

Pengaruh Paparan Sub Lethal Insektisida Diazinon 600 EC terhadap Laju Konsumsi Oksigen dan Laju Pertumbuhan Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*)

Maretha Mega Damayanty dan Nurlita Abdulgani

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: nurlita@bio.its.ac.id

Abstrak—Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh paparan Sub Lethal insektisida Diazinon 600 EC terhadap laju konsumsi oksigen dan laju pertumbuhan ikan mujair. Metode penelitian menggunakan metode “Bioassay” statis, meliputi 2 tahapan, yaitu penentuan uji pendahuluan dan penentuan konsentrasi toksisitas Sub Lethal. Hasil dari uji pendahuluan penentuan konsentrasi Diazinon 600 EC adalah LC_{50} dari Diazinon sebesar 2,491 mg/L. Variasi konsentrasi yang digunakan adalah 0%; 2,5%; 5%; dan 10% dari LC_{50} . Sehingga variasi konsentrasi Diazinon yang digunakan toksisitas Sub Lethal adalah 0 mg/L, 0,0625 mg/L, 0,125 mg/L, dan 0,25 mg/L. Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) dipaparkan pada akuarium selama 30 hari kemudian dihitung laju konsumsi oksigen dan laju pertumbuhan. Data yang diperoleh selanjutnya diuji statistik dengan menggunakan *Analysis of variance* (ANOVA). Jika ada perbedaan nyata ($P < 0,05$) maka dilanjutkan dengan uji Tukey. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi 0,0625 mg/L mampu menghambat laju konsumsi oksigen dan laju pertumbuhan panjang harian ikan uji, Sedangkan konsentrasi 0,125 mg/L mampu menghambat Laju pertumbuhan spesifik. Hasil uji Anova menunjukkan bahwa konsentrasi Diazinon berpengaruh terhadap laju konsumsi oksigen dan Laju pertumbuhan spesifik, sedangkan konsentrasi dan lama pemaparan berpengaruh pada laju pertumbuhan panjang harian. Berdasarkan hasil uji Anova tidak ada interaksi antara konsentrasi dan lama pemaparan.

Kata Kunci—Diazinon 600 EC, Laju konsumsi oksigen, Laju pertumbuhan, Sub Lethal.

I. PENDAHULUAN

Limbah yang masuk ke perairan, salah satunya adalah limbah yang berasal dari pertanian yakni pestisida. Berbagai pestisida digunakan sebagai pengendali hama untuk meningkatkan produksi pertanian. Pestisida yang masuk dalam jumlah yang besar dapat bersifat racun bagi biota-biota yang hidup di perairan, antara lain adalah ikan-ikan [1]. Jika pestisida tersebut termasuk dalam jenis pestisida yang dapat larut dalam air, terbuang ke perairan secara sengaja ataupun tidak, dapat mencemari perairan dan dapat mempengaruhi antara lain proses metabolisme, organ tubuh, tingkah laku, siklus hidup, perkembangan embrio, pertumbuhan sel atau jaringan dari organisme yang hidup di perairan tersebut [2].

Penelitian toksisitas sangat penting untuk mengetahui batas toksisitas dan konsentrasi aman, sehingga akan ada kerugian minimum untuk biota air kedepannya. Di antara beberapa penelitian tentang toksisitas, bioassay yang merupakan salah satu metode yang paling umum digunakan dalam studi lingkungan akuatik dengan organisme yang sesuai. Beberapa studi telah dilakukan dalam menilai toksisitas pestisida terhadap biota perairan terutama ikan. Penggunaan ikan sebagai bioassay karena ikan dapat beradaptasi terhadap kondisi laboratorium serta ketersediaan mereka melimpah dan tingkat bervariasi kepekaan terhadap zat beracun. Pestisida dapat dibagi menjadi 4 golongan yaitu organoklorin, organofosfat, karbamat serta pestisida lain yang mengandung substansi organik. Organofosfat sangat beracun bagi ikan dan non-target organisme air dan racun saraf yang kuat, karena mereka menghambat aktivitas AchE [3].

Pengaruh secara langsung maupun secara tidak langsung akibat adanya pencemaran pestisida akan mengganggu kualitas air, sehingga kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan juga akan terganggu [1]. Pengaruh secara langsung disebabkan oleh akumulasi pestisida dalam organ-organ tubuh akibat tertelan bersama-sama makanan yang terkontaminasi, atau akibat rusaknya organ-organ pernafasan sehingga dapat mematikan ikan budidaya dalam jangka waktu tertentu, sedangkan secara tidak langsung adalah menurunnya kekebalan tubuh terhadap penyakit dan terhambatnya pertumbuhan [4]. Beberapa penelitian menyelidiki toksisitas organofosfat pada diazinon bagi ikan diantaranya : Setiap tingkat biota memiliki perbedaan dalam laju konsumsi oksigen, karena pengambilan oksigen tergantung pada intensitas metabolisme yang dipengaruhi oleh berat tubuh [5]; Pengaruh lanjut dari bioakumulasi pestisida secara signifikan dapat menurunkan laju pertumbuhan ikan [6]. Kelainan pada perilaku ikan dalam paparan organofosfat dapat mengakibatkan kegagalan menyimpan energi untuk proses metabolisme, yang dapat menyebabkan stress berat, dan menyebabkan kematian ikan [7]. Oleh karena itu dengan adanya hal tersebut ingin diketahui apakah pemberian Diazinon 600 EC pada berbagai konsentrasi dapat

mempengaruhi laju konsumsi oksigen dan laju pertumbuhan ikan mujair.

II. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama bulan Oktober sampai Desember 2012 dan dilakukan di Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi FMIPA ITS.

B. Persiapan Ikan dan Media Pemeliharaan

Ikan mujair (*O. mossambicus*) yang digunakan adalah ikan *juvenile* dengan berat 2-2,5 gram dan sejumlah 100 ekor yang dibeli dari lokasi pembudidayaan ikan. Ikan diaklimasi selama dua minggu [8]. Pakan yang diberikan berupa pelet yang ukurannya disesuaikan dengan bukaan mulut ikan dan diberikan setiap 2 kali sehari dan dibersihkan kotoran, serta diganti airnya dengan cara disifon.

Pestisida Diazinon 600 EC dicampur dengan air PDAM (dalam liter) yang sebelum digunakan diendapkan terlebih dahulu selama dua hari. Jumlah larutan Insektisida Diazinon 600 EC disesuaikan dengan konsentrasi yang diinginkan, yaitu dengan melakukan pengenceran.

C. Uji Pendahuluan

Setelah masa aklimasi, 20 ekor ikan mujair (*O. mossambicus*) dengan berat 2,88-3,5 gram dipilih secara acak, lalu dipindahkan ke masing-masing akuarium pengujian yang berisi insektisida Diazinon 600 EC dengan konsentersasi yang berbeda-beda, yaitu 0 mg/l; 1 mg/l; 2 mg/l; 4 mg/l; 8 mg/l dan dilengkapi pompa filter selama 96 jam. Volume media disesuaikan dengan 1 liter air untuk tiap 0,8 gram berat ikan. Kematian ikan dicatat setiap 24 jam dan dicari konsentersasi Sub Lethal dengan menggunakan *Probit Analysis* dengan menggunakan *software spss 17* untuk uji sesungguhnya. Konsentersasi zat yang digunakan dalam uji sesungguhnya yaitu antara 0–10% dari LC_{50} 96 jam, yang kemudian dimodifikasi intervalnya menjadi 0% dari LC_{50} ; 2,5% dari LC_{50} ; 5% dari LC_{50} dan 10% dari LC_{50} .

D. Uji Toksisitas Sub Lethal

Uji Toksisitas Sub Lethal dilakukan selama 30 hari, bertujuan untuk mengetahui pengaruh pestisida dengan bahan aktif Diazinon (Diazinon 600 EC) terhadap laju konsumsi oksigen dan laju pertumbuhan. Perlakuan menggunakan 4 perlakuan masing-masing 3 konsentersasi dan 1 kontrol dengan 3 kali pengulangan. Akuarium berjumlah 12 buah diisi dengan air PDAM yang volumenya telah disesuaikan dengan jumlah ikan, yaitu 1 liter air untuk tiap 0,8 gr berat ikan berdasarkan standart APHA [9]. Pada 9 akuarium dimasukkan konsentersasi insektisida Diazinon 600 EC dan yang 3 akuarium untuk perlakuan kontrol. Konsentrsi insektisida Diazinon 600 EC yang digunakan adalah hasil dari uji pendahuluan yang dilakukan sebelumnya. Ikan mujair (*O. mossambicus*) yang telah diaklimasi dimasukkan ke dalam akuarium pengujian masing-masing sebanyak 5 ekor. Selama penelitian berlangsung, akuarium diberi aerasi dan ikan diberi makan dua kali sehari dengan pelet. Pergantian media uji (penyifonan) dilakukan setelah perlakuan tiap pengamatan laju

konsumsi oksigen. Pergantian media uji dilakukan sebanyak 40% dari volume media uji sebelumnya [10]. Data konsumsi oksigen dicatat tiap 10 hari sekali (hari ke 0, 10, 20, 30).

E. Laju Konsumsi Oksigen

Laju konsumsi oksigen merupakan variabel yang dapat digunakan untuk menentukan laju metabolisme, ini berkaitan erat dengan pertumbuhan. Laju konsumsi oksigen dihitung berdasarkan formula [11] sebagai berikut :

$$DO = \frac{(V)X(DO_0) - (DO_t)}{(W)X(T)} \quad (1)$$

Dimana OC adalah tingkat konsumsi oksigen ($mgO_2/g/jam$), V adalah volume air dalam wadah (L), DO_0 adalah konsentrasi oksigen terlarut pada awal pengamatan (mg/L), DO_t adalah konsentrasi oksigen terlarut pada waktu t (mg/L), W adalah berat ikan uji (g), dan T adalah periode pengamatan (jam).

F. Laju Pertumbuhan

Laju pertumbuhan panjang harian dan laju pertumbuhan spesifik sebagai data pertumbuhan ikan diukur pada tiap 10 hari untuk mengetahui pengaruh dari pemberian Diazinon terhadap pertumbuhan ikan Mujair.

Rumus laju pertumbuhan panjang harian ikan [12] adalah sebagai berikut:

$$dL = \frac{(L_{end} - L_{start})}{(t)} \times 10 \quad (2)$$

Dimana dL adalah Pertumbuhan panjang harian (mm/d), L_{end} adalah panjang ikan akhir penelitian, L_{start} adalah panjang ikan awal penelitian, t adalah periode pengamatan (hari).

Sedangkan untuk rumus laju pertumbuhan spesifik [13] adalah sebagai berikut:

$$SGR = \frac{(\ln W_t - \ln W_0)}{(t)} \times 100\% \quad (3)$$

Dimana SGR adalah Laju pertumbuhan spesifik (% hari), W_t adalah Berat ikan pada akhir penelitian (g), W_0 adalah Berat ikan pada awal penelitian (g), t adalah periode pengamatan (hari).

G. Analisa Data

Rancangan penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) menggunakan satu faktor yaitu 4 variasi konsentersasi insektisida Diazinon 600 EC dengan 3 kali pengulangan sehingga ada sebanyak 12 satuan percobaan. Data yang diperoleh dianalisa menggunakan *analysis of variance* (ANOVA) kemudian diuji signifikansinya menggunakan uji Tukey menggunakan software MINITAB® 16.

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Uji Pendahuluan

Pada penentuan konsentrasi Sub Lethal media larutan Diazinon, dilakukan uji pendahuluan untuk memperoleh nilai LC_{50} *O. mossambicus*. Pada hasil uji pendahuluan, selama pemaparan 96 jam dalam diazinon dengan konsentrasi yang berbeda, variasi konsentrasi yang digunakan pada media Diazinon yakni antara 0 mg/L, 2 mg/L, 4 mg/L, dan 8 mg/L. Variasi konsentrasi yang digunakan untuk uji sesungguhnya adalah 0% (kontrol); 2,5%; 5%, 10% dengan nilai LC_{50} -96 jam yang diperoleh pada uji pendahuluan adalah 2,491 mg/L, sehingga pada uji sesungguhnya konsentrasi yang digunakan adalah 0 mg/L; 0,0625 mg/L; 0,125 mg/L; dan 0,25 mg/L. Dari uji pendahuluan didapatkan LC_{50} , waktu pemaparan 24 jam menempati nilai LC_{50} yang tertinggi yaitu 3.035 mg/l dan terendah pada waktu pemaparan 96 jam yaitu 2,491 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu pemaparan Diazinon makin rendah nilai LC_{50} nya atau semakin lama waktu pengamatan, tingkat toksisitas cenderung menurun.

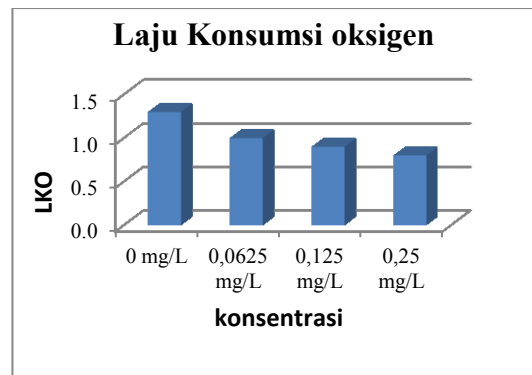
B. Laju Konsumsi Oksigen

Pada penelitian ini respon fisiologis *O. mossambicus* yang diukur adalah laju konsumsi oksigen. Pengaruh toksisitas Diazinon terhadap laju konsumsi oksigen dilakukan dengan cara memaparkan ikan mujair selama 30 hari dalam larutan Diazinon dengan konsentrasi yaitu (kontrol) 0; 0,0625; 0,125; 0,25 mg/L. Hasil analisa statistik ANOVA Two-way menunjukkan adanya pengaruh ($p < 0,05$) dari pemberian konsentrasi Diazinon (0; 0,0625; 0,125; 0,25 mg/L) terhadap laju konsumsi oksigen ikan mujair. Sedangkan lama pemaparan (0,10,20,30 hari) tidak berpengaruh ($p < 0,05$) terhadap laju konsumsi oksigen ikan mujair. Sehingga, Interaksi antara konsentrasi dan lama pemaparan tidak berpengaruh ($p > 0,05$) terhadap laju konsumsi oksigen ikan mujair. Untuk mengetahui perbedaan pengaruh antar perlakuan, analisis dilanjutkan dengan uji Tukey. Laju konsumsi oksigen diperoleh hasil pada Gambar 1.

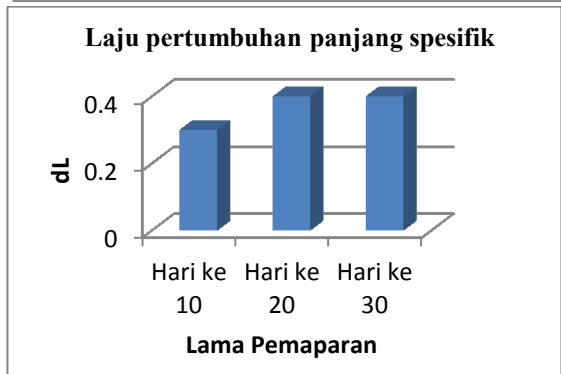
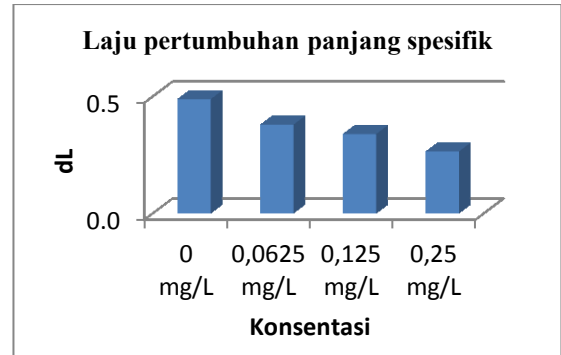
Terlihat bahwa perlakuan konsentrasi kontrol mengalami kenaikan. Secara umum, sebagian besar perlakuan pemberian Diazinon menunjukkan adanya penurunan laju konsumsi oksigen. Sehingga penurunan mulai berpengaruh terhadap laju konsumsi oksigen terjadi pada konsentrasi 0,0625 mg/L terlihat pada gambar 1.

Menurunnya laju konsumsi oksigen adalah karena *disorganisasi* pernafasan yang disebabkan oleh oksigen sebagai bahan pernafasan dibutuhkan oleh sel untuk berbagai reaksi metabolisme. Laju konsumsi oksigen menurun ketika waktu pemberian Diazinon di paparkan. Peranan pernafasan dan konsumsi oksigen adalah parameter fisiologis yang penting untuk menilai toksisitas racun karena merupakan indikator yang penting untuk pengeluaran energi selama metabolisme [14]. Sehingga penurunan konsumsi oksigen yang lebih besar dalam laju konsumsi oksigen pada ikan diduga karena faktor internal zat pencemar, sebagai racun yang dapat mengubah siklus metabolisme.

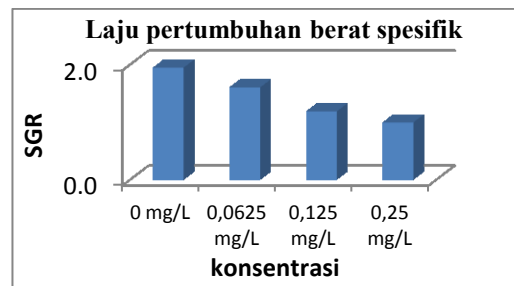
Pengaruh Diazinon terhadap laju konsumsi oksigen ikan mujair dapat terjadi karena insektisida ini termasuk golongan organofosfat yang memiliki suatu aksi toksik yaitu



Gambar 1. Laju konsumsi oksigen juvenil *O. mossambicus* terhadap konsentrasi.



Gambar 2. Grafik laju pertumbuhan panjang harian terhadap konsentrasi dan lama pemaparan.



Gambar 3. Grafik Laju pertumbuhan spesifik terhadap konsentrasi.

menghambat ikatan antara *asetilkolin* dan *asetilkolinesterase* (AChE) [15]. Mekanisme penghambatan AchE terjadi karena ketika organofosfat manembus sel syaraf. Gugus *phosphorylated* dari organofosfat berikatan dengan gugus ester AchE dengan cara ikatan kovalen membentuk kompleks organofosfat *asetilkolinesterase* [16]. Akibatnya terjadi akumulasi asetilkolin karena aktifitas AchE untuk menghidrolisis asetilkolin menjadi terhambat. Akumulasi

asetilkolin pada tempat-tempat reseptor menyebabkan sel-sel efektor menerima sinyal yang terus-menerus, yang mengakibatkan ikan mengalami kejang-kejang, gerakan yang tidak terkoordinasi. Hal ini menyebabkan difusi oksigen kedalam kapiler darah terganggu. Sehingga apabila enzim *Asetilkolinesterase* terhambat, maka keseimbangan saraf juga terganggu. Hal ini akan mengakibatkan seluruh aktivitas sel terganggu. Biotransformasi insektisida terhadap insang, dapat menyebabkan keracunan sel bahkan kerusakan sel [17].

C. Laju Pertumbuhan

Pertumbuhan adalah perubahan ikan, baik berat badan maupun panjang dalam waktu tertentu [18].

1) Laju pertambahan panjang harian (dL)

Perlakuan pemberian media Diazinon dengan konsentrasi 0; 0,0625; 0,125; 0,25 mg/L yang di paparkan setiap 10 hari menunjukkan bahwa ikan mujair mengalami penurunan pertumbuhan. Hasil analisa statistik dengan menggunakan Anova Two-way menunjukkan adanya pengaruh ($p \leq 0,05$) pemberian konsentrasi Diazinon terhadap laju pertambahan panjang harian. Lama pemaparan berpengaruh ($p \leq 0,05$) pula terhadap laju pertambahan panjang harian. Akan tetapi, interaksi antara konsentrasi dan lama pemaparan tidak berpengaruh ($p \geq 0,05$) terhadap laju pertambahan panjang harian. Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan, analisis dilanjutkan dengan uji Tukey.

Terlihat bahwa perlakuan konsentrasi kontrol mengalami kenaikan sejalan dengan lamanya pemaparan. Hal ini dikarenakan pada perlakuan kontrol tidak terpapar zat pencemar Diazinon. Secara umum, sebagian besar perlakuan menunjukkan adanya penurunan laju pertambahan panjang harian sejalan dengan lamanya pemaparan konsentrasi Diazinon. Sehingga penurunan paling berpengaruh terhadap laju pertambahan panjang harian mulai terjadi pada konsentrasi 0,0625 mg/L tertera pada gambar 2. Hal ini menunjukkan bahwa laju pertambahan panjang harian pada ikan uji mengalami hambatan dengan semakin lamanya pemaparan. Terhambatnya laju pertumbuhan ikan merupakan salah satu akibat dari pemaparan Sub Lethal suatu pestisida [19].

2) Laju pertumbuhan spesifik (SGR)

Perlakuan pemberian media Diazinon dengan konsentrasi 0; 0,0625; 0,125; 0,25 mg/L yang di paparkan setiap 10 hari menunjukkan bahwa ikan mujair mengalami penurunan pertumbuhan. Berdasarkan analisa statistik dengan menggunakan Anova Two-way menunjukkan adanya pengaruh ($p < 0,05$) terhadap konsentrasi Diazinon terhadap Laju pertumbuhan spesifik (SGR). Lamanya pemaparan terhadap laju pertambahan panjang harian ikan mujair tidak berpengaruh ($p > 0,05$). Sehingga Interaksi antara keduanya antara konsentrasi Diazinon dan lamanya pemaparan tidak berpengaruh ($p > 0,05$) terhadap Laju pertumbuhan spesifik (SGR) ikan mujair. Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan, analisis dilanjutkan dengan uji Tukey. Laju pertumbuhan spesifik diperoleh pada Gambar 3.

Hasil dari gambar 2 dan 3 dapat diketahui bahwa laju pertambahan panjang harian dan Laju pertumbuhan spesifik pada perlakuan dengan perlakuan konsentrasi Diazinon lebih

kecil daripada perlakuan yang tanpa diberi pestisida (kontrol). Hal ini disebabkan karena insang merupakan organ respirasi yang paling awal terkena zat pencemar yaitu Diazinon, ini terjadi pada fase respirasi. Pada waktu air mengalir melalui insang, menyebabkan filamen insang merentang, sehingga lamella sekunder saling bersentuhan yang menyebabkan air dan Diazinon langsung bersentuhan dengan lamella, masuk ke dalam kapiler darah, sehingga merusak jaringan yang dilaluinya [20]. Zat pencemar yaitu paparan Diazinon yang masuk kedalam jaringan setelah itu akan diabsorpsi melalui sirkulasi darah dan akhirnya berhenti di dalam sel. Zat pencemar mempengaruhi metabolisme sel dengan cara menyerang sistem enzimatis sel. Akibatnya yang ditimbulkan adalah kerusakan sistem syaraf pernapasan pada insang [20]. Biota air membutuhkan oksigen guna pembakaran bahan bakarnya (makanan) untuk melakukan aktifitas, seperti berenang, pertumbuhan, reproduksi dan sebagainya [21]. Oleh karena itu, kekurangan oksigen dalam tubuh ikan dapat mengganggu kehidupan ikan, termasuk kepesatan dalam pertumbuhannya. Pengaruh zat toksik terhadap ikan menyebabkan morfologi insang berubah dan tidak menyebabkan kematian dalam periode panjang [22]. Selain itu, zat toksik dapat merusak fungsi respirasi dari insang sehingga proses metabolisme dalam tubuh terganggu dan menurunkan laju pertumbuhan.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

- Konsentrasi berpengaruh terhadap laju konsumsi oksigen ikan uji dimana konsentrasi Diazinon yang berpengaruh secara nyata mampu menghambat laju konsumsi oksigen pada konsentrasi 0,0625 mg/L yaitu sebesar 1,0 mg O_2 /g/jam, sedangkan lama pemaparan tidak berpengaruh terhadap laju konsumsi oksigen, sehingga tidak terdapat interaksi antara konsentrasi dan lama pemaparan
- Konsentrasi dan lama pemaparan berpengaruh terhadap laju pertambahan panjang harian ikan uji, dimana konsentrasi yang berpengaruh secara nyata yang mampu menghambat laju pertambahan panjang harian pada konsentrasi 0,0625 mg/L yaitu 0,4 mm/d sedangkan semakin lama pemaparan juga semakin menghambat laju pertambahan panjang harian, serta tidak terdapat interaksi antara konsentrasi dan lamanya pemaparan.
- Konsentrasi berpengaruh terhadap Laju pertumbuhan spesifik ikan uji dimana konsentrasi Diazinon yang berpengaruh secara nyata mampu menghambat Laju pertumbuhan spesifik pada konsentrasi 0,125 mg/L yaitu sebesar 1,2 %, sedangkan lama pemaparan tidak berpengaruh terhadap Laju pertumbuhan spesifik, sehingga tidak terdapat interaksi antara konsentrasi dan lama pemaparan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan Terima kasih kepada pembimbing yang telah membantu dalam proses penelitian dan Laboratorium Zoologi yang menyediakan sarana untuk melakukan penelitian serta laboran yang telah banyak membantu penulis dalam melaksanakan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rudiyantri, S. dan A. D. Ekasari. 2009. *Pertumbuhan dan Survival Rate Ikan Mas (Cyprinus carpio Linn) pada berbagai Konsentrasi Pestisida Reagent 0,3G*. Jurnal Saintek Perikanan.
- [2] Suryawardani, F. 2000. *Pengaruh Konsentrasi Sub Lethal Phosmidon terhadap Pertumbuhan Ikan Nila*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB, Bogor.
- [3] Nikam, S. M, Shejule K.B and Patil R.B. 2011. *Study of acute toxicity of Metasytox on the freshwater fish, Nemacheilus botia, from Kedrai dam in Maharashtra, India*. Biology and Medicine. India.
- [4] Thompson, R.C.M. 1971. *Pesticide and Freshwater Fauna*. Academic Press, London and New York.
- [5] Karyawati T, Retno H dan Esti R. 2004. *Konsumsi Oksigen Teripang Hitam (Holothuria atra) pada Sistem Statis dan Sistem Dinamis*. Jurnal Ilmu kelautan. Jurusan Ilmu Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Diponegoro, Semarang.
- [6] Taufik, I. 2005. *Pengaruh Lanjut Bioakumulasi Insektisida Endosulfan terhadap Pertumbuhan dan Kondisi Hematologis Ikan Mas (Cyprinus carpio)*. Tesis. Program Studi Ilmu Perairan ITB, Bogor.
- [7] Dube P. N, and B.B Hosetti. 2010. *Behaviour Surveillance and Oxygen Consumption in The Freshwater Fish Labeo rohita (Hamilton) Exposed to Sodium Cyanide*. Biotechnology in Animal Husbandry. India.
- [8] Al-Kahtani, M. A. 2009. *Accumulation of Heavy Metals in Tilapia Fish (Oreochromis niloticus) from Al-Khadoud Spring, Al-Hassa, Saudi Arabia*. American Journal of Applied Sciences.
- [9] American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Environment Federation (WEF). 1985. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 16th (Sixteenth Edition). Washington DC. American Public Health Association.
- [10] Efrizal, T., H. Setijanto., D. Tumpal., Y. Sukra. 1998. *Pengaruh kadar Sub Lethal Phosphamidon terhadap Kersakan Jaringan Ikan Nila*. Tesis. Fakultas Perikanan Universitas Riau, Pekanbaru.
- [11] Kadarini, T. 2009. *Pengaruh Salinitas dan Kalsium terhadap Sintasan dan Pertumbuhan Benih Ikan Balashark (Balanthiocheilus melanopterus)*. IPB, Bogor.
- [12] Fonds, M., 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.
- [13] Schram, E., M.C.J. Verdegem, R.T.O.B.H. Widjaja, C.J. Kloet, A. Foss, R. Schelvis-Smit, B. Roth, A.K. Imsland. 2009. *Impact of Increased Flow Rate on Specific Growth Rate of Juvenil Turbot (Scophthalmus maximus, Raflinesque 1810)*. Aquaculture.
- [14] Tilak K.S, and R. Swarna K. 2009. *Acute toxicity of Nuvan®, an organophosphate to freshwater fish Ctenopharyngodon idella and its effect on oxygen consumption*. Journal of Environmental Biology. India.
- [15] Soemirat, J. 2003. *Toksitasitas Lingkungan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- [16] Connel, D. W and Gregory J. M. 1995. *Kimia dan Ektoksikologi Pencemaran (Terjemahan)*. UI Press. Jakarta.
- [17] Fanta, Edith. 2003. *Histopathology of the fish Corydoras paleatus contaminated with Sub Lethal levels of organophosphorus in water and food*. Ecotoxicology and environmental safety.
- [20] Agustina R.S. 1995. *Pengaruh Agroxone-4 terhadap Struktur Mikroanatomi Insang Ikan Mujair*. Skripsi. Fakultas matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Diponegoro, Semarang.
- [22] Kusriani P, Widjanarko dan N. Rohmawati. 2012. *Uji Pengaruh Sub Lethal Pestisida Diazinon 60 EC terhadap Rasio Konversi Pakan (FCR) dan Pertumbuhan Ikan Mas (Cyprinus carpio L.)*. Jurnal perikanan.