



## Analisis Konsentrasi Pestisida Klorpirifos pada Letal Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

Ririn Alfiatu Rohimah<sup>1\*</sup>, Hari Santoso<sup>1</sup>, Ahmad Syauqi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang, Indonesia

\*Koresponden Penulis : ririnalfiah88@gmail.com

### ABSTRAK

Salah satu jenis pestisida orghanoposfat yang digunakan para petani yaitu klorpirifos. Penggunaan pestisida yang kurang terkontrol berdampak terhadap pencemaran lingkungan, khususnya biota perairan. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis konsentrasi akut pestisida klorpirifos terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Metode penelitian adalah eksperimen dengan penelitian pendahuluan, uji toksisitas akut ( $LC_{50}$ ), uji sesungguhnya (sub lethal). Konsentrasi perlakuan pada hewan coba meliputi uji subletal  $K_0$  (kontrol) 0 ppm,  $K_1$  0,25 ppm,  $K_2$  0,30 ppm,  $K_3$  0,35 ppm,  $K_4$  0,40 ppm,  $K_5$  0,45 ppm. Hasil uji pendahuluan diperoleh nilai ambang lethal atas sebesar 0,5 ppm dan nilai ambang lethal bawah adalah 0,25 ppm. Uji toksisitas akut kisaran  $K_1$  0,25 ppm sampai dengan  $K_5$  0,45 ppm. Hasil uji toksisitas akut ( $LC_{50}$ ) pada  $K_1$  0,25 ppm dan  $K_2$  0,30 ppm menunjukkan hewan coba ikan mas terpapar klorpirifos mengalami tingkah laku abnormal yaitu meningkatnya gerakan operculum (membuka menutup) dengan rata-rata  $K_1 = 72.405$ ;  $K_2 = 43.130$  menyebabkan ikan mas cepat mati, berenang di permukaan, cenderung mendekati aerator, dan gerakan cepat tak terarah. Kesimpulan terdapat hubungan nyata antara besarnya konsentrasi pestisida yang diberikan dengan kelangsungan hidup ikan mas.

**Kata kunci:** Ikan Mas (*Cyprinus carpio*), Pestisida Klorpirifos

### ABSTRACT

One type of orghanophosphate pesticide used by farmers is chlorpyrifos. Uncontrolled use of pesticides has an impact on environmental pollution, especially aquatic biota. The purpose of this study was to analyze the acute concentration of chlorpyrifos pesticide against goldfish (*Cyprinus carpio*). The research method was experimental with preliminary research, acute toxicity test ( $LC_{50}$ ), real test (sub lethal). The concentration of treatment in experimental animals includes the sublethal test  $K_0$  (control) 0 ppm,  $K_1$  0.25 ppm,  $K_2$  0.30 ppm,  $K_3$  0.35 ppm,  $K_4$  0.40 ppm,  $K_5$  0.45 ppm. The preliminary test results obtained an upper lethal threshold value of 0.5 ppm and a lower lethal threshold value of 0.25 ppm. Acute toxicity tests ranged from  $K_1$  0.25 ppm to  $K_5$  0.45 ppm. The results of the acute toxicity test ( $LC_{50}$ ) at  $K_1$  0.25 ppm and  $K_2$  0.30 ppm showed experimental goldfish exposed to chlorpyrifos experienced abnormal behavior, namely increased operculum movement (opening and closing) with an average of  $K_1 = 72.405$ ;  $K_2 = 43.130$  causes goldfish to die quickly, swim on the surface, tend to approach the aerator, and move quickly without direction. The conclusion is that there is a significant relationship between the amount of pesticide concentration given to the survival of goldfish.

**Keywords:** Goldfish (*Cyprinus carpio*), Chlorpyrifos pesticide

doi: 10.33474/e-jbst.v9i2.440

Diterima tanggal 22 Januari 2024 – Diterbitkan Tanggal 29 Januari 2024

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



## Pendahuluan

Pencemaran perairan di pedesaan umumnya disebabkan penggunaan pestisida klorpirifos yang dilakukan para petani, baru dapat diketahui bila dilakukan uji toksisitas akut yaitu terjadi pada *lethal dosis* ( $LD_{50}$ ) atau bahan kimia di air untuk *lethal concentration* ( $LC_{50}$ ). Toksisitas akut akan diperoleh nilai konsentrasi letal 50% selama 96 jam ( $LC_{50-96h}$ ) [1]. Toksisitas klorpirifos diklasifikasikan ke dalam kelas II yaitu cukup berbahaya [2]. Masuknya pestisida dalam badan air terjadi akibat terbawa air hujan atau aliran permukaan berasal dari proses penyemprotan. Pestisida yang terlarut dalam air akan diserap oleh lumpur, plankton, algae, hewan-hewan avertabrata akuatik, tanaman akuatik, ikan dan organisme lain. Penggunaan pestisida oleh petani semakin meningkat dari waktu ke waktu dan dapat menimbulkan efek negatif serta pencemaran lingkungan perairan [3].

Uji toksisitas yang sering digunakan sebagai hewan coba adalah ikan [1]. Ikan mas memiliki sensitive cukup tinggi sehingga dapat dijadikan sebagai salah satu bioindikator perairan terhadap perubahan lingkungan sekitarnya [4]. Berdasarkan beberapa hal tersebut, maka dilakukan pengamatan terhadap pengaruh konsentrasi pestisida klorpirifos terhadap letal ikan mas. Pengamatan terhadap efek letal karena pengaruh konsentrasi pestisida klorpirifos ikan mas tersebut dilihat dari jumlah gerakan membuka menutup operculum ikan mas.

## Material dan Metode

### Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 18 Desember 2020 sampai 18 Januari 2021 di Instalasi Budidaya Air Tawar Punten, Batu Jawa Timur.

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Larutan Klorpirifos digunakan sebagai larutan uji, Ikan Mas (*Cyprinus carpio*), Air sumber ngesong, Pakan ikan mas

Alat digunakan sebagai berikut: Aerator digunakan sebagai pengatur oksigen, Akuarium digunakan sebagai wadah ikan, pH Meter digunakan sebagai pengukur pH, DO Meter digunakan untuk mengukur oksigen terlarut dalam air.

### Metode

Jenis penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian kuantitatif dengan metode eksperimen. Penelitian menggunakan metode [5] baik untuk tahap aklimatisasi, uji pendahuluan, dan uji sesungguhnya. Pada aklimatisasi, apabila dalam waktu 48 jam lebih dari 3% populasi hewan uji mati, maka hewan uji dianggap tidak memenuhi syarat pengujian. Saat akan digunakan hewan uji dalam kondisi sehat ditandai dengan aktif makan, renang, dan tidak cacat. Hewan coba menggunakan ikan mas sebanyak 200 ekor, umur  $\pm$  1 bulan, dengan panjang 5 cm. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah aerator dan akuarium menggunakan bak berukuran 10 liter. Penelitian dilakukan pada skala laboratorium menggunakan larutan artifisial klorpirifos merk Dursban. Tahap Uji pendahuluan dan toksisitas akut mempunyai rancangan sebagai berikut :

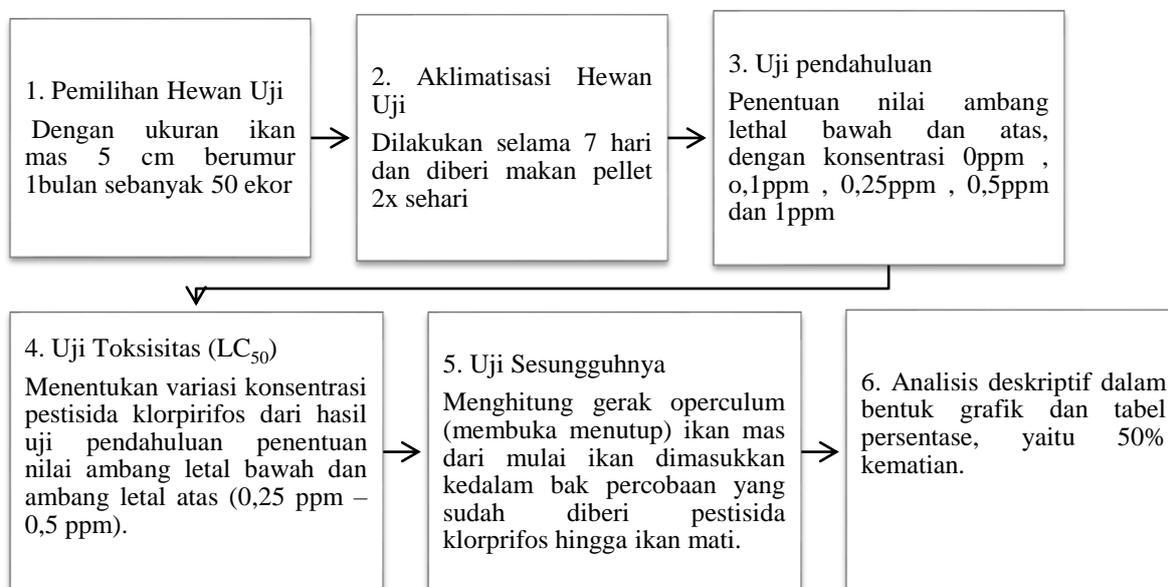


Rancangan uji pendahuluan dan uji toksisitas akut

Konsentrasi (ppm)	Σ Ikan	Waktu Pengamatan				Σ Ikan Mati	Σ Ikan Hidup	% Mortalitas
		24	48	72	96			
Kontrol (0 ppm)								
0,1 ppm								
0,25ppm								
0,5 ppm								
1 ppm								

### Cara Kerja

Tahapan dari penelitian ini terdiri dari :



### Hasil dan Diskusi

#### Hasil Penelitian

Hasil uji pendahuluan pada toksisitas pestisida klorpirifos terhadap mortalitas ikan mas (*Cyprinus carpio*) Seperti yang ditampilkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Data Mortalitas Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

Konsentrasi (ppm)	Σ Ikan	Waktu Pengamatan (jam)				Σ Ikan Mati	Σ Ikan Hidup	% Mortalitas
		24	48	72	96			
<b>Kontrol (0)</b>	10	0	0	0	0	0	10	0
<b>0,1</b>	10	0	1	1	1	3	7	30
<b>0,25*</b>	10	0	7	2	0	9	1	90
<b>0,5**</b>	10	6	2	2	0	10	0	100
<b>1</b>	9	8	1	0	0	9	0	100

Keterangan : \* Nilai ambang letal Bawah  
 \*\* Nilai ambang letal Atas



Dari hasil uji pendahuluan diatas selanjutnya yaitu menentukan nilai ambang letal bawah dan nilai ambang letal atas. Cara penentuan nilai ambang letal bawah yaitu dengan cara melihat konsentrasi tertinggi dari pestisida klorpirifos dimana hewan uji masih mampu bertahan hidup setelah waktu 48 jam. Sedangkan untuk menentukan nilai ambang letal atas yaitu dengan melihat konsentrasi terendah dari pestisida klorpirifos dimana hewan uji mati 100% selama waktu pemaparan 24 jam.

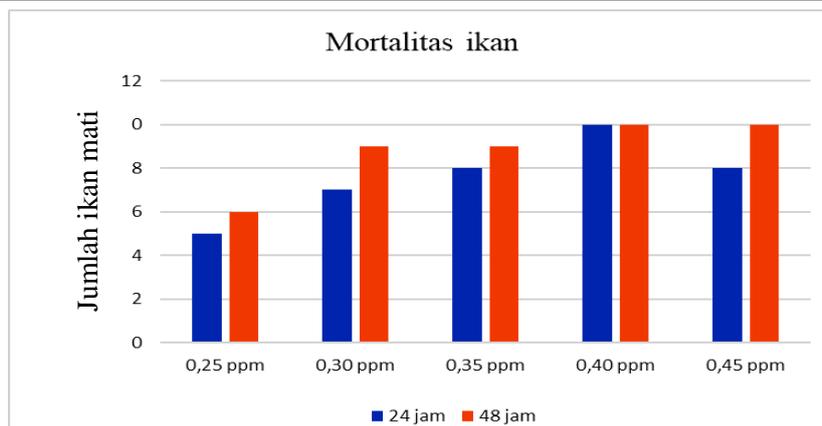
Dari data uji pendahuluan tersebut dapat dilihat bahwa nilai ambang letal bawah yaitu pada konsentrasi 0,25 ppm sedangkan nilai ambang letal atas terletak pada konsentrasi 0,5 ppm. Hal ini sesuai dengan penelitian [6] tentang uji pengaruh sublethal insektisida organofosfat terhadap kelangsungan hidup ikan mas yaitu sebelum dilakukan uji toksisitas akut maka dilakukan uji pendahuluan untuk menentukan nilai ambang lethal bawah dan nilai ambang lethal atas.

LC<sub>50</sub> adalah konsentrasi yang menyebabkan kematian 50% dari hewan uji. Hasil dari penelitian uji toksisitas akut LC<sub>50</sub> pestisida klorpirifos terhadap mortalitas ikan mas (*Cyprinus carpio*) dapat dilihat pada (Tabel 3).

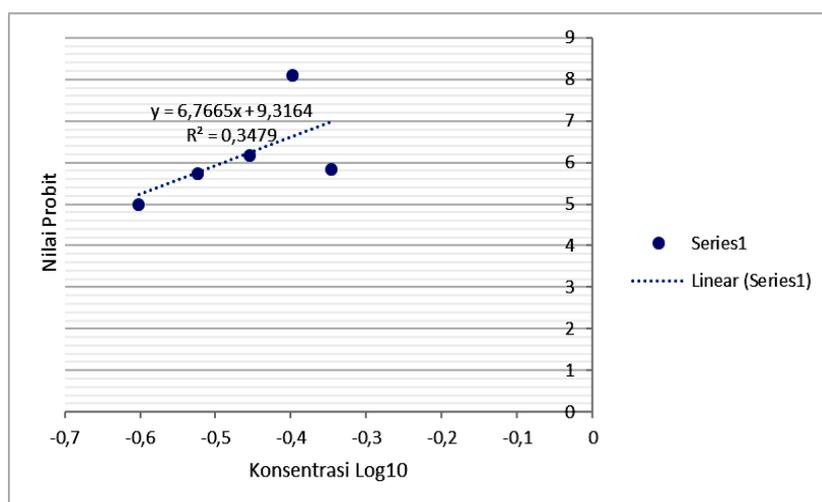
**Tabel 2.** Uji Toksisitas Akut (LC<sub>50</sub>) Pestisida Klorpirifos pada Ikan Mas (*Cyprinus carpio*).

Konsentrasi (ppm)	Σ Ikan	Waktu Pengamatan (jam)		Σ Ikan Mati	Σ Ikan Hidup	Mortalitas (%/24 jam)
		24	48			
<b>Kontrol (0 ppm)</b>	10	0	0	0	10	0
<b>K<sub>1</sub> (0,25 ppm)</b>	10	5	1	6	4	50
<b>K<sub>2</sub> (0,30 ppm)</b>	9	7	2	9	0	77
<b>K<sub>3</sub> (0,35 ppm)</b>	9	8	1	9	0	88
<b>K<sub>4</sub> (0,40 ppm)</b>	9	9	0	9	0	100
<b>K<sub>4</sub> (0,45 ppm)</b>	10	8	2	10	0	80

Dari tabel 6 hasil LC<sub>50</sub> terdapat pada konsentrasi 0,25 ppm dan 0,30 ppm.. Presentase uji LC<sub>50</sub> dapat dilihat pada gambar 2. bahwasannya semakin tinggi konsentrasi pestisida yang digunakan maka semakin tinggi jumlah mortalits ikan. Menurut pendapat [7] Senyawa yang terkandung pada pestisida yang tinggi maka penyebab kematian hewan uji juga semakin tinggi. Hal ini juga dibuktikan oleh [8] pada penelitiannya tentang pengaruh konsentrasi limbah pada mortalitas ikan patin yaitu semakin tinggi konsentasi limbah maka akan semakin besar jumlah mortalitas ikan patin. Semakin tinggi konsentrasi limbah yang dimasukkan maka kondisi kualitas air akan semakin buruk. Apabila ikan patin mengalami kekurangan oksigen maka sistem fisiologis dalam tubuhnya tidak akan berfungsi dengan baik sehingga dapat menyebabkan stres. Berkurangnya jumlah oksigen terlarut di dalam air mengakibatkan hemoglobin yang mengikat oksigen dan dibawa oleh darah akan berkurang dalam menyuplai oksigen ke dalam tubuh ikan.



Gambar 1. Hubungan mortalitas ikan dan besaran konsentrasi pestisida klorpirifos



Gambar 2. Grafik analisis probit mortalitas ikan mas (*Cyprinus carpio*) 24 jam

Pada mortalitas 50% selama 24 jam berdasarkan persamaan garis  $y = 6,7665x + 9,3164$  dimana garis Y merupakan Nilai Probit dan garis X merupakan Konsentrasi log10 maka didapatkan  $LC_{50}$  sebesar 0,23 ppm. Artinya, ikan uji mati sebanyak 50% dalam waktu 24 jam pada konsentrasi 0,23 ppm. Jika hewan uji diberi pestisida dengan konsentrasi lebih dari 0,23 ppm maka hewan uji akan mengalami mortalitas lebih cepat ( $< 24$  jam). Karena, semakin tinggi konsentrasi yang diberikan maka semakin cepat ikan mengalami kematian. Hal ini dibuktikan dengan grafik pada Gambar 1 bahwa terdapat hubungan antara konsentrasi pestisida dan mortalitas ikan mas selama 24 jam.

Model probit menurut [9] digunakan untuk menganalisis hubungan satu variabel dependen dengan beberapa independen. Adapun hubungan log konsentrasi terhadap nilai probit persen mortalitas pada uji toksisitas akut pestisida berbahan aktif klorpirifos pada ikan Mas dapat terlihat pada gambar 1. Dari hasil tersebut menjelaskan bahwa tingkat mortalitas akan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi larutan pestisida yang diberikan. Dari gambar grafik tersebut juga menjelaskan bahwa nilai  $LC_{50}$ -24 jam dari setiap konsentrasi didapatkan dengan cara anti log dari hasil persen probit mortalitas. Sehingga, hasil grafik pada gambar 1 menunjukkan adanya hubungan korelasi yang positif dengan nilai  $R^2$  sebesar 0,3479.

Berdasarkan grafik pada gambar 2 ditunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi pestisida maka akan semakin tinggi angka mortalitasnya, sedangkan semakin rendah konsentrasi pestisida yang diberikan maka semakin rendah pula angka mortalitasnya. Menurut [10], organisme akan mengalami



kematian atau mortalitas dalam periode waktu yang pendek bila terpapar senyawa toksikan dengan konsentrasi tinggi dan sebaliknya organisme akan bertahan lebih lama apabila terpapar senyawa toksikan dengan konsentrasi yang rendah.

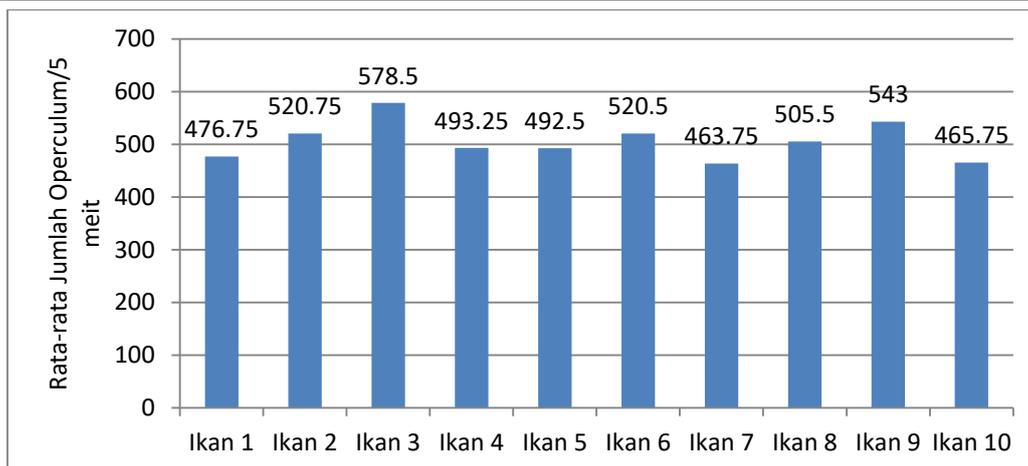
Pengaruh letal dari bahan pencemar terhadap makhluk hidup merupakan suatu tanggapan yang terjadi pada saat zat-zat fisika atau kimia yang masuk ke dalam tubuh makhluk hidup dan menimbulkan gangguan proses sel atau sup sel sampai dengan batas yang menyebabkan kematian secara langsung. Adapun gangguan yang terjadi antara lain tidak dapat bernafas atau mengganggu proses respirasi, gangguan dalam pergerakan untuk mendapatkan makanan, dan rusaknya habitat [11]. Menurut [12], adapun kriteria daya racun letal Pestisida adalah (1)  $LC_{50-96}$  jam < 1 mg/L, daya racun sangat tinggi, (2)  $LC_{50-96}$  jam 1-10 mg/L, daya racun tinggi, (3)  $LC_{50-96}$  jam 10-100 mg/L, daya racun sedang, dan (4)  $LC_{50-96}$  jam mg/L, daya racun rendah.

Berdasarkan hasil dari Uji  $LC_{50}$  didapatkan konsentrasi letal pestisida terhadap ikan mas yaitu sebesar 0,23 ppm. Pada penelitian sublethal ini digunakan konsentrasi pestisida sebesar 0 ppm (kontrol), 0,25 ppm, dan 0,30 ppm. Penelitian ini dilakukan secara duplo (kecuali kontrol). Data yang diambil kemudian dianalisis adalah jumlah gerak operculum (membuka menutup) 5 ikan mas yang mati lebih awal.

**Tabel 3.** Uji Sesungguhnya dengan Konsentrasi 0 ppm (Kontrol)

Ikan Ke-	8 Jam pertama (09.00)/5 menit	8 Jam kedua (17.00)/5 menit	8 Jam ketiga (01.00)/5 menit	8 Jam keempat (09.00)/5 menit	Rata-rata
1	438	508	513	448	476,75
2	447	552	561	523	520,75
3	577	577	580	579	578,5
4	462	508	505	498	493,25
5	424	548	554	444	492,5
6	456	569	571	486	520,5
7	443	481	483	448	463,75
8	475	530	532	485	505,5
9	495	591	589	497	543
10	436	472	493	462	465,75

Hasil dari pengamatan kontrol (0 ppm) selama 96 jam dan dihitung gerak membuka menutupnya operculum 5 menit per 8 jam selama 24 jam. Maka didapatkan hasil yang beraturan yang artinya gerak operculum (membuka menutup) pada ikan mas stabil dan dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 3.** Grafik Rata-rata Jumlah Gerakan Operculum pada konsentrasi 0 ppm

Berdasarkan pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa jumlah gerak operculum (membuka menutup) sangat stabil (normal) dan tidak ada kematian ikan mas hingga pengamatan 96 jam.

**Tabel 4.** Rata-rata Jumlah Gerak Operculum dan Jumlah Waktu Ikan Mengalami Mati pada 2 Level konsentrasi Pestisida Klorpirifos

Besar Konsentrasi	Rata-rata Jumlah Gerak Operculum	Waktu Rata-rata
0,25 ppm	72.405 kali	8 jam 9 menit
0,30 ppm	43.130 kali	4 jam 96 detik

Berdasarkan hasil pengamatan uji sesungguhnya (sublethal) jumlah gerak operculum (membuka menutup) bervariasi. Hal tersebut dikarenakan kondisi kesehatan ikan yang berbeda-beda. Terdapat perbedaan pada kondisi ikan sebelum dan sesudah terpapar bahan pencemar hingga pada akhirnya mengalami mortalitas mencapai 50% pada uji sublethal. Ikan mas yang belum dipapar (kontrol) berenang aktif dan normal hingga pengamatan 96 jam. Gerak membuka menutup mulut dan operculum normal dan tidak ada kematian hingga pengamatan 96 jam.

Kondisi ikan mas, yang telah terpapar dengan konsentrasi tertinggi yaitu 0,30 ppm pada uji sesungguhnya (sublethal), bergerak tidak beraturan (menabrak dinding bak), cenderung bergerak ke atas dan ke bawah, gerak membuka menutup operculum ikan semakin cepat. Ikan mulai kehilangan keseimbangan yang mulai ditandai dengan tubuh miring dan gerakan renang yang tidak menentu, adanya beberapa ikan yang melompat keluar dari bak percobaan, ikan bergerak lambat dan mendekati aerator pada pengamatan 48 jam, serta terjadi kematian pada awal pengamatan (24 jam).

Ikan yang terkena daya racun atau pencemar dapat diketahui dari gerakannya yang hiperaktif, menggelepar, lumpuh dan kemudian mati. Secara klinis hewan yang terkontaminasi racun memperlihatkan gejala stress bila dibandingkan dengan kontrol, ditandai dengan menurunnya nafsu makan, gerakan kurang stabil, dan cenderung berada di dasar [13]. Seperti yang dinyatakan oleh [14] bahwa proses terjadinya mortalitas berawal dari perubahan tingkah laku seperti dari gerakan normal menjadi gerakan tak menentu, tubuh membentuk garis vertikal dengan permukaan air, ikan bergerak dengan keadaan ekor di atas dan kepala ke bawah dengan posisi miring, ikan melompat ke permukaan dan akhirnya ikan mati.



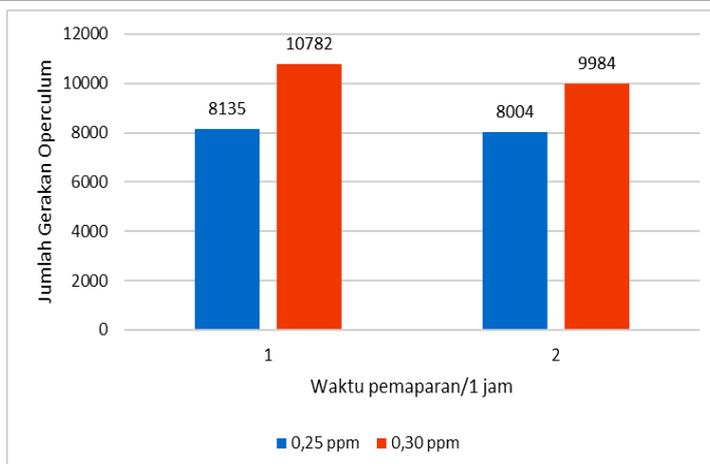
## Pembahasan

Ikan dapat menunjukkan reaksi terhadap perubahan fisik air maupun terhadap adanya senyawa pencemar yang terlarut dalam batas konsentrasi tertentu. Reaksi yang dimaksud antara lain adanya perubahan aktivitas pernafasan, aktivitas dan gerakan renang, warna tubuh ikan dan sebagainya. Perubahan tingkah laku ikan juga terjadi pada pemaparan dosis yang berbeda. Secara umum ikan mas yang terpapar pestisida klorpirifos menunjukkan adanya tingkah laku yang abnormal seperti meningkatnya gerakan membuka menutup operculum, berenang di permukaan dan cenderung mendekati aerator serta bergerak cepat tak terarah pada bak percobaan [15].

Kualitas air yang diukur selama aklimatisasi hingga pengamatan adalah suhu, oksigen terlarut, dan pH yang dilakukan 2 kali sehari selama penelitian berlangsung. Suhu air yang didapatkan berkisar antara 22°C-25°C, oksigen terlarut berkisar antara 4,02-5,31 ppm, dan pH berkisar antara 7-8. Suhu merupakan salah satu faktor fisika yang sangat penting di dalam air karena bersama-sama dengan zat/unsur yang terkandung didalamnya akan menentukan massa jenis air, densitas air, kejenuhan air, mempercepat reaksi kimia air dan memengaruhi jumlah oksigen terlarut di dalam air [16] [17].

Ikan merupakan hewan berdarah dingin (poikilotermal) sehingga metabolisme dalam tubuh tergantung pada suhu lingkungannya, termasuk ketebalan tubuhnya [18]. Suhu tinggi yang masih dapat ditoleransi oleh ikan tidak selalu berakibat mematikan pada ikan tetapi dapat menyebabkan gangguan status kesehatan untuk jangka panjang, misalnya stres yang menyebabkan tubuh lemah, kurus dan tingkah laku abnormal [19]. Perubahan drastis suhu sampai mencapai 5 °C dapat menyebabkan stres pada ikan atau membunuhnya [20]. Menurut [21] pengaruh suhu terhadap ikan adalah dalam proses metabolisme, seperti pertumbuhan dan pengambilan makanan, aktivitas tubuh, seperti kecepatan renang serta dalam rangsangan syaraf. Suhu optimal akan membuat ikan memiliki metabolisme optimal yang berdampak baik pada pertumbuhan dan penambahan bobot ikan. Suhu rendah akan mengakibatkan laju metabolisme ikan menjadi lambat dan menyebabkan nafsu makan ikan menjadi menurun dan akhirnya ikan akan mengalami pertumbuhan yang lambat [22].

Pada Lampiran 1 dapat dilihat bahwa nilai koefisien korelasi ( $r$ ) mendekati 1 yang berarti hubungan antara jumlah waktu pemaparan berbanding lurus dengan jumlah gerak operculum (membuka menutup) ikan yang diuji. Maka, dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu pemaparan pestisida terhadap ikan uji maka dapat mempengaruhi gerak operculum (membuka menutup). Semakin lama ikan uji terpapar pestisida maka semakin besar jumlah gerak operculum (membuka menutup) sehingga semakin besar resiko ikan akan mengalami kematian akibat semakin menumpuknya kandungan pestisida didalam tubuh ikan. Hal tersebut dibuktikan juga dengan penelitian [23] bahwa waktu atau lamanya pemaparan pestisida pada hewan uji dapat mempengaruhi tingkat kematian ikan yang diuji.



**Gambar 1.** Hubungan jumlah gerakan operculum dan besaran konsentrasi pestisida klorpirifos

Berdasarkan grafik pada gambar 5 diatas dapat dilihat bahwasannya semakin tinggi nilai konsentrasi maka gerakan membuka menutup operculum semakin tinggi. Hal ini terjadi karena semakin tinggi nilai konsentrasi pestisida maka senyawa toksikan semakin cepat menyerang bagian insang Ikan. Sehingga, ikan mengalami pernafasan yang abnormal yang menyebabkan gerakan membuka menutup operculumnya semakin cepat. Hal ini sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh [15] menjelaskan bahwa ikan dapat menunjukkan reaksi terhadap adanya senyawa pencemar yang terlarut dalam batas konsentrasi tertentu. Reaksi yang dimaksud yaitu adanya perubahan aktivitas pernafasan, aktivitas dan gerakan renang, warna tubuh ikan dan sebagainya. Organisme akan mengalami kematian atau mortalitas dalam periode waktu yang pendek bila terpapar senyawa toksikan dengan konsentrasi tinggi dan sebaliknya organisme akan bertahan lebih lama apabila terpapar senyawa toksikan dengan konsentrasi yang rendah [10].

## Kesimpulan

Konsentrasi akut bahan aktif klorpirifos terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) terletak pada konsentrasi 0,25 ppm. Apabila Ikan Mas terpapar pestisida dengan konsentrasi diatas 0,25 ppm maka dapat berakibat kematian Ikan Mas dengan rentang waktu minimal 24 jam. Terdapat hubungan peningkatan mortalitas hewan uji dengan meningkatnya konsentrasi pestisida pada media penelitian. Adanya peningkatan konsentrasi pestisida klorpirifos pada media hewan uji ikan mas berkorelasi sangat kuat terhadap jumlah gerak operculum (membuka dan menutup). Semakin besar konsentrasi pestisida klorpirifos berakibat Ikan Mas semakin cepat mengalami penurunan gerak operculum.

## Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Instalasi Budidaya Air Tawar Punten, Kota Batu, Jawa Timur. Telah memberikan fasilitas yang baik selama penelitian.

## Daftar Pustaka

- [1] Soemirat, J., 2009. Toksikologi Lingkungan. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- [2] WHO. (2009). *WHO Specifications and Evaluations for Public Health Pesticides. Chlorpyrifos O,O-diethyl O-3,5,6-trichloro-2- pyridyl phosphorothioate*. World Health Organization, Geneva.



- [3] Hermawanto, T. 2006. Uji Toksisitas Akut Insektisida Klorpirifos Terhadap Ikan Mujair (*Tilapia ossambicus*) dan Ikan Tawes (*Puntius javanicus*, Blkr). Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan ITS : Surabaya.
- [4] Djatmiko. 2007. Budidaya Ikan Nila. Penerbit Usaha Nasional: Surabaya.
- [5] USEPA (United States Environmental Protection Agency). 2002. Method for Measuring the Acute Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater and Marine Organism. Fifth Edition. EPA-821-R-02-012. Office of Water (43035). Washington, DC.
- [6] Indah, Hervin C,W. 2017. Uji Pengaruh Sublethal Insektisida Organofosfat dengan bahan aktif dimetoat terhadap kelangsungan hidup Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya : Malang.
- [7] Aminah, S, N., 1995. *Evaluasi Tiga Jenis Tumbuhan Sebagai Insektisida dan Repelan Terhadap Nyamuk di Laboraturium*. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [8] Sianturi, F. L. (2014). Risperidone and Haloperidol Comparative Effects of Positive Symptoms Patient Schizophrenic. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, Vol. 04 No. 28.
- [9] Wulandari, E. dan H. T. Sutanto. 2013. Model Regresi Probit Untuk Mengetahui Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Jumlah Penderita Diare Di Jawa Timur. *E-journal UNESA-MATHunesa*. 2(1):1-6.
- [10] Nofyan, E., E. P. Sagala, dan V. Saryani 2011. Pengaruh Minyak Mentah Terhadap Mortalitas dan Morfologi Insang Ikan Bandeng (*Chanos-chanos* Forsskal). *Maspari Jurnal*. 2 : 19 – 25.
- [11] Connel, D.W., and Miller, G.J. (2006). *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Universitas Indonesia Press : Jakarta.
- [12] Komisi Pestisida Departemen Pertanian. 1997. *Pestisida Untuk Pertanian Dan Kehutanan*. Koperasi “Daya Guna” : Jakarta.
- [13] Martini KS. 2001. Pengaruh parameter BOD, COD, pH, fenol dan coli pada air sungai terhadap kualitas air sumur disekitar aliran Sungai Premulung Kota Surakarta. Tesis. Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret.
- [14] Syafriadiman. 2009. Toksisitas limbah industri kelapa sawit terhadap kelimpahan algae hijau (*Ulothrix implexa*). *Berkala Perikanan Terubuk*, 35(1): 1-18.
- [15] Widayati DE, Aunurohim, Abdulgani N. 2011. Studi hispatologi insang ikan mujair (*Oreochromis mossambicux*) pada konsentrasi sublethal air lumpur Sidoarjo. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- [16] Wardoyo, S,E dan L, Sugiarti. 2008. Lethal concentration-50 Pestisida Etafenproks 94,27 G/L Terhadap Ikan Hias Guppy (*Lebistes reticulatus*). *Jurnal Nusa Kimia*. (8) 2.
- [17] Aliza, D., Winaruddin dan L. W. Sipahutar. 2013. Efek Peningkatan Suhu Air Terhadap Perilaku, Patologi Anatomi, dan Hispatologi Insang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Medika Veterinaria*. ISSN. 0853-1943.
- [18] Tunas, Arthama Wayan. 2005. *Patologi Ikan Toloestei*. Penerbit Universitas Gadjah Mada : Yogyakarta.
- [19] Irianto. 2005. Jenis *Trichodina* sp. Parasit Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) di Ngrajek Jawa Tengah. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- [20] Kordi, K. 2000. Budidaya Ikan Nila. Cetakan kedua. Dahara prize, Semarang.



- [21] Laevastu, T. I. Hela. 1970. Fisheries Oceanography and Ecology. Fishing News. Books Ltd. London.
- [22] Stickney RR. 2000. Encyclopedia of Aquaculture. Texas: A Wiley-Interscience Publication.
- [23] Erman, K.S.Z. 2019. Uji Toksisitas (LC<sub>50-96</sub> jam) Insektisida Klorpirifos Terhadap Ikan Lele (*Clarias* sp.). Universitas Sumatera Utara : Sumatera Utara.