

UJI TOKSISITAS LETAL DAN SUBLETAL MERKURI KLORIDA (HgCl₂)
TERHADAP IKAN MAS (*Cyprinus carpio* L.)

THE LETHAL AND SUB-LETHAL TOXICITY TEST OF MERCURY CHLORIDE
(HgCl₂) On *Cyprinus carpio* L

Nanik Mustikaning Tyas, Asrul Sahri Siregar, Isdy Sulisty

Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan,
Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Jenderal Soedirman.

ABSTRAK

Merkuri Klorida (HgCl₂) merupakan sumber pencemar yang dapat menurunkan kualitas air sungai. Dampak HgCl₂ bagi biota perairan bersifat kronis. Penelitian ini berjudul “Uji Toksisitas Letal dan Subletal Merkuri Klorida (HgCl₂) Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.)”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai LC₅₀₋₉₆ jam HgCl₂ terhadap ikan mas dan efek subletal HgCl₂ melalui perubahan profil darah (jumlah leukosit, eritrosit dan hematokrit). Metode eksperimental diterapkan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian dibagi menjadi 3 tahapan yaitu uji pendahuluan, toksisitas letal (LC₅₀₋₉₆ jam), dan toksisitas subletal. Setiap perlakuan diulang 3 kali. Data uji toksisitas letal dianalisis probit dan data uji toksisitas subletal diuji f. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai LC₅₀₋₉₆ jam HgCl₂ terhadap ikan mas adalah 1,88 ppm. Efek subletal HgCl₂ berupa penurunan jumlah eritrosit dan hematokrit, tetapi jumlah leukosit meningkat seiring meningkatnya konsentrasi HgCl₂.

Kata kunci : toksisitas, LC₅₀₋₉₆ jam, merkuri klorida, hematologi

ABSTRACT

Chloride Mercury (HgCl₂) is a source of pollutant which can reduce river water quality. HgCl₂ impacts on aquatic organisms through their chronic character. This study entitle “The lethal and sub-lethal toxicity test of mercury chloride (HgCl₂) on *Cyprinus carpio* L.” and aims to find LC_{50-96h} of HgCl₂ on *Cyprinus carpio* L., and to find the effect of lethal and sublethal of HgCl₂ on blood profile changes (erythrocyte, leucocyte and hematocrit quantity). An experimental method applied Completely Randomized Design, and this study was divided into 3 steps i.e. basic, lethal toxicity (LC₅₀₋₉₆ h), and sub-lethal toxicity tests, being run in triplicates. Lethal toxicity test data were probity analyzed and data from sub-lethal toxicity test were F-tested. The result showed that LC_{50-96h} of HgCl₂ on *Cyprinus carpio* L. was 1.88 ppm. The sublethal effect of HgCl₂ was demonstrated in erythrocyte and hemathrocyte count decrease, however leucochyte counts increased with increasing HgCl₂ concentration.

Keyword : toxicity, LC₅₀₋₉₆ h, chloride mercury, hematology

PENDAHULUAN

Pemanfaatan logam merkuri (Hg) pada saat ini telah mencakup seluruh aspek kehidupan manusia dan

lingkungan. Selama kurun waktu beberapa tahun, merkuri telah banyak digunakan dalam bidang kedokteran, pertanian, dan industri. Dalam bidang

pertanian, merkuri digunakan untuk membunuh jamur sehingga baik digunakan untuk pengawet produk hasil pertanian. Selain itu, merkuri juga digunakan untuk pembasmi hama pada tanaman seperti buah apel, tomat, kentang (Rompas, 2010).

Keberadaan merkuri di ekosistem akuatik telah lama diketahui dapat memberikan dampak negatif bagi kehidupan organisme air dari tingkatan individu sampai pada struktur komunitas (Setijaningsih, 2010). Salah satu organisme air yang terkena dampak akibat keberadaan merkuri adalah ikan. Ikan dapat mengakumulasi merkuri dalam bentuk metil merkuri, baik melalui makanan atau langsung dari air. Akumulasi logam merkuri secara terus menerus akan menyebabkan kematian pada ikan.

Salah satu jenis hewan yang direkomendasikan oleh EPA sebagai hewan uji adalah *Cyprinus carpio* L., karena ikan tersebut memenuhi persyaratan yaitu penyebarannya cukup luas, mempunyai nilai ekonomi yang tinggi, dan mudah dipelihara di laboratorium (Rand, 1980 dalam Muhammad, 2002). Uji toksisitas dilakukan untuk mengetahui efek letal dan subletal suatu senyawa toksik. Pengamatan efek letal yaitu untuk mengetahui kematian biota uji akibat konsentrasi senyawa kimia tertentu yang terkandung dalam suatu limbah, dicatat sebagai *median letal concentration* (LC50). Efek subletal dapat diamati dengan melihat aspek profil darah seperti eritrosit, leukosit dan hematokrit dari organisme uji (Al-Attar, 2005).

Penelitian mengenai HgCl₂ sendiri telah dilakukan sebelumnya. Berdasarkan penelitian Destiany (2007), bahwa nilai LC₅₀₋₉₆ jam HgCl₂ terhadap ikan mas sebesar 0,24 ppm. Namun informasi mengenai efek letal

dan subletal terhadap ikan mas masih sangat diperlukan.

METODE

Metode dan Rancangan Percobaan

Metode yang digunakan adalah metode eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian dibagi menjadi 3 tahapan, yaitu uji pendahuluan, uji toksisitas letal dan uji toksisitas subletal. Penelitian ini menggunakan ikan mas dengan panjang 10-13 cm. Penggunaan HgCl₂ dilakukan dengan cara mengencerkan HgCl₂ dengan konsentrasi yang telah ditentukan dengan air sebanyak 1 liter, setelah larut campuran HgCl₂ dimasukkan ke dalam media uji yang akan digunakan dan diaduk hingga merata ke dalam 30 liter air, setiap perlakuan diulang 3 kali.

Parameter Penelitian

Pada uji toksisitas letal, parameter utama yang diamati adalah prosentase kematian ikan. Pada uji toksisitas subletal, parameter utama yang diamati adalah jumlah eritrosit, leukosit dan nilai hematokrit ikan berdasarkan hasil dari LC₅₀₋₉₆ jam. Parameter pendukung yang diamati yaitu suhu, pH dan oksigen terlarut.

Prosedur Penelitian

Persiapan media

Pelaksanaan penelitian yang dilaksanakan di laboratorium dimulai dengan menyiapkan akuarium masing-masing berkapasitas 160 L sebanyak 18 buah, kemudian dicuci menggunakan air bersih dan dijemur di bawah sinar matahari, kemudian diisi dengan air sebanyak 30 L sebagai campuran air pengencer dengan konsentrasi HgCl₂ yang berbeda tiap perlakuan kemudian akuarium dipasang aerator. Hewan uji diaklimasi terlebih dahulu selama 5 hari, sehari sebelum digunakan dan selama penelitian hewan uji dipuasakan.

Ukuran hewan uji yang digunakan adalah 10-13 cm dan untuk keseragaman ukuran, hewan uji yang besar tidak boleh lebih dari 1½ kali hewan uji yang kecil (APHA, 2005).

Uji Pendahuluan

Tahap uji ini menggunakan 6 perlakuan selama 2 hari (48 jam). Uji pendahuluan dilakukan dengan cara menyediakan 18 akuarium, masing-masing diisi 30 L media uji (campuran konsentrasi HgCl₂ dengan air). Padat penebaran pada masing-masing akuarium adalah 8 ekor hewan uji. Pengamatan mortalitas hewan uji dilakukan pada periode waktu pendedahan 24 dan 48 jam.

Setelah konsentrasi didapatkan, kemudian konsentrasi yang akan digunakan pada uji definitif dicari dengan menggunakan rumus logaritma. Penentuan konsentrasi tersebut adalah dengan menggunakan cara *Quantal Responses* menurut cara Finney (1971) dalam Destiany (2007) :

$$\text{Log}\left(\frac{N}{n}\right) = k \times \log\left(\frac{a}{n}\right)$$

$$\frac{a}{b} = \frac{b}{a} = \frac{c}{b} = \frac{d}{c} = \frac{x}{d} \dots \dots \frac{N}{x}$$

Keterangan :

- N = Konsentrasi ambang atas
- n = Konsentrasi ambang bawah
- a = Konsentrasi terkecil didalam deret konsentrasi yang digunakan
- k = jumlah interval konsentasi yang diuji

Uji Toksisitas Letal

Disediakan 18 akuarium volume 160 L yang masing-masing diisi dengan 30 L media uji (campuran air dengan HgCl₂) dengan 6 konsentrasi berdasarkan hasil uji pendahuluan dengan padat penebaran 10 ekor ikan. Pengamatan mortalitas hewan uji dilakukan pada periode waktu pendedahan 24, 48, 72, dan 96 jam.

Analisis data yang digunakan untuk menentukan nilai LC₅₀₋₉₆ jam adalah Analisis Probit yang mengacu pada (Conell dan Miller, 1995) yaitu sebagai berikut :

Hubungan nilai logaritma dari konsentrasi bahan uji dengan nilai probit dari persentase mortalitas hewan uji merupakan fungsi linier dari $y = a + bx$ (Rand dan Petrocelli, 1985 dalam Hendri et al., 2010). Secara matematis, perhitungan untuk menentukan nilai LC₅₀₋₉₆ jam adalah sebagai berikut:

$$b = \frac{\sum XY - \frac{1}{n} \sum X \sum Y}{\sum X^2 - \frac{1}{n} (\sum X)^2}$$

$$a = \frac{1}{n} (\sum Y - b \sum X)$$

Persamaan regeresinya: $y = a + bx$

$$m = \frac{5 - a}{b}$$

LC₅₀ = antilog m

Keterangan:

- y = probit kematian hewan uji,
- x = logaritma konsentrasi uji,
- a = konsentrasi regresi,
- b = slope/kemiringan regresi,
- m = logaritma konsentrasi (x)
- n = jumlah perlakuan

Uji Toksisitas Subletal

Disediakan 15 akuarium volume 160 L dan masing-masing diisi dengan 30 L media uji dan ikan yang telah diaklimasi sebanyak 8 ekor ikan. Pengamatan uji pengaruh subletal yaitu jumlah eritrosit, leukosit dan nilai hematokrit pada waktu akhir pendedahan 96 jam.

Perhitungan Jumlah Eritrosit (Wirawan dan Silman, 2000 dalam Gitarama, 2012)

Darah diambil dengan pipet thoma sampai skala 1 kemudian dicampur dengan larutan hayem sampai skala 101 (pengenceran 100 kali), kemudian dikocok rata. Penghitungan dilakukan dengan meneteskan darah yang sudah diencerkan (tetes pertama dan kedua dibuang) pada haemositometer *Double Improved Neubauer* pada 5 kotak (0,2 mm) dari 25 kotak yang ada (kotak kecil) dan ini rumus perhitungannya:

$$\frac{E}{(5 \times 0,2 \times 0,2 \times 0,1)} \times 100$$

Keterangan:

- E = Jumlah eritrosit terhitung
- 5 = Jumlah bilik hitung
- 0,2 = Panjang bilik hitung
- 0,1 = Tinggi bilik hitung
- 100 = Faktor Pengenceran

Perhitungan Jumlah Leukosit (Wirawan dan Silman, 2000 dalam Gitarama, 2012)

Darah diambil dengan pipet thoma sampai skala 1 kemudian dicampur larutan turk sampai skala 11 (pengenceran 10 kali), kemudian dikocok rata. Penghitungan dilakukan dengan meneteskan darah yang sudah diencerkan (tetes pertama dan kedua dibuang) pada haemositometer *Double Improved Neubauer* pada 4 kotak sedang dan ini rumus penghitungannya :

$$\frac{L}{64 \times \frac{1}{160}} \times 10$$

Keterangan :

- L = Jumlah leukosit terhitung
- 64 = Jumlah kotak yang terhitung
- 10 = Faktor pengenceran
- 1/160 = Volume kotak

Perhitungan Angka Hematokrit (Schalm et al., 1975 dalam Prayitno, 2010)

Darah dihisap menggunakan pipa kapiler hematokrit. Setelah darah mencapai $\frac{3}{4}$ bagian tabung, kemudian salah satu ujung tabung disumbat dengan *crustaseal*. Kemudian tabung kapiler yang telah berisi darah disentrifuge pada 3500 rpm selama 20 menit. Korpuskula darah dianalisis dengan menggunakan “*hawksley hematokrit reader*” dalam satuan % dan tidak lebih dari 5 jam sejak pengambilan sampel darah.

Pengambilan dan Pengukuran Parameter Fisik dan Kimia Air

Pengambilan dan pengukuran sampel air untuk analisis yaitu meliputi pH, suhu dan kandungan oksigen terlarut. Pengukuran dilakukan pada awal dan akhir penelitian. Parameter kualitas air yang diukur dalam penelitian disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Parameter fisiska dan kimia air

Parameter	unit	Metode	Sumber
Suhu	°C	Pemuaian	APHA (2005)
pH	-	Kolorimetri	APHA (2005)
DO	ppm	Winkler	APHA (2005)

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai September 2012. Tempat penelitian, pengamatan, dan pengukuran sampel di Stasiun Percobaan Prodi D3 dan Laboratorium Patologi Klinik Jurusan Kedokteran Umum serta Laboratorium Pemanfaatan Sumberdaya Perairan Jurusan Perikanan dan Kelautan

Universitas Jenderal Soedirman,
Purwokerto.

Analisis Data

Hasil data uji toksisitas letal dianalisis dengan menggunakan analisis probit untuk menentukan nilai LC_{50} pada periode pemaparan 96 jam. Hasil data uji toksisitas subletal dianalisis menggunakan uji F, dan apabila hasil uji ANAVA signifikan maka dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Kualitas Air Media Uji

Pengukuran kondisi kualitas air yang diukur selama penelitian meliputi parameter fisik dan kimia air yaitu suhu, pH dan oksigen terlarut. Pengukuran suhu dan pH dilakukan di awal, tengah, dan akhir penelitian, sedangkan pengukuran oksigen terlarut dilakukan di awal dan akhir penelitian. Pengukuran ini bertujuan untuk memantau kondisi kualitas air bagi ikan mas selama penelitian. Hasil pengukuran kualitas air selama penelitian diperoleh kisaran nilai yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kisaran hasil pengukuran parameter fisik dan kimia pada media uji

Parameter	Nilai Kisaran	Baku Mutu
Suhu (°C)	25 - 27	25 – 32 (Gusrina, 2008)
pH	6 - 7	6 – 9 (Nuryanto, 2001)
DO (ppm)	5 - 15,6	>5 (Effendi, 2003)

Berdasarkan hasil pengukuran parameter yang meliputi suhu, pH, dan oksigen terlarut diketahui bahwa secara umum kualitas air selama penelitian pada masing-masing perlakuan masih

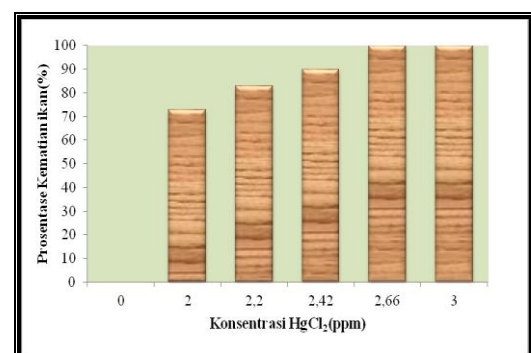
dalam batas toleransi atau memenuhi syarat bagi kehidupan ikan.

Uji Pendahuluan

Konsentrasi yang digunakan pada uji pendahuluan 0 ppm, 2 ppm, 2,25 ppm, 2,5 ppm, 2,75 ppm, dan 3 ppm. Berdasarkan hal tersebut diketahui bahwa pada konsentrasi terendah sebesar 2 ppm dengan kematian hewan uji sebanyak 11 ekor, sedangkan pada konsentrasi tertinggi sebesar 3 ppm dengan kematian hewan uji sebanyak 24 ekor. Hasil uji pendahuluan $HgCl_2$ terhadap ikan mas dapat dilihat pada lampiran 1. Dari data tersebut maka diambil nilai konsentrasi $HgCl_2$ dengan nilai ambang bawah yaitu 2 ppm dan nilai ambang atas yaitu 3 ppm untuk menjadi nilai ambang pada saat uji toksisitas LC_{50-96} jam.

Uji Toksisitas Letal (LC_{50-96} jam)

Konsentrasi yang digunakan pada uji letal merupakan hasil dari perhitungan logaritma pada uji pendahuluan. Konsentrasi untuk uji letal 0 ppm, 2 ppm, 2,2 ppm, 2,42 ppm, 2,66 ppm, 3 ppm. Secara umum untuk mengetahui hasil uji toksisitas LC_{50-96} jam, dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Prosentase kematian ikan mas pada uji toksisitas LC_{50-96} jam $HgCl_2$

Gambar 1 menunjukkan rata-rata prosentase kematian ikan mas pada setiap perlakuan mengalami peningkatan mulai dari perlakuan kontrol sampai konsentrasi tertinggi

yaitu 3 ppm. Hal ini menunjukkan semakin tinggi konsentrasi HgCl_2 , maka tingkat kematian ikan mas semakin tinggi. Pada perlakuan kontrol, tidak mengalami kematian karena hewan uji tidak terpapar HgCl_2 , sedangkan pada perlakuan dengan pemberian HgCl_2 kematian hewan uji bervariasi. Perlakuan dengan konsentrasi HgCl_2 sebesar 2 ppm, ikan mas mengalami kematian sebanyak 22 ekor (73%). Perlakuan dengan konsentrasi HgCl_2 sebesar 2,2 ppm, ikan mas mengalami kematian sebanyak 25 ekor (83%). Perlakuan dengan konsentrasi HgCl_2 sebesar 2,42 ppm, ikan mas mengalami kematian sebanyak 27 ekor (90%), sedangkan perlakuan dengan konsentrasi HgCl_2 sebesar 2,66 dan 3 ppm, ikan mas mengalami kematian sebanyak 30 ekor (100%).

Kematian ikan mas pada uji toksisitas letal disebabkan oleh masuknya merkuri ke dalam jaringan tubuh makhluk hidup melalui beberapa jalan, yaitu pencernaan, penetrasi melalui kulit, dan saluran pernapasan (pengambilan dari air melalui membran insang) (Darmono, 2001). Hal ini yang menyebabkan terjadinya penghambatan enzim karbonik anhidrase dan transport ATP-ase terutama pada mitokondria akson parasinaptik dan sedikit pada endoplasmik retikulum. Menurut Tarumingkeng (1992) dalam Yosmaniar (2009), penghambatan ATP-ase berkaitan dengan Ca^{++} yang menyebabkan peningkatan pelepasan neurotransmitter. Disamping itu, diduga kematian ikan juga disebabkan HgCl_2 mampu menimbulkan rangsangan pada sistem syaraf sehingga menyebabkan ikan kehilangan keseimbangan.

Tingkah laku ikan mas yang terpapar HgCl_2 selama percobaan ditandai dengan *operculum* terbuka lebar, sering berada di permukaan air, berenang tidak teratur dan kemudian mati. Menurut Shah (2010) ikan yang

terpapar toksik dapat diketahui dari tingkah laku ikan tersebut yaitu dengan gerakan hiperaktif, menggelepar, dan lumpuh. Hal ini diduga sebagai suatu cara untuk memperkecil proses biokimia dalam tubuh yang teracuni, sehingga efek letal yang terjadi lebih lambat.

Berdasarkan hasil dari analisis probit didapatkan nilai LC_{50-96} jam pada ikan mas adalah 1,88 ppm, artinya pada konsentrasi 1,88 ppm HgCl_2 didapatkan kematian 50% hewan uji dalam waktu paparan 96 jam. Semakin rendah nilai LC_{50-96} jam, menunjukkan semakin tinggi toksisitas suatu bahan beracun. ISO (1982) dalam Permana (2010) menyatakan apabila nilai LC_{50-96} jam berkisar 1-10 ppm maka bahan racun tersebut digolongkan dalam daya racun yang tinggi, sehingga dalam penelitian ini HgCl_2 digolongkan ke dalam kategori racun yang tinggi. Penelitian sebelumnya mengenai uji toksisitas telah banyak dilakukan, nilai LC_{50-96} jam HgCl_2 terhadap ikan nila sebesar 1,6 ppm (Yuniar, 2009).

Uji Toksisitas Subletal

Konsentrasi yang digunakan untuk melihat efek HgCl_2 terhadap profil darah ikan nilam yaitu konsentrasi di bawah nilai LC_{50-96} jam (1,88 ppm). Konsentrasi HgCl_2 untuk uji toksisitas subletal 0% (kontrol), 10%, 20%, 30% dan 40% dari 1,88 ppm yaitu 0 ppm, 0,188 ppm, 0,376 ppm, 0,564 ppm dan 0,752 ppm. Penentuan persentase konsentrasi uji toksisitas subletal mengacu pada Hastuti (1985) dalam Rudiyantri dan Astri (2009).

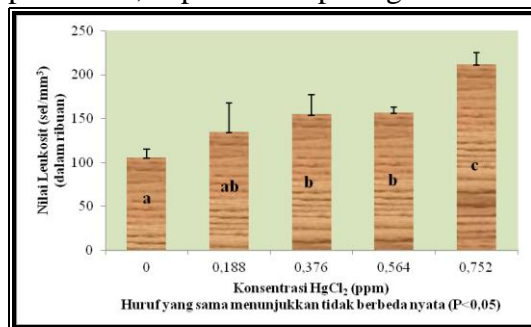
Jumlah Leukosit

Hasil perhitungan leukosit pada masing-masing perlakuan selama penelitian uji toksisitas subletal dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Nilai kisaran dan rata-rata (sel/mm³ ± Stdev) perhitungan leukosit ikan mas pada uji toksisitas subletal HgCl₂

Konsentrasi HgCl ₂	Kisaran	Rataan ± Stdev
Kontrol	98.000-115.550	105.817 ± 8930,6
0,188 ppm	98.200-162.750	134.983 ± 33206,2
0,376 ppm	137.600-180.250	155.450 ± 22158,1
0,564 ppm	150.500-162.500	157.167 ± 6110,1
0,752 ppm	198.000-224.000	211.833 ± 13079,9

Secara umum untuk membandingkan nilai rata-rata leukosit yang diperoleh pada masing-masing perlakuan, dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Nilai rata-rata leukosit ikan mas pada uji toksisitas subletal HgCl₂

Berdasarkan gambar 2 konsentrasi yang berbeda nyata ($P > 0,05$) (huruf yang berbeda) dapat diartikan HgCl₂ memberikan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan jumlah leukosit. Konsentrasi yang tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) (huruf yang sama) dapat diartikan bahwa HgCl₂ tidak berpengaruh terhadap jumlah leukosit ikan mas. Hal ini dikarenakan ikan mas telah beradaptasi dengan HgCl₂ yang diberikan selama waktu pendedahan.

Secara keseluruhan jumlah leukosit mengalami pola peningkatan. Peningkatan jumlah leukosit pada semua perlakuan menandakan adanya perlawanan tubuh ikan mas terhadap

senyawa HgCl₂. Peningkatan jumlah leukosit di dalam sirkulasi disebut dengan leukositosis, sedangkan penurunan jumlah leukosit di dalam sirkulasi disebut dengan leukopenia (Effendi, 2003; Erika, 2008). Leukositosis terjadi karena meningkatnya sel leukosit jenis heterofil. Peningkatan persentase heterofil ini diduga disebabkan karena adanya bahan asing yang masuk ke dalam tubuh, dan juga adanya stress pada ikan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah leukosit ikan mas pada kontrol dan konsentrasi 0,188 ppm masih termasuk kisaran normal, sedangkan konsentrasi HgCl₂ sebesar 0,376 ppm, 0,564 ppm, 0,752 ppm menunjukkan kisaran nilai leukosit yang melebihi kisaran normal pada ikan mas. Leukosit pada ikan mas jumlahnya sekitar 32.000-146.000 sel/mm³ (Rahardjo *et al.*, 2011).

Jumlah Eritrosit

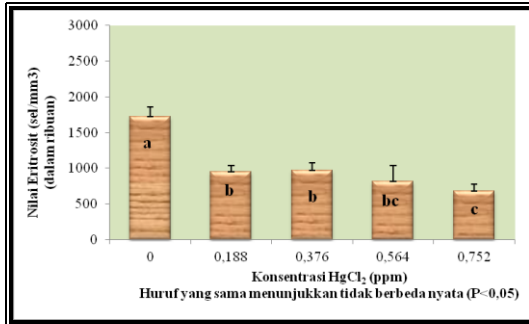
Hasil perhitungan eritrosit pada masing-masing perlakuan selama penelitian uji toksisitas subletal dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Nilai kisaran dan rata-rata (sel/mm³ ± Stdev) perhitungan eritrosit ikan mas pada uji toksisitas subletal HgCl₂

Konsentrasi HgCl ₂	Kisaran	Rataan ± Stdev
Kontrol	1.600.000-1.860.000	1.726.667 ± 130.128,1
0,188 ppm	860.000-1.040.000	950.000 ± 90.000
0,376 ppm	870.000-1.080.000	966.667 ± 105.978,4
0,564 ppm	650.000-1.070.000	820.000 ± 221.133,4
0,752 ppm	600.000-780.000	683.333 ± 90.737,7

Secara umum untuk membandingkan nilai rata-rata eritrosit

yang diperoleh pada masing-masing perlakuan, dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Nilai rata-rata eritrosit ikan mas pada uji toksisitas subletal HgCl₂

Berdasarkan gambar 3 konsentrasi yang berbeda nyata ($P > 0,05$) (huruf yang berbeda) dapat diartikan HgCl₂ memberikan pengaruh yang nyata terhadap penurunan jumlah eritrosit. Konsentrasi yang tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) (huruf yang sama) dapat diartikan bahwa HgCl₂ tidak berpengaruh terhadap jumlah eritrosit ikan mas. Hal ini dikarenakan ikan mas telah beradaptasi dengan HgCl₂ yang diberikan selama waktu pendedahan. Nilai rata-rata eritrosit dalam darah ikan mas menunjukkan bahwa nilai tertinggi adalah 1.726.667 sel/mm³ pada ikan mas perlakuan kontrol, sedangkan nilai terendah adalah 683.333 sel/mm³ pada ikan mas perlakuan 0,752 ppm.

Secara keseluruhan jumlah eritrosit mengalami pola penurunan. Berkurangnya jumlah eritrosit diduga berkaitan dengan kerusakan sel-sel darah akibat pengaruh radikal bebas. Faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah eritrosit adalah spesies, perbedaan induk (genetik), kondisi nutrisi, aktivitas fisik, dan umur (Dellman dan Brown, 1989 dalam Utami, 2009). Berkurangnya jumlah eritrosit juga disebabkan karena terjadinya hemolisis dan anemia pada ikan (Ishikawa *et al.*, 2007).

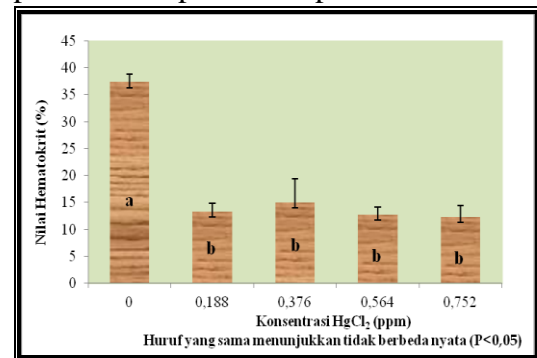
Nilai Hematokrit

Hasil perhitungan hematokrit pada masing-masing perlakuan selama penelitian uji toksisitas subletal dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Nilai kisaran, rata-rata dan standar deviasi perhitungan hematokrit ikan mas pada uji toksisitas subletal HgCl₂

Konsentrasi HgCl ₂	Kisaran	Rataan ± Stdev
Kontrol	36-39%	37,3 ± 1,53%
0,188 ppm	12-15%	13,3 ± 1,53%
0,376 ppm	10-18%	15 ± 4,36%
0,564 ppm	11-14%	12,7 ± 1,53%
0,752 ppm	10-14%	12,3 ± 2,08%

Secara umum untuk membandingkan nilai rata-rata hematokrit yang diperoleh pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Nilai rata-rata hematokrit ikan mas pada uji toksisitas subletal HgCl₂

Berdasarkan gambar 4 konsentrasi yang berbeda nyata ($P > 0,05$) (huruf yang berbeda) dapat diartikan HgCl₂ memberikan pengaruh yang nyata terhadap penurunan nilai hematokrit. Konsentrasi yang tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) (huruf yang sama) dapat diartikan bahwa HgCl₂ tidak berpengaruh terhadap nilai hematokrit ikan mas. Hal ini dikarenakan ikan mas telah beradaptasi dengan HgCl₂ yang diberikan selama waktu pendedahan.

Nilai rata-rata hematokrit dalam darah ikan mas dengan perlakuan HgCl₂ dan kontrol menunjukkan bahwa nilai rata-rata tertinggi sebesar 37,3% pada ikan

mas perlakuan kontrol, nilai terendah adalah 12,3% pada ikan mas perlakuan HgCl₂ 0,752 ppm. Nilai hematokrit berhubungan dengan jumlah sel darah merah (Bond, 1979), nilai hematokrit selalu berubah-ubah tergantung kepada faktor nutrisi dan umur (Randall, 1970 dalam Yuniar, 2009). Selain itu, juga dipengaruhi oleh jenis kelamin, perbedaan ukuran tubuh, spesies, konsentrasi zat uji dan waktu pemaparan (Ishikawa *et al.*, 2007).

Perubahan nilai hematokrit dapat menggambarkan adanya tekanan fisiologis terhadap ikan atau kemampuan oksigen yang dapat diangkut oleh darah. Hal ini disebabkan karena ikan mengalami hipoksia sebagai akibat dari paparan HgCl₂. Hipoksia pada ikan disebabkan oleh hiperplasia dalam lamela sekunder insang (Ishikawa *et al.*, 2007). Hemoglobin yang berfungsi sebagai transpor O₂ dan CO₂ menjadi terhambat, dan naik atau turunnya kadar hemoglobin akan diikuti oleh angka hematokrit (Souza dan Rodriguez, 2007).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa nilai toksisitas letal (LC₅₀₋₉₆ jam) HgCl₂ pada ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) yaitu sebesar 1,88 ppm dan toksisitas subletal HgCl₂ berpengaruh terhadap perubahan profil darah ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) yaitu menurunkan jumlah eritrosit dan hematokrit serta meningkatkan jumlah leukosit.

DAFTAR PUSTAKA

Al-Attar, A. M. 2005. Changes in Haematological Parameters of the Fish, *Oreochromis niloticus* Treated with Sublethal Concentration of Cadmium. *Pak. J. Biol. Sci.*, **8** (3): 421-424.

APHA (*American Public Health Association*). 2005. *Standard*

Method for The Examination of Water and Waste Water. 21th Edition. American Public Health Association Inc, New York. 10.900 hal.

Bond, C. E. 1979. *Biology of Fishes*. Saunders College Publishing. Philadelphia. 514 hal

Conell, D. W., Miller, J. G. 1995. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Penerjemah Yanti Koestoer. UI Press, Jakarta. 520 hal.

Darmono. 2010. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran: Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*. UI-Press, Jakarta. 179 hal.

Destiany, M. 2007. Pengaruh Pemberian Merkuri Klorida Terhadap Struktur Mikroanatomi Hati Ikan Mas. Skripsi. Universitas Negeri Semarang, Semarang. 49 hal.

Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius, Yogyakarta. 257 hal.

Effendi, Z. 2003. *Peranan Leukosit Sebagai Anti Inflamasi Alergik dalam Tubuh*. Bagian Histologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Sumatera Utara. 8 hal.

Erika, Y. 2008. *Gambaran Diferensiasi Leukosit pada Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Daerah Ciampea Bogor*. Skripsi. Fakultas Kedokteran Hewan. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 23 hal.

Gitarama, A. M. 2012. *Uji Toksisitas Lethal dan Sublethal Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit terhadap Ikan Nilem (*Osteochilus hasselti*)*. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknik. UNSOED, Purwokerto. 67 hal.

Gusrina. 2008. *Budidaya Ikan untuk SMK*. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional. 499 hal.

- Ishikawa, N. M., Maria, J. T. R. P., Julio, V. L., Cláudia, M. F. 2007. Hematological Parameters in Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* Exposed to Sub-lethal Concentrations of Mercury. *Brazilian archives of Biology and technology*, **5** (4): 619-626.
- Muhammad, F. 2002. Penentuan Toksisitas Air Limbah dengan Indikator Ikan Tombro (*Cyprinus carpio*). *Majalah Ilmiah Biologi BIOMA*, **4** (2): 54-58.
- Nuryanto, A. 2001. *Morfologi, Kariotip dan Pola Protein Ikan Nilem (Osteochilus sp.) dari Sungai Cikawung dan Kolam Budidaya Kabupaten Cilacap*. Tesis. Program Pasca Sarjana IPB, Bogor.
- Permana, I. 2010. Uji Toksisitas Akut Limbah Tekstil terhadap *Daphnia magna* (Cladocerans : Crustacea). Jurusan Pendidikan Biologi. Fakultas MIPA. Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung. 57 hal.
- Prayitno, T. 2010. *Uji Toksisitas (LC₅₀ 96 Jam dan Subletal) Karbofuran Insektisida Terhadap Ikan Mas (Cyprinus carpio), Tawes (Puntius javanicus) dan Nila (Oreochromis niloticus)*. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknik. UNSOED, Purwokerto. 76 hal.
- Rahardjo, M.F., Djadja, S. R. A., Sulistiono. 2011. *Iktiologi*. Lubuk Agung, Bandung. 396 hal.
- Rompas, R. M. 2010. *Toksikologi Kelautan*. Sekretariat Dewan Kelautan Indonesia, Jakarta. 338 hal.
- Rudiyanti, S., Astri, D. E. 2009. Pertumbuhan dan Survival Rate Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn) pada Berbagai Konsentrasi Pestisida Reagent 0,3 G. *Jurnal Saintek Perikanan*, **5** (1): 39-47.
- Setijaningsih, L. 2010. Pencemaran Logam Berat di Perairan Waduk Cirata Jawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional Limnologi V*: 681-690.
- Shah, L. S. 2010. Hematological changes in *Tinca tinca* after exposure to lethal and Sublethal doses of Mercury, Cadmium and Lead. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, **9** (3): 434-443.
- Souza, P.C dan Bonilla-Rodriguez G.O. 2007. Fish Hemoglobins. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, **40** : 769-778.
- Utami, W. P. 2009. *Efektivitas Ekstrak Paci-Paci Leucas lavandulaefolia yang Diberikan Lewat Pakan untuk Pencegahan dan Pengobatan Penyakit Mas Motile Aeromonas Septicemia pada Ikan Lele Dumbo Clarias sp.* Skripsi. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 119 hal.
- Yosmaniar. 2009. *Toksisitas Niklosamida Terhadap Pertumbuhan, Kondisi Profil darah dan Hispatologi Juvenil Ikan Mas (Cyprinus carpio)*. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 78 hal.
- Yuniar, V. 2009. *Toksisitas Merkuri (Hg) Terhadap Tingkat Kelangsungan Hidup, Pertumbuhan, Gambaran Darah dan Kerusakan Organ Pada Ikan Nila (Oreochromis niloticus)*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 73 hal.