

Konsentrasi dan Lama Pemaparan Senyawa Organik dan Inorganik pada Jaringan Insang Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) pada Kondisi *Sub Lethal*

Rennika, Aunurohim, dan Nurlita Abdulgani

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

Jl. Arif Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail : aunurohim@bio.its.ac.id

Abstrak—Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dan lama pemaparan senyawa organik dan inorganik pada jaringan insang ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) di kondisi sub lethal. Penelitian ini meliputi uji pendahuluan penentuan konsentrasi PbCl₂ dan Diazinon 600 EC serta uji toksisitas sub lethal. Hasil dari uji pendahuluan penentuan konsentrasi PbCl₂ dan Diazinon 600 EC adalah LC₅₀ dari Diazinon sebesar 2,491 mg/L dan LC₅₀ dari PbCl₂ sebesar 313,232 mg/L. Variasi konsentrasi yang digunakan kedua zat adalah 0%; 2,5%; 5%; dan 10% dari LC₅₀. 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. Dan variasi konsentrasi PbCl₂ yang digunakan toksisitas sub lethal adalah 0 mg/L, 7,83 mg/L, 15,66 mg/L, dan 31,32 mg/L. Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) didedahkan pada akuarium selama 30 hari. Insang diambil pada hari ke 10, 20, dan 30. Insang dijadikan preparat histologi dan preparat insang diamati dengan menggunakan mikroskop dengan perbesaran lensa okuler 40x. Pengamatan preparat dilakukan secara semikuantitatif skoring. Hasil skoring dianalisa dengan menggunakan *Anova Two-way* untuk mengetahui interaksi antara konsentrasi dan lama pemaparan terhadap kerusakan insang. Hasil *Anova Two-way* menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi dan lama pemaparan tidak berpengaruh terhadap semua jenis kerusakan insang. Konsentrasi Diazinon yang berpengaruh terhadap kerusakan edema, hiperplasia dan nekrosis berturut-turut adalah 0,125 mg/L, 0,25 mg/L, dan 0,25 mg/L. Sedangkan konsentrasi PbCl₂ yang berpengaruh terhadap kerusakan hiperplasia, fusi, dan nekrosis adalah 31,32 mg/L. Sedangkan lama pemaparan kedua zat yang berpengaruh terhadap hiperplasia adalah hari ke 20.

Kata Kunci—sub lethal, insang, *Oreochromis mossambicus*, Diazinon, PbCl₂

I. PENDAHULUAN

Pencemaran air merupakan masalah regional maupun masalah global, dan sangat berhubungan dengan pencemaran udara serta penggunaan lahan tanah atau daratan. Pada saat udara yang tercemar jatuh ke bumi bersama air hujan, maka air tersebut sudah tercemar. Beberapa jenis bahan kimia untuk pupuk dan pestisida pada lahan pertanian akan terbawa air ke daerah sekitarnya sehingga mencemari air pada

permukaan lokasi yang bersangkutan. Pengolahan tanah yang kurang baik akan dapat menyebabkan erosi sehingga air permukaan tercemar dengan tanah endapan. Dengan demikian banyak sekali penyebab terjadinya pencemaran air ini, yang akhirnya akan bermuara ke lautan, menyebabkan pencemaran pantai dan laut sekitarnya [1].

Bahan pencemaran dari berbagai aktivitas manusia dapat berupa limbah padat maupun limbah cair, dan salah satu jenis limbah yang sangat berbahaya bagi lingkungan hidup dan kehidupan manusia adalah logam berat [2]. Secara alamiah, unsur logam berat terdapat dalam perairan, namun dalam jumlah yang sangat rendah. Kadar ini akan meningkat bila limbah yang banyak mengandung unsur logam berat masuk ke dalam lingkungan perairan sehingga akan terjadi racun bagi organisme perairan [3]. Logam berat hampir selalu ada dalam setiap pencemaran oleh limbah industri karena selalu diperlukan dalam setiap proses industri [4].

Bahan pencemar yang lain berupa bahan kimia organik seperti pestisida. Bahan pencemar organik dapat mengakibatkan gangguan ginjal, gangguan kelahiran, beberapa bentuk kanker, hingga berakibat kematian terhadap organisme [1]. Salah satu jenis pestisida adalah insektisida. Insektisida menimbulkan efek secara umum yaitu penurunan tingkat kelahiran/produksi atau menghambat pertumbuhan ikan. Kadang-kadang terjadi overdosis atau melalui kontaminasi dapat menyebabkan kematian. Biasanya menimbulkan nekrosis akut dengan nekrosis pada hati dan ginjal. Kelangsungan hidup ikan dipertahankan dengan penggantian jaringan fibrosis pada area nekrosis dan pemulihan jaringan. Pada insang menyebabkan edema dikuti dengan deskuamasi epitel lamela sekunder dan nekrosis sel epitel mengakibatkan gangguan respirasi dan osmoregulasi serta mengakibatkan kematian [5].

Kerusakan yang ditimbulkan oleh zat organik adalah pada jaringan saraf sehingga merusak sistem fisiologis jaringan dan sel itu sendiri [6]. Sedangkan logam berat akan menyebabkan kerusakan jaringan pada insang ikan [7]. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui proses kerusakan jaringan yang ditimbulkan oleh zat organik dan zat anorganik.

Penelitian ini akan membandingkan bagaimana pengaruh konsentrasi dan lama pemaparan senyawa organik berupa Insektisida (Diazinon 600 EC) dan inorganik berupa PbCl₂

terhadap kerusakan jaringan insang ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) pada kondisi sub lethal.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi FMIPA ITS dan dilaksanakan selama 3 (tiga) bulan dimulai dari bulan Oktober sampai Desember 2012. Pembuatan sediaan histologi dilakukan di Laboratorium Patologi Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah akuarium yang berkapasitas minimal 20 liter sebanyak 9 buah, neraca analitik, gelas ukur, beaker glass, spatula, gayung, bak air, aerator, selang, kolam plastik, mikroskop, botol sampel, saringan ikan, kaca penutup dan kaca objek.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah juvenil ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*), $PbCl_2$, Insektisida Diazinon 600 EC, air PDAM, pelet ikan, kloroform, dan buffer formalin 4%.

III. URAIAN PENELITIAN

A. Uji Pendahuluan Penentuan Konsentrasi $PbCl_2$ dan Diazinon 600 EC

Ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) juvenile dengan berat 2-2,5 gram sejumlah 600 ekor yang didapatkan dari lokasi pembudidayaan ikan, diaklimasi selama dua minggu. Ikan diberi pakan pelet setiap dua kali sehari dan dibersihkan kotoran, serta diganti airnya setiap empat hari sekali [8]. Setelah masa aklimasi, 20 ekor ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) dengan dengan berat 2-2,5 gram dipilih secara acak, lalu dipindahkan ke masing-masing akuarium pengujian yang berisi $PbCl_2$ dengan konsentrasi yang berbeda-beda, yaitu antara 0 mg/L, 20 mg/L, 40 mg/L, 80 mg/L, serta 160 mg/L dan dilengkapi filter pump selama 96 jam. Volume media disesuaikan dengan satu liter air untuk 0,8 gram berat ikan [9]. Kematian ikan dicatat setiap 24 jam dan dicari konsentrasi sub lethal dengan menggunakan Probit Analysis untuk uji sesungguhnya. Konsentrasi zat yang digunakan dalam uji sesungguhnya/uji pengaruh 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} [9]. Untuk penentuan konsentrasi sub lethal Insektisida Diazinon 600 EC dilakukan hal yang sama seperti penentuan konsentrasi sub lethal $PbCl_2$.

B. Uji Toksisitas Sub lethal

Tiga akuarium diisi dengan larutan Insektisida Diazinon 600 EC, tiga akuarium untuk larutan $PbCl_2$, dan yang satu untuk perlakuan kontrol. Konsentrasi $PbCl_2$ dan Insektisida Diazinon 600 EC yang digunakan adalah hasil dari uji pendahuluan yang dilakukan sebelumnya.

Ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) yang telah diaklimasi dimasukkan ke dalam akuarium pengujian masing-masing sebanyak 20 ekor. Ikan didedahkan pada masing-masing akuarium selama 30 hari. Selama masa pendedahan, akuarium diberi aerasi dan ikan diberi makan dua kali sehari dengan pellet [9]. Pergantian media uji dilakukan maksimal 4 hari sekali [8]. Pergantian media uji yaitu dengan cara menyiapkan akuarium yang berisi larutan dengan konsentrasi yang sama dengan akuarium yang akan diganti media ujinya, lalu ikan dipindahkan ke dalam akuarium yang berisi media uji yang baru. Kematian ikan dicatat setiap 24 jam [7]. Sampel organ insang pada tiap perlakuan diambil setiap 10 hari sekali (hari ke 10, ke 20, dan ke 30) sebanyak tiga ekor untuk dibuat preparat histologi insangnya [10].

C. Preparasi Sampel

Ikan dianestesi / dibius dengan menggunakan kloroform, kemudian insang diambil dan difiksasi dengan buffer formalin 4% untuk selanjutnya dibuat preparat sediaan histologisnya.

D. Pembuatan Sediaan Histologi

Sampel insang yang telah dilakukan fiksasi dalam buffer formalin 4%, kemudian dibuat sediaan histologis (metode parafin dan pewarnaan Hematoksilin-Eosin (HE)) yang dilakukan di Laboratorium Patologi Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya.

E. Pengamatan di Laboratorium

Pengamatan secara mikroskopis preparat irisan histologi insang ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) dilakukan pada semua filamen insang pada satu gill arch menggunakan mikroskop compound dengan perbesaran 40-1000 kali. Tingkat kerusakan jaringan insang ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) dianalisa dengan menggunakan modifikasi metode dari Pantung [11], yaitu metode semiquantitative scoring perubahan histopatologi. Skoring yang digunakan adalah dengan metode Pantung yang bertujuan untuk menentukan tingkat kerusakan histologi insang yang berkisar dari (0) sampai (3), tergantung pada tingkat dan luasan perubahan yang terjadi dengan rincian sebagaimana di Tabel 1. Gejala histopatologi yang diamati meliputi edema lamela (EL), hiperplasia lamela (HL), nekrosis (NL) dan fusi lamela (FL).

F. Rancangan Penelitian dan Analisa Data

Penelitian ini menggunakan metode penelitian Rancangan Acak Lengkap dengan 7 perlakuan dan 3 kali ulangan. Pengamatan terhadap preparat histologi menggunakan metode semikuantitatif scoring. Data yang diperoleh dianalisa dengan menggunakan ANOVA Two-Way untuk mengetahui konsentrasi dan lama pemaparan yang digunakan berpengaruh terhadap kerusakan jaringan atau tidak. Apabila berpengaruh,

maka akan diuji lanjutan dengan *Uji Tukey* untuk mengetahui perbedaan secara signifikan.

IV. HASIL DAN DISKUSI

A. Uji Pendahuluan Penentuan Konsentrasi PbCl₂ dan Diazinon 600 EC

Uji pendahuluan bertujuan untuk mengetahui konsentrasi media larutan Diazinon dan PbCl₂ yang dapat menyebabkan kematian pada hewan uji (*Oreochromis mossambicus*) sebesar 50% populasi (LC₅₀), sehingga dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi *sub lethal* pada uji sesungguhnya.

Konsentrasi *sub lethal* adalah konsentrasi yang dapat merusak kegiatan fisiologis atau perilaku organisme, tetapi tidak menyebabkan kematian individu secara langsung [12]. Uji pendahuluan dilakukan selama 96 jam masa pemaparan [14], dalam persiapan media pengujian dan penggunaan aerator di tiap akuarium [8].

Pada awalnya variasi konsentrasi yang digunakan pada media Diazinon maupun PbCl₂ yakni antara 0 mg/L, 20 mg/L, 40 mg/L, dan 80 mg/L [7]. Hasil uji pendahuluan pada media Diazinon pada konsentrasi 20 mg/L, 40 mg/L, dan 80 mg/L adalah semua ikan mati dalam waktu kurang dari satu jam. Oleh karena itu, variasi konsentrasi diturunkan menjadi antara 0 mg/L, 2 mg/L, 4 mg/L, dan 8 mg/L.

Hasil uji pendahuluan pada media PbCl₂ pada konsentrasi 0 mg/L, 20 mg/L, 40 mg/L, dan 80 mg/L selama 4 hari adalah pada konsentrasi yang digunakan belum ditemukan konsentrasi yang mematikan 50% ikan uji, sehingga perlu dilakukan uji lagi dengan menaikkan konsentrasi. Konsentrasi yang digunakan adalah 160 mg/L, 320 mg/L, dan 640 mg/L. Dari hasil uji pendahuluan didapatkan jumlah ikan yang hidup lalu digunakan *analisa probit* untuk memprediksi nilai LC₅₀ [7].

Variasi konsentrasi yang digunakan untuk uji sesungguhnya adalah 0; 2,5%; 5%, 10% dari LC₅₀. Pada perlakuan Diazinon, konsentrasi yang digunakan untuk uji sesungguhnya adalah 0 mg/L; 0,0625 mg/L; 0,125 mg/L; dan 0,25 mg/L. Sedangkan pada perlakuan PbCl₂ konsentrasi yang digunakan untuk uji sesungguhnya adalah 0 mg/L; 7,83 mg/L; 15,66 mg/L; dan 31,32 mg/L. Dari nilai diatas dapat dilihat bahwa konsentrasi LC₅₀ dari PbCl₂ lebih tinggi dari Diazinon, yang menunjukkan bahwa toksisitas PbCl₂ dianggap lebih rendah dibandingkan dengan toksisitas Diazinon. Hal ini didukung oleh sifat dari kedua zat tersebut berbeda, dimana Diazinon bersifat *lipofilik* [13] sedangkan PbCl₂ mudah larut dengan *asam nitrat* atau bersifat *hidrofilik* [16]. Sehingga senyawa Diazinon dapat dikatakan lebih toksik dibanding senyawa PbCl₂. Zat yang *lipofilik* akan lebih mudah diserap oleh insang daripada yang *hidrofilik* [16]. Diazinon lebih mudah diserap oleh insang, sehingga lebih banyak Diazinon yang dapat masuk ke tubuh ikan.

B. Uji Toksisitas Sub Lethal

Suatu zat masuk ke dalam suatu organisme melalui proses *absorbs*, *distribusi*, dan *akumulasi* [1]. Pada saluran pernafasan, Diazinon dan PbCl₂ dapat menyebabkan kerusakan

Tabel 1. Nilai Skoring untuk Perubahan Histologi Insang Mujair (*Oreochromis mossambicus*) (Pantung, 2008)

Parameter yang diamati	Skor 0 (normal)	Skor 1 (ringan)	Skor 2 (sedang)	Skor 3 (berat)
Edema Lamela (EL)	Tidak ada sama sekali	Kurang dari 30% dari luas bidang pandang	30%-70% dari luas bidang pandang	Lebih dari 70% dari luas bidang pandang
Hiperplasia Lamela (HL)	Tidak ada sama sekali	Kurang dari 30% dari luas bidang pandang	30%-70% dari luas bidang pandang	Lebih dari 70% dari luas bidang pandang
Fusi Lamela (FL)	Tidak ada sama sekali	Kurang dari 30% dari luas bidang pandang	30%-70% dari luas bidang pandang	Lebih dari 70% dari luas bidang pandang
Nekrosis Lamela (NL)	Tidak ada sama sekali	Kurang dari 30% dari luas bidang pandang	30%-70% dari luas bidang pandang	Lebih dari 70% dari luas bidang pandang

Tabel 2. Skoring Perubahan Kerusakan Jaringan Insang Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*)

Konsentrasi	Zat Kontaminan	Jenis Kerusakan Insang	Lama Pemaparan								
			Hari 10			Hari 20			Hari 30		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3
0 % dari LC ₅₀	Kontrol	Edema	2	1	1	3	1	3	2	2	1
		Hiperplasia	0	1	1	2	0	3	0	1	0
		Fusi	0	0	0	1	1	0	1	1	0
		Nekrosis	1	0	1	1	1	0	0	1	1
2,5% dari LC ₅₀	Diazinon 600 EC (0,0625 mg/L)	Edema	1	2	2	2	2	2	2	3	2
		Hiperplasia	0	1	0	3	3	3	1	2	0
		Fusi	0	3	0	0	0	0	1	0	3
		Nekrosis	1	1	1	1	1	1	1	2	1
	PbCl ₂ (7,83 mg/L)	Edema	3	2	2	3	3	3	2	1	2
		Hiperplasia	1	1	0	3	3	3	1	1	1
		Fusi	1	2	0	1	2	0	0	1	1
		Nekrosis	1	1	2	1	1	1	1	1	1
5% dari LC ₅₀	Diazinon 600 EC (0,125 mg/L)	Edema	2	3	3	3	3	3	2	3	
		Hiperplasia	2	1	3	3	3	0	1	1	0
		Fusi	2	1	0	0	0	0	0	0	0
		Nekrosis	1	1	1	1	2	2	1	2	2
	PbCl ₂ (15,66 mg/L)	Edema	3	3	1	2	3	3	1	2	3
		Hiperplasia	2	1	2	2	3	3	2	1	1
		Fusi	0	0	1	1	1	0	1	2	1
		Nekrosis	1	1	2	1	2	1	1	1	1
10% dari LC ₅₀	Diazinon 600 EC (0,25 mg/L)	Edema	3	3	3	3	2	2	2	3	2
		Hiperplasia	1	3	2	2	1	3	0	0	0
		Fusi	0	1	1	1	2	1	0	0	0
		Nekrosis	2	1	1	1	2	1	3	2	2
	PbCl ₂ (31,32 mg/L)	Edema	1	1	3	3	3	2	3	3	3
		Hiperplasia	0	2	2	3	3	2	2	2	3
		Fusi	0	3	2	1	1	2	1	2	2
		Nekrosis	1	1	1	2	2	2	1	1	3

pada bagian insang dan organ-organ yang berhubungan dengan insang. Masuknya Diazinon dan PbCl₂ dalam insang melalui kontak langsung karena terletak di bagian luar. Masuknya Diazinon dan PbCl₂ akan mengakibatkan kerusakan jaringan insang atau bahkan kematian jaringan. Hal ini menyebabkan fungsi insang menjadi tidak wajar dan mengganggu proses

Tabel 3.

Ringkasan Hasil dari *Anova Two-Way* yang Menunjukkan Interaksi antara Konsentrasi dan Lama Pemaparan terhadap Kerusakan Jaringan Insang Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*)

Jenis kerusakan insang	Senyawa Organik (Diazinon 600 EC)			Senyawa Inorganik (PbCl ₂)		
	Konsentrasi	Lama pemaparan	Interaksi antara konsentrasi dan lama pemaparan	Konsentrasi	Lama pemaparan	Interaksi antara konsentrasi dan lama pemaparan
Edema	Berpengaruh	Tidak berpengaruh	Tidak berpengaruh	Tidak berpengaruh	Tidak berpengaruh	Tidak berpengaruh
Hiperplasia	Berpengaruh	Berpengaruh	Tidak berpengaruh	Berpengaruh	Berpengaruh	Tidak berpengaruh
Fusi	Tidak berpengaruh	Tidak berpengaruh	Tidak berpengaruh	Berpengaruh	Tidak berpengaruh	Tidak berpengaruh
Nekrosis	Berpengaruh	Tidak berpengaruh	Tidak berpengaruh	Berpengaruh	Tidak berpengaruh	Tidak berpengaruh

respirasi, sehingga mengakibatkan gangguan pernafasan dan akhirnya menyebabkan kematian.

Hasil pengamatan perubahan jaringan insang pada ikan Mujair yang terpapar oleh Diazinon dan PbCl₂ pada konsentrasi *sub lethal* selama 30 hari dapat dilihat pada tabel 2. Hasil dari skoring yang didapatkan, dianalisa dengan menggunakan *Anova Two-Way* untuk mengetahui interaksi antara konsentrasi zat dengan lama pemaparan terhadap kerusakan jaringan insang. Apabila terdapat pengaruh dari konsentrasi ataupun lama pemaparan, maka dilakukan *Uji Tukey* untuk mengetahui konsentrasi yang berpengaruh.

Agen perusak masuk ke dalam sel melalui *Ca channel* yang terletak pada membran sel. *Kalsium* yang berada di dalam sel normalnya mempunyai konsentrasi 10.000 kali lebih rendah dari pada konsentrasi *Ca* di luar sel. Didalam sel sudah terdapat *Ca* yang tersimpan dalam *intraseluler store*, yang sewaktu-waktu dapat dikeluarkan apabila terdapat zat racun yang masuk ke dalam sel. Masuknya ion *Ca* dari luar sel ke dalam sel akan mengaktifkan enzim-enzim yang ada di dalam sel [17].

Menurunnya aktifitas *pompa Ca²⁺* akan mengakibatkan enzim *ATPase* aktif. Enzim *ATPase* berfungsi menghasilkan energi dengan cara menghidrolisis *ATP*. Energi digunakan untuk transpor aktif. Apabila *ATPase* aktif, akan mengakibatkan kurangnya pasokan *ATP* di sel epitel insang sehingga akan berakibat pada kegagalan fungsi *pompa Na⁺, K⁺, dan Ca²⁺*. Kegagalan pompa tersebut akan meningkatkan jumlah ion *Na⁺* dan *Ca²⁺* dalam sel, sehingga di dalam sel menjadi pekat. Akumulasi *Ca²⁺* pada transpor aktif sel akan mengakibatkan enzim *endonuklease* aktif bekerja. *Endonuklease* berfungsi untuk memotong rantai *polipeptida DNA*. Sehingga enzim *endonuklease* aktif, maka akan merusak inti sel [17].

Phospholipid merupakan penyusun utama membran sel. Enzim lain yang aktif ketika *Ca* berlebihan adalah Enzim *Phospholipase*. Enzim *phospholipase* menghidrolisis menjadi asam lemak dan zat lainnya berupa *lipofilik*. Jika kelebihan atau kekurangan *Ca* maka *permeabilitas membran* akan berkurang karena perbedaan *gradien konsentrasi*. Hal ini akan memicu terjadinya peristiwa *osmosis*. *Osmosis* merupakan peristiwa berpindahannya air dari suatu tempat yang berkonsentrasi tinggi ke tempat berkonsentrasi rendah. Apabila

terjadi osmosis, maka cairan dari luar sel akan masuk ke dalam sel. Akibat *gradien konsentrasi* maka akan mengakibatkan kerusakan membran. Enzim *protease* bertugas untuk memecah protein. Penyusun membran sel dan *sitoskeleton* lainnya adalah protein. Apabila enzim *protease* aktif, maka akan mengganggu *permeabilitas* dari membran sel tersebut [17].

Hasil yang diperoleh dari skoring, dianalisa dengan menggunakan *Anova Two-Way*, beserta *Uji Tukey*. Ringkasan dari hasil *Anova Two-Way*, dapat dilihat pada tabel 3. Dari tabel 3 dapat diketahui mekanisme kerusakan yang diakibatkan paparan senyawa organik dan senyawa inorganik.

Zat organik yang digunakan dalam penelitian ini adalah insektisida *Organophosphat* Diazinon 600 EC. Insang merupakan indikator yang digunakan untuk kualitas perairan. Insang menyerap pestisida yang larut dalam air dan bahan yang mudah larut dalam lemak. *Organophosphat* tidak memiliki kesulitan untuk melintasi *membran sel*. Apabila pestisida terambil oleh insang, tidak hanya permukaan luar saja namun sampai membran basal, melewati sirkulasi darah [18]. Ketika Diazinon masuk ke dalam sel, akan terjadi proses *oksidasi* sehingga Diazinon membentuk Diazoxon yang sifatnya lebih berbahaya dibanding Diazinon itu sendiri. *Diazoxon* berfungsi untuk menghambat kerja enzim *Asetilkolinesterase* [15]. 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. Perlahan sel akan menunjukkan kerusakan sel seperti pembengkakan (edema) dan bahkan pecah (nekrosis) [18].

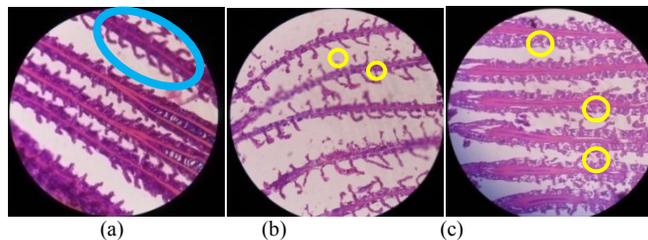
Hasil yang didapat pada tabel 3, yaitu kerusakan yang dipengaruhi oleh konsentrasi Diazinon adalah kerusakan edema, hiperplasia, dan nekrosis. Konsentrasi yang berpengaruh terhadap Edema adalah 0,125 mg/L. Edema merupakan kondisi dimana meningkatnya jumlah cairan dalam jaringan [19]. Dalam penelitian ini terjadinya edema disebabkan karena masuknya Diazinon ke dalam insang yang mengakibatkan sel bersifat iritatif sehingga sel akan membengkak. Peningkatan tekanan hidrostatik cenderung memaksa cairan masuk ke dalam ruang interstisial tubuh sehingga edema dapat terjadi. Edema dapat menyebabkan pembengkakan pada jaringan yang mengalami peradangan

karena terjadi akumulasi dari cairan. Adanya akumulasi Diazinon maka kerja dari organel-organel sel menjadi terganggu, yaitu mitokondria sebagai lokasi *pernapasan aerob* yaitu *fosforilasi oksidatif*. Dengan demikian pembentukan ATP diperlambat atau berhenti, sehingga menyebabkan kegagalan selaput aktif *pompa natrium*, penimbunan natrium intrasel dan difusi kalium keluar. Bila hal ini terus berlanjut akan mengakibatkan kematian sel. Kondisi sel dengan jumlah cairannya meningkat akan mengakibatkan permeabilitas sel menurun dan perlahan akan hilang sehingga sel akan membengkak. Sel yang membengkak terus menerus, akan mengalami lisis pada dinding sel sehingga seluruh organel sel keluar atau biasa yang disebut nekrosis [17]. Konsentrasi yang berpengaruh terhadap terjadinya nekrosis adalah 0,25 mg/L.

Hiperplasia dapat terjadi pada penelitian ini dikarenakan jaringan mengalami iritasi akibat adanya polutan dan biasanya disertai dengan peningkatan jumlah sel mukus di dasar lamela [20]. Konsentrasi yang berpengaruh terhadap terjadinya hiperplasia adalah 0,25 mg/L. dan lama pemaparan yang berpengaruh adalah pemaparan selama 20 hari. Hiperplasia merupakan reaksi kronis akibat iritasi oleh bahan kimia [21]. Oleh karena itu kerusakan hiperplasia akan muncul apabila ikan tersebut berada di lingkungan yang tercemar bahan kimia secara terus menerus.

Zat inorganik yang digunakan dalam penelitian ini adalah $PbCl_2$. Salah satu jaringan tubuh organisme yang cepat terakumulasi logam berat adalah insang sehingga menyebabkan terganggunya proses pertukaran ion-ion dan gas-gas melalui insang [15]. Adanya zat $PbCl_2$ pada lingkungan, akan menyebabkan kerusakan jaringan pada insang ikan. Terjadinya kerusakan insang akan mengakibatkan besarnya selisih konsumsi oksigen pada konsentrasi timbal yang lebih tinggi dan kemampuan darah untuk mengikat oksigen semakin kecil akibat keracunan logam berat timbal, dimana akibat keracunan timbal, ikan akan mengalami gangguan pada proses pernafasan dan metabolisme tubuhnya. Hal ini terjadi karena logam berat timbal bereaksi dengan lendir insang sehingga insang diselubungi lendir yang mengandung timbal dan mengakibatkan proses pernafasan dan metabolisme tubuh terganggu [7].

Hasil yang didapat dari tabel 3, kerusakan yang dipengaruhi oleh konsentrasi $PbCl_2$ adalah kerusakan hiperplasia, fusi, dan nekrosis dengan konsentrasi yang berpengaruh adalah 31,32 mg/L. 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* [20]. Hiperplasia merupakan penambahan dari suatu bagian tubuh atau organ karena adanya peningkatan jumlah sel-sel baru [17]. Hiperplasia terjadi pada tingkat iritasi yang lebih rendah dan apabila sel mukus yang berada di dasar lamela meningkat jumlahnya, akan mengakibatkan fusi pada lamela [5].



Gambar 1. Pengamatan Histologi Insang (a) Histologi insang ikan perlakuan Kontrol, (b) Histologi insang ikan perlakuan Diazinon konsentrasi 10% dari LC_{50} 96 jam, (c) Histologi insang ikan perlakuan $PbCl_2$ konsentrasi 10% dari LC_{50} 96 jam. (lingkaran biru) histologi insang normal. (lingkaran kuning) histologi insang ikan yang mengalami kerusakan nekrosis (Dokumentasi Pribadi, 2013).

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 atau dengan kata lain nekrosis terjadi diiringi dengan kematian suatu biota [20].

Hasil penelitian pada perlakuan pemaparan Diazinon maupun $PbCl_2$, kerusakan insang akan berakhir pada kerusakan nekrosis. Namun dapat dilihat pada gambar 1 terdapat perbedaan bentuk dari insang yang terpapar Diazinon dan $PbCl_2$. 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 [21].

V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini, adalah konsentrasi Diazinon yang berpengaruh terhadap kerusakan edema, hiperplasia dan nekrosis berturut-turut adalah 0,125 mg/L, 0,25 mg/L, dan 0,25 mg/L. Konsentrasi $PbCl_2$ yang berpengaruh terhadap kerusakan hiperplasia, fusi, dan nekrosis adalah 31,32 mg/L. Sedangkan lama pemaparan kedua zat yang berpengaruh terhadap hiperplasia adalah hari ke 20.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis RNK mengucapkan terima kasih kepada laboratorium Zoologi Jurusan Biologi ITS serta Laboratorium Patologi FKH Universitas Airlangga atas fasilitas yang telah diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Darmono. 2006. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*. UI-press. Jakarta.
- [2] Meirina, F. 2006. *Akumulasi Merkuri pada Daging Ikan Mas yang Diperlakukan di Dalam Laboratorium*. Skripsi sarjana. Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- [3] Hutagalung, H.P dan H. Razak. 1982. *Pengamatan Pendahuluan Kadar Pb dan Cd dalam Air dan Biota di Estuari Muara Angke*. Oseanologi, Indonesia.

- [4] Forstner, U and G.T.W. Wittman. 1983. *Metal Pollution in the Aquatic Environment. Second revised Edition*. Springer-Verlag, Heidelberg, New York, Tokyo.
- [5] Roberts, R. J. 2001. *Fish Pathology*. Third Edition. W.B.Saunders, London, Edinburgh, Philadelphia, St Louis, Sydney, Toronto.
- [6] Widaningsih, D. 2012. *Eliminasi Diazinon pada Limbah Cair Sintetik menggunakan Biofilter Kompos Jarum Tiram (Spent Mushroom Compost)*. Tesis Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [7] Sahetapy, J. 2011. *Toksistas Logam Berat Timbal (Pb) dan Pengaruhnya pada Konsumsi Oksigen dan Respon Hematologi Juvenil Ikan Kerapu Macan (Epinephelus fuscoguttatus)*. Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor.
- [8] Rudiyaniti, S. dkk. 2009. *Pertumbuhan dan Survival Rate Ikan Mas (Cyprinus carpio Linn) pada berbagai Konsentrasi Pestisida Reagent 3G*. Jurnal Sainstek Perikanan Vol (5) no. 1 hal: 49-54.
- [9] APHA. 1995. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th Edition*. American Public Health Association (APHA). Washington DC.
- [10] Widayati, D.E. 2011. *Studi Histopatologi Insang Ikan Mujair (Oreochromis mossambicus) pada Konsentrasi Sublethal Air Lumpur Sidoarjo*. Program Studi Biologi FMIPA Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- [11] Pantung, Nuntiya, Kerstin, G. Helander, Herbert F. H. dan Voravit C. 2008. *Histopathological Alterations of Hybrid Walking Catfish (Clarias macrocephalus x Clarias gariepinus) in Acute and Sub acute Cadmium Exposure*. Environment Asia 1 : page 22-27.
- [12] Mason, C. 2002. *Biology Of Freshwater Pollution. Fourth edition*. Prentice Hall, England.
- [13] Lu, Frank C. 1995. *Toksikologi Dasar. Asas, Organ sasaran, dan Penilaian Risiko*. UI Press. Jakarta.
- [14] Suparjo, Mustofa Niti. 2010. *Kerusakan Jaringan Insang Ikan Nila (Oreochromis niloticus L.) akibat Detergen*. Jurnal Sainstek Perikanan Vol (5) No. 2 hal: 1-7.
- [15] Cornell, D. W. Gregory, J. Miller. Koestoer, Yanti (Editor). 1995. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- [16] Soemirat, Yuli. 2003. *Toksikologi. Lingkungan*. UGM Press. Yogyakarta.
- [17] Kumar V, Cotran RS, Robbins SL, 1997. *Basic Pathology, 6th Edition*. WB Saunders Company, Philadelphia.
- [18] Fanta, Edith, et al. 2003. *Histopathology of the fish Corydoras paleatus contaminated with sublethal levels of organophosphorus in water and food*. Ecotoxicology and environmental safety 54 (2003) 119-130.
- [19] Underwood, J C E. 1992. *General and Systematic Pathology*. Churchill Livingstone, New York.
- [20] Ersa, Ivan Maulana. 2008. *Gambaran Histopatologi Insang, Usus, dan Otot pada Ika Mujair (Oreochromis mossambicus) di Daerah Ciampea Bogor*. Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [21] Efrizal, T., 1999. *Kualitas Air Sungai Siak Ditinjau dari Aspek Fisika Kimia dan Struktur Komunitas Plankton*. Lembaga Penelitian Universitas Riau. Pekanbaru.