbuhan relatif cepat dibandingkan ikan jenis lainnya (Widyanti, 2009).

MATERIAL DAN METODE PENELITIAN

Pemeliharaan ikan dilakukan di Laboratorium Akuatik Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala dan pengukuran ikan dilakukan di Laboratorium Parasitologi Fakultas

Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala. Alat dan bahan yang digunakan adalah ikan nila, $PbCl_2$, air, Pelet, detergen, arang, tanah, akuarium berukuran 40x70x40 cm, alat tulis, aerator, tali plastik, plastik hitam, gayung, timba, selang, saringan, timbangan digital dan jangka sorong. Ikan nila yang digunakan sebanyak 40 ekor diperoleh dari Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Ujung Batee, berjenis kelamin jantan, berumur ± 2 bulan dan berat badan 15 – 18 gram. Perlakuan dibagi atas 4 kelompok yaitu, P0 sebagai kontrol ikan hanya diberi pakan pelet, P1 diberikan paparan timbal 6,26 mg/L dan pakan pelet, P2 diberikan paparan timbal 12,53 mg/L dan pakan pelet, P3 diberikan paparan timbal 25,06 mg/L dan pakan pelet. Ikan nila yang telah diaklimasi selanjutnya dimasukkan kedalam akuarium berisi 60 liter air yang telah diberi paparan timbal menurut kelompok perlakuan. Ikan diberi pakan pelet dua kali sehari pada pagi dan sore hari. Perlakuan dilakukan selama 30 hari dan pergantian air dilakukan setiap 5 hari sekali. Pengukuran pertumbuhan ikan dilakukan setiap 10 hari sekali dengan cara menimbang bobot dan mengukur panjang tubuh setiap individu ikan.

Laju pertumbuhan yang diamati adalah laju pertumbuhan spesifik (SGR/Specific Growth Rate) dan laju pertambahan panjang harian.

Laju pertumbuhan spesifik diukur menggunakan rumus:

$$SGR = (In(Wt) - In(W1)) \times \frac{100}{t}$$

SGR (*Specific growth rate*) merupakan laju pertumbuhan spesifik dengan satuan (% *body weight (BW)/ day*); Wt yaitu berat rata – rata pada akhir penelitian (gram); W1 merupakan berat rata – rata pada awal penelitian (gram); t adalah waktu (hari) (Schram dkk., 2009).

Panjang pertambahan harian tubuh ikan dihitung dengan rumus:

$$dL = \frac{L_{end} - L_{start}}{t} \times 10$$

dL merupakan pertumbuhan panjang harian dari individu (mm/d), L_{end} yaitu panjang ikan pada akhir penelitian (cm), L_{start} adalah panjang ikan pada awal penelitian (cm), t merupakan waktu (hari) (Fonds dkk., 1992).

Parameter yang akan dilihat adalah laju pertumbuhan spesifik (SGR) dan laju pertumbuhan panjang harian dari individu (dL). Data hasil pengamatan dianalisis dengan menggunakan analisis varian (ANAVA) dengan bantuan SPSS 17. Jika hasil ANAVA menunjukkan pengaruh perlakuan, maka analisis dilanjutkan dengan menggunakan uji Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Panjang dan Berat Rata – rata Tubuh Ikan Setiap Pengamatan

Tabel 2. Rata – rata ($\pm$ SD) panjang tubuh (cm) ikan nila

Perlakuan	Hari Ke-				Rata-rata
	0	10	20	30	
P0	8,76 $\pm$ 0,82 ^a	9,26 $\pm$ 0,95 ^a	9,66 $\pm$ 0,89 ^b	10,13 $\pm$ 1,17 ^b	9,45 $\pm$ 1,06 ^b
P1	8,61 $\pm$ 1,07 ^a	8,68 $\pm$ 0,96 ^a	8,87 $\pm$ 0,70 ^{ab}	9,41 $\pm$ 0,69 ^{ab}	8,89 $\pm$ 0,90 ^a
P2	8,66 $\pm$ 1,11 ^a	8,66 $\pm$ 0,63 ^a	8,85 $\pm$ 0,87 ^{ab}	9,28 $\pm$ 0,78 ^a	8,86 $\pm$ 0,87 ^a
P3	8,42 $\pm$ 1,00 ^a	8,53 $\pm$ 0,68 ^a	8,71 $\pm$ 0,98 ^a	9,00 $\pm$ 0,69 ^a	8,66 $\pm$ 0,85 ^a

Keterangan :

Huruf superskript yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata

P0 = Kontrol, ikan hanya diberi pakan pelet.

P1 = Diberikan paparan timbal 6,26 mg/L dan pakan pelet.

P2 = Diberikan paparan timbal 12,53 mg/L dan pakan pelet .

P3 = Diberikan paparan timbal 25,06 mg/L dan pakan pellet.

Hasil ANAVA rata – rata panjang tubuh ikan nila pada kelompok P0 berbeda nyata dengan kelompok P1, P2 dan P3 pada taraf 95%, sementara kelompok P1, P2, dan P3 berbeda tidak nyata pada taraf 95%. Konsentrasi timbal berpengaruh terhadap pertambahan panjang rata – rata tubuh ikan nila, hal ini diketahui dari analisa data menggunakan ANAVA dengan taraf kepercayaan 95% dengan nilai p yaitu 0,001 (ANAVA nilai $p < 0,05$).

Panjang ikan nila pada setiap pengamatan terlihat mengalami peningkatan pada masing – masing perlakuan, tetapi pertambahan panjang pada kelompok P0 mengalami peningkatan yang signifikan dibandingkan kelompok perlakuan lainnya. P0 merupakan kelompok kontrol tanpa pemberian timbal, sehingga ikan nila dapat tumbuh dengan baik karena tidak adanya zat toksik yang menghambat metabolisme tubuhnya, sementara pada kelompok P1, P2 dan P3 pertambahan panjang ikan nila terhambat dikarenakan adanya timbal yang mengganggu metabolisme tubuh ikan nila.

Tabel 3. Rata – rata ($\pm$ SD) berat (gram) ikan nila

Perlakuan	Hari Ke-				Rata - rata
	0	10	20	30	
P0	17,3 $\pm$ 0,88 ^a	22,2 $\pm$ 1,66 ^b	25,1 $\pm$ 1,70 ^b	28,9 $\pm$ 1,18 ^c	23,38 $\pm$ 4,50 ^b
P1	17,2 $\pm$ 0,79 ^a	21,4 $\pm$ 0,97 ^{ab}	20,7 $\pm$ 2,51 ^a	19,7 $\pm$ 1,77 ^b	19,75 $\pm$ 2,27 ^a
P2	17,2 $\pm$ 0,70 ^a	20,8 $\pm$ 1,97 ^{ab}	20,1 $\pm$ 2,24 ^a	18,5 $\pm$ 1,03 ^{ab}	19,15 $\pm$ 2,10 ^a
P3	17,0 $\pm$ 0,79 ^a	20,5 $\pm$ 1,38 ^a	19,1 $\pm$ 1,28 ^a	18,0 $\pm$ 2,38 ^a	18,65 $\pm$ 2,00 ^a

Keterangan :

Huruf superskript yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata

P0 = Kontrol, ikan hanya diberi pakan pelet.

P1 = Diberikan paparan timbal 6,26 mg/L dan pakan pelet.

P2 = Diberikan paparan timbal 12,53 mg/L dan pakan pelet .

P3 = Diberikan paparan timbal 25,06 mg/L dan pakan pellet.

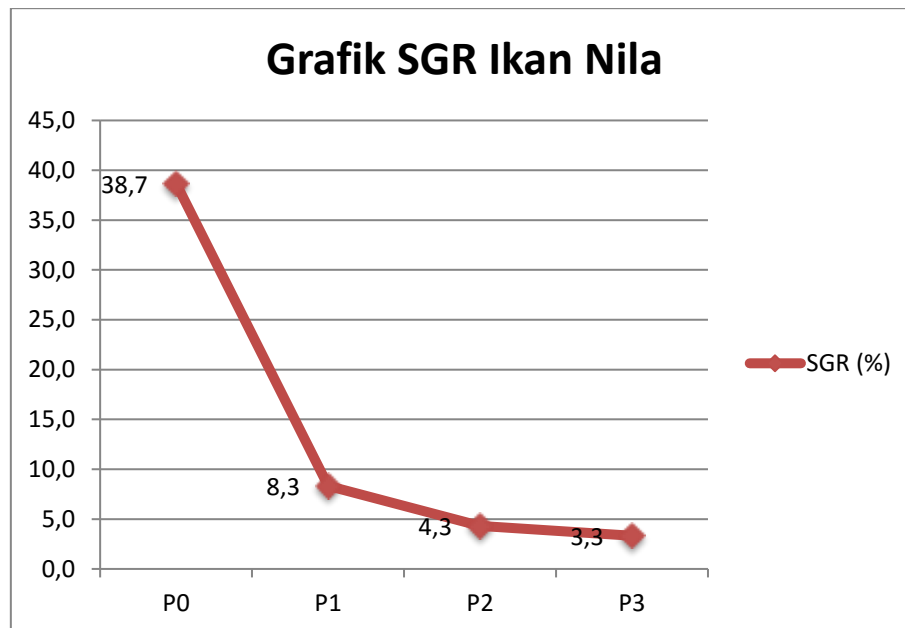
Hasil ANAVA rata – rata berat ikan nila pada kelompok P0 berbeda nyata dengan kelompok P1, P2 dan P3 pada taraf 95%, sementara kelompok P1, P2, dan P3 berbeda tidak nyata pada taraf 95%. Konsentrasi timbal dan lama paparan berpengaruh terhadap pertambahan berat rata-rata bobot ikan nila, hal ini diketahui dari analisa data menggunakan ANAVA dengan taraf kepercayaan 95% dengan nilai p yaitu 0,000 (ANAVA nilai $p < 0,05$).

Berat ikan nila pada perlakuan P0 terlihat mengalami peningkatan berat yang signifikan, sementara berat ikan nila pada kelompok perlakuan P1, P2 dan P3 meningkat pada paparan hari ke 10, tetapi terus mengalami penurunan pada paparan hari selanjutnya. Kelompok perlakuan P3 mengalami penurunan berat yang paling rendah, hal ini dikarenakan konsentrasi timbal yang digunakan paling tinggi diantara kelompok perlakuan lainnya. P0 merupakan kelompok kontrol tanpa pemberian timbal, sehingga ikan nila dapat tumbuh dengan baik karena tidak adanya zat toksik yang menghambat metabolisme tubuhnya, sementara pada kelompok P1, P2 dan P3 pertambahan berat ikan nila terhambat dikarenakan adanya timbal yang mengganggu metabolisme tubuh ikan nila.

Faktor luar utama yang mempengaruhi pertumbuhan adalah suhu dan makanan, tetapi untuk daerah tropik makanan merupakan faktor yang lebih penting daripada suhu (Sulawesty dkk., 2014). Zat beracun dapat menurunkan laju pertumbuhan. Penurunan laju pertumbuhan diduga organ tubuh ikan mengalami gangguan sehingga mengurangi nafsu makan dan pemanfaatan energi yang berasal dari makanan lebih banyak digunakan untuk mempertahankan diri dari tekanan lingkungan serta mengganti bagian sel yang rusak akibat kontaminasi dengan bahan toksik (Yosmaniar, 2009).

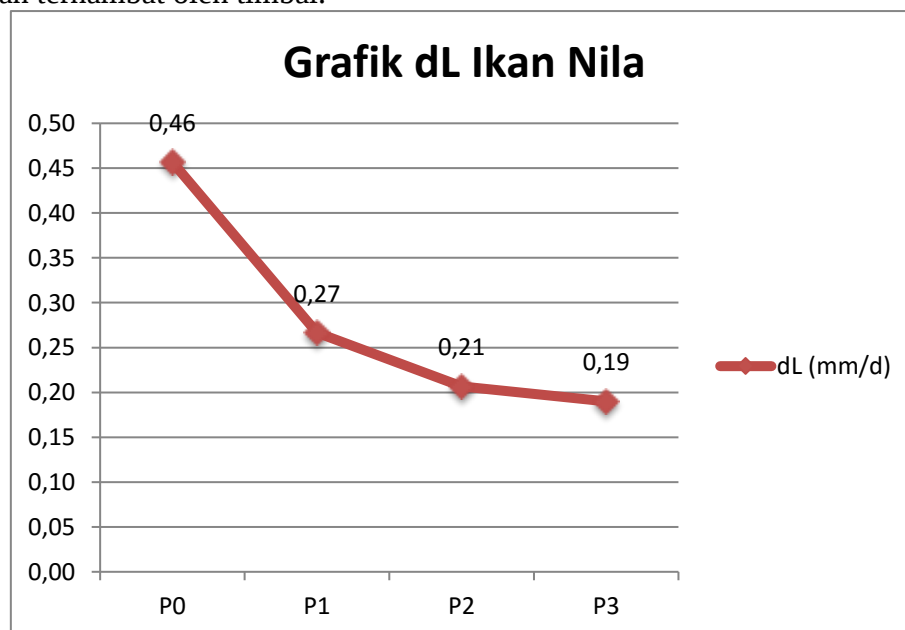
Pertumbuhan Ikan

Pertumbuhan ikan yang diukur adalah laju pertumbuhan spesifik (SGR) dan pertambahan panjang harian ikan (dL). SGR diperoleh hasil seperti yang disajikan pada gambar 1 dan pertambahan panjang harian ikan (dL) diperoleh hasil seperti yang disajikan pada gambar 2.



Gambar 1. Grafik SGR (*Specific Growth Rate*) pada ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada akhir penelitian

Laju pertumbuhan spesifik berfungsi untuk menghitung persentase pertumbuhan berat ikan perhari. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa laju pertumbuhan spesifik yang paling tinggi adalah P0 yaitu 38,7%, selanjutnya diikuti P1 8,3%, P2 4,3% dan P3 3,3%. Kelompok P0 memiliki presentasi SGR yang tinggi dibandingkan kelompok lainnya dikarenakan pada kelompok P0 memiliki respon yang baik terhadap makanan dan tidak ada yang menghambat laju pertumbuhan dari ikan sehingga laju pertumbuhannya naik, sementara pada P1, P2 dan P3 pertumbuhan terhambat oleh timbal.



Gambar 2. Grafik laju pertumbuhan panjang harian dari individu ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada akhir penelitian

Laju pertumbuhan panjang harian dari individu ikan berfungsi untuk menghitung peningkatan pertumbuhan panjang ikan dalam satuan mm/hari. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa laju pertumbuhan panjang harian individu ikan yang paling tinggi adalah P0 yaitu 0,46 mm/d Selanjutnya diikuti P1 0,27 mm/d, P2 0,21 mm/d dan P3 0,19 mm/d. Peningkatan terjadi dikarenakan pada kelompok P0 tidak ada yang menghambat laju pertumbuhan panjang harian individu ikan sementara pada P1, P2 dan P3 pertumbuhan terhambat oleh timbal.

Penurunan SGR (*Specific Growth Rate*) dan laju pertambahan panjang harian yang terjadi pada pertumbuhan ikan diduga disebabkan karena timbal tidak hanya diakumulasi pada daging tetapi juga pada organ lain. Menurut beberapa penelitian logam berat timbal lebih banyak terakumulasi pada bagian insang dan hati. Konsentrasi logam berat yang ada pada daging relatif lebih rendah daripada di insang dan hati (Araim dkk., 2008). Timbal lebih banyak terakumulasi pada insang. Kandungan logam berat biasanya paling rendah pada daging dan yang tertinggi pada insang hal ini sesuai dengan peran fisiologi dalam metabolisme ikan dimana jaringan yang diserang oleh logam berat merupakan salah satu jaringan yang berperan aktif dalam metabolisme (Squadron dkk., 2012).

Pertumbuhan berkaitan dengan proses metabolisme, jika metabolisme pada tubuh terganggu maka pertumbuhan juga akan terganggu. Proses metabolisme memerlukan energi yang berasal dari makanan, jika semakin kecil kemampuan ikan dalam mengkonsumsi pakan maka semakin kecil pula untuk memperoleh nutrient (karbohidrat, lemak, protein, vitamin, dan mineral) yang seimbang dan energi yang cukup untuk proses metabolisme, aktifitas fisik, dan pertumbuhan. Menurunnya proses metabolisme dapat disebabkan karena kerja organ yang terganggu, salah satunya adalah hati. Hati merupakan organ yang berfungsi untuk detoksifikasi racun dalam tubuh. Jika hati terganggu maka proses metabolisme juga akan terganggu (Landis dkk., 2011).

Adanya Timbal (Pb) dalam tubuh ikan akan mengganggu sintesis Hb. Hb berfungsi untuk mengikat oksigen, jika sintesis Hb dihambat maka kemampuan untuk mengikat oksigen juga semakin kecil, oksigen dibutuhkan tubuh untuk metabolisme. Jumlah oksigen yang mampu diikat akan mempengaruhi proses metabolisme, jika metabolisme terganggu maka pertumbuhan ikan juga akan terganggu (Landis dkk., 2011).

Timbal dapat menimbulkan efek toksik pada ikan baik secara kronis maupun akut. Efek secara kronis ditandai dengan menurunnya berat badan yang disertai gangguan pada sistem pencernaan, sedangkan efek akut ditandai dengan kerusakan sel darah merah, penurunan kandungan hemoglobin, serta gangguan pada sistem saraf pusat dan tepi. Timbal terikat pada berbagai macam jaringan seperti hati, limpa, otak, dan sumsum tulang. Pengaruh negatif timbal di dalam ikan antara lain dapat menyebabkan terjadinya penurunan fungsi hematologi, sistem saraf pusat, dan ginjal. Gejala awal yang muncul akibat keracunan timbal dalam tubuh adalah berkurangnya jumlah eritrosit dalam darah atau anemia (Musthapha dan Mas Tri, 2006).

Ciri-ciri ikan yang terkena racun timbal antara lain gerakan sangat aktif, aktivitas respirasi meningkat, kehilangan keseimbangan, kerusakan pada saluran pernapasan (bronchi), insang dan kulit tertutup oleh membran mucus yang mengalami pembekuan dan terjadinya hemolisis dan kerusakan pada eritrosit (Musthapha dan Mas Tri, 2006). Logam masuk ke dalam tubuh ikan melalui makanan (seperti alga yang mengandung logam), udara respirasi dan penetrasi pada selaput kulit atau lapisan kulitnya (Palar, 2004). Toksisitas logam dalam saluran pencernaan terjadi melalui pakan yang terkontaminasi air yang mengandung dosis toksik logam. Proses akumulasi timbal dalam jaringan terjadi setelah absorpsi logam dari air atau melalui pakan yang terkontaminasi timbal dan dibawa oleh sistem peredaran darah kemudian didistribusikan ke sistem jaringan (Priatna dkk., 2016).

Ikan yang hidup pada perairan yang mengandung logam berat akan mengabsorpsi logam berat secara pasif sejalan dengan proses aerasi. Oleh karena itu biasanya kadar timbal pada ikan

tertinggi adalah insang diikuti saluran pencernaan dan daging ikan. Hal tersebut sesuai dengan fisiologis pada tubuh ikan yaitu proses masuknya logam berat bersamaan dengan air yang berdifusi diserap oleh insang selanjutnya disebarkan ke seluruh tubuh melalui darah sehingga terjadi penimbunan logam berat pada daging. Akumulasi yang terjadi pada usus terjadi karena air masuk secara langsung melalui mulut dengan cara osmosis atau bersamaan ketika ikan mengambil makanan (Priatna dkk., 2016).

Zat pencemar mempengaruhi metabolisme sel dengan cara menyerang sistem enzimatik sel. Akibatnya yang ditimbulkan adalah kerusakan sistem syaraf pernapasan pada insang. Biota air membutuhkan oksigen guna pembakaran bahan bakarnya (makanan) untuk melakukan aktifitas, seperti berenang, pertumbuhan, reproduksi dan sebagainya. Oleh karena itu, kekurangan oksigen dalam tubuh ikan dapat mengganggu kehidupan ikan, termasuk kepesatan dalam pertumbuhannya (Damayanti dan Nurlita, 2013).

Pada saluran pernafasan, $PbCl_2$ dapat menyebabkan kerusakan pada bagian insang dan organ-organ yang berhubungan dengan insang. Masuknya $PbCl_2$ dalam insang melalui kontak langsung karena terletak di bagian luar. Masuknya $PbCl_2$ akan mengakibatkan kerusakan jaringan insang atau bahkan kematian jaringan. Hal ini menyebabkan fungsi insang menjadi tidak wajar dan mengganggu proses respirasi (Kumar dkk., 1997).

Pengaruh zat toksik terhadap ikan menyebabkan morfologi insang berubah. Sel-sel epitel insang ikan yang sehat hanya terdiri dari satu atau dua lapis sel *epithelium* yang rata dan terletak di membran basal. Di antara sel *epithelium* terdapat sel goblet yang menghasilkan sel-sel mukus dan sel klorid yang penting di dalam proses *osmoregulasi*. Hiperplasia merupakan penambahan dari suatu bagian tubuh atau organ karena adanya peningkatan jumlah sel-sel baru. Hiperplasia terjadi pada tingkat iritasi yang lebih rendah dan apabila sel mukus yang berada di dasar lamela meningkat jumlahnya, akan mengakibatkan fusi pada lamela. Kerusakan jaringan insang yang terlihat adalah nekrosis. Nekrosis adalah kematian sel yang terjadi karena hiperplasia dan fusi lamela sekunder yang berlebihan, sehingga jaringan insang tidak berbentuk utuh lagi. Kerusakan pada insang menyebabkan terganggunya mekanisme pernafasan karena terjadi penghambatan sistem pengangkutan elektron dan fosforilasi oksidatif pada rantai pernafasan yang akhirnya akan mempengaruhi metabolisme dan laju pertumbuhan ikan (Rennika dkk., 2012).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa besarnya konsentrasi timbal dan lamanya paparan berpengaruh terhadap laju pertumbuhan ikan. konsentrasi timbal yang sangat berpengaruh adalah 25,06 mg/L.

DAFTAR PUSTAKA

- Arain, M. B., T. G. Kazi, M. K. Jamali, N. Jalbani, H. I, Afridi and A. Shah. 2008. Total dissolved and bioavailable elements in water and sediment samples and their accumulation in *Oreochromis mossambicus* of polluted manchar lake. *Chemosphere* 70. 1845 – 1856.
- Damayanti, M.M. dan N. Abdulgani. 2013. Pengaruh paparan sub lethal insektisida diazinon 600 EC terhadap laju konsumsi oksigen dan laju pertumbuhan ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*). *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. 2(2): 2337-3520.
- Darmono. 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Mahluk Hidup*, Edisi pertama. UI Press, Jakarta.
- Darmono. 2006. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*. UI-press, Jakarta .
- Fonds, M. R., R. Cronie, A.D. Vethaak and P.V.D. Puyl. 1992. Metabolism, food consumption and growth of plaice (*Pleuronectes platessa*) and flounder (*Platichthys flesus*) in relation to fish size and temperatur. *Netherlands Journal of Sea Research*. 29 (1-3): 127-143.

- Hariono, B. 2005. Efek pemberian plumbum (timah hitam) anorganik pada tikus putih (*Rattus norvegicus*). *J. Sain Vet.* 23(2): 107-108.
- Kumar V., R.S. Cotran dan S.L. Robbins. 1997. *Basic Pathology, 6th Edition*. WB Saunders Company, Philadelphia.
- Landis, W. G. and R. M. Solfield. 2011. *Introduction to Environmental Toxicology Molecular Substructure to Ecological Landscapes 4th Edition*. CRC Press Taylor & Franciss Group.
- Musthapha, I dan Mas Tri Djoko Sunarno. 2006. Dampak polutan timbal pada ikan dan manusia. *Seminar Nasional Limnologi Widya Graha LIPI Jakarta*. 1-12.
- Palar, H. 2002. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta, Jakarta.
- Palar H. 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta, Jakarta.
- Priatna, D.E., T. Purnomo dan N. Kuswanti. 2016. Kadar logam berat timbal (Pb) pada air dan ikan bader (*Barbonymus gonionotus*) di sungai Brantas wilayah Mojokerto. *LenteraBio*. 5(1): 48-53.
- Randall DJ. 1970. the Circulatory System. Disitasi: Yuniar V. 2009. Toksisitas merkuri (Hg) terhadap tingkat kelangsungan hidup, pertumbuhan, gambaran darah dan kerusakan organ pada ikan nila *Oreochromis niloticus (skripsi)*. Bogor: Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Rennika, Aunurohim dan N. Abdulgani. 2013. Konsentrasi dan lama pemaparan senyawa organik dan inorganik pada jaringan insang ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) pada kondisi *sub lethal*. *Jurnal Sains dan Seni Pomit*. 2(2): 2337-3520.
- Sahetapy, J. M. 2011. Toksisitas logam berat timbal (Pb) dan pengaruhnya pada konsumsi oksigen dan respon hematologi juvenil ikan kerapu macan. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*. 7(2): 42– 48.
- Schram, E., M.C.J. Verdegem, R.T.O.B.H Widjaja, C. J. Kloet, A. Foss, R. Schelvis-Smit, B. Roth and A.K. Imsland. 2009. Impact of increased flow rate on specific growth rate of juvenil turbot (*Scophthalmus maximus*, Rafinesque 1810). *Aquaculture*. 292: 46 – 52.
- Sembiring, R. 2009. Analisis kandungan logam berat Hg, Cd, dan Pb pada daging kijing lokal (*Pilsbryoconcha exilis*) dari perairan Situ Gede, Bogor. (*skripsi*). Departemen Teknologi Hasil Perairan FPIK. ITB.
- Squadron, S., M. Prearo, P. Brizio, S. Gavinelli, M. Pellegrino, T. Scanzio, S. Guarise, A. Benedetto and M. C. Abete. 2012. Heavy metals distribution in muscle, liver, kidney, and gill of european catfish (*Silurus glanis*) from Italian Rivers. *Chemosphere xxx*.
- Sulawesty, F., T. Chrismadha dan E. Mulyana. 2014. Laju pertumbuhan ikan mas (*Cyprinus carpio l*) dengan pemberian pakan lemna (*Lemna perpusilla torr.*) segar pada kolam sistem aliran tertutup. *Limnotek*. 21(2): 177-184.
- Yulaipi, S dan Aunurohim. 2013. Bioakumulasi logam berat timbal (Pb) dan hubungannya dengan laju pertumbuhan ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*). *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*. 2(2): 166-170.
- Widyanti, W. 2009. Kinerja pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang diberi berbagai dosis enzim cairan rumen pada pakan berbasis daun lamtorogung *Leucaena leucocephala (skripsi)*. Bogor: Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Yosmaniar, E. Supriyono dan Sutrisno. 2009. Toksisitas letal moluskisida niklosamida pada benih ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Riset Akuakultur*. 4(1): 85-93.