



Uji Toksisitas Letal dan Subletal Logam Berat Merkuri (Hg) Terhadap Ikan Nilem (*Osteochilus hasselti*)

Norman Arie Prayogo^{1*}, Atik Hidayati¹, Asrul Sahri Siregar¹, Yunasfi²

¹Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman

²Manajemen Suberdaya Perairan, Universitas Sumatera Utara

*Corresponding author: norman_s2biologi@yahoo.com

ABSTRACT

Mercury (Hg) is a heavy metal could pollute the river. Hg impacts on aquatic organism chronically. The influence of chemical toxic on aquatic organisms could be determined using toxicity (lethal and sublethal) tests. *Osteochilus hasselti* could be an object for toxicity test. A research, aiming to find LC₅₀-96h concentration, was to find lethal and sublethal effects of Hg on erythrocyte and hematocryte changes. An experimental method applied Completely Randomized Design. The research was divided into 3 stages, i.e. preliminary, lethal toxicity (LC₅₀-96h) and sublethal toxicity tests, in triplicates. Sampling of sublethal test was performed after an exposure time of 96 h (4 days) and 288 h (12 days). Lethal toxicity test data were analyzed as probit and data from sublethal toxicity test were F-tested. The result showed that LC₅₀-96h of Hg on *Osteochilus hasselti* was 0.39 mg/L. The sublethal effect of Hg decreased erythrocyte and hematocryte counts in parallel with increasing its concentration and its exposure time.

Keywords: Hg, toxicity, LC₅₀-96 hours, erythrocytes, hematocrits.

1. Pendahuluan

Merkuri (Hg) adalah unsur logam yang sangat penting dalam teknologi di abad modern saat ini (Hadi, 2013). Merkuri telah banyak dimanfaatkan dalam bidang kedokteran, pertanian, industri dan kegiatan pertambangan. Hg mempunyai bentuk organik dan anorganik yang penggunaannya semakin meluas (Rompas, 2010). Nawawi (2012) menyatakan bahwa merkuri masuk ke lingkungan perairan berasal dari berbagai sumber yang timbul dari sisa penggunaan merkuri tersebut seperti buangan laboratorium kimia, batu baterai bekas, pecahan termometer, fungisida, amalgam dan lain-lain. Hasil limbah tersebut dapat mencemari perairan dan dapat terakumulasi di dalam sedimen, di dalam tubuh ikan dan biota air lainnya (Nirmala *et al.*, 2012).

Logam berat merkuri masuk ke dalam jaringan tubuh melalui beberapa jalan, yaitu saluran pernapasan, pencernaan dan penetrasi melalui kulit. Masuknya logam melalui saluran pernapasan dengan cara ikan mengabsorpsi merkuri langsung dari air dengan melewati insang kemudian dibawa oleh darah untuk diedarkan ke seluruh tubuh. Dampak dari pencemaran merkuri terhadap ekologi bersifat jangka panjang, yaitu meliputi kerusakan struktur komunitas, keturunan, jaringan makanan, tingkah laku hewan air, fisiologi, resistensi maupun pengaruhnya yang bersifat sinergisme.. Terjadinya proses akumulasi di

dalam tubuh ikan karena kecepatan pengambilan merkuri (*up take rate*) oleh ikan lebih cepat dibandingkan proses ekskresi. Dampak langsung polutan terhadap ikan bersifat lethal dan sublethal, dimana dapat menimbulkan efek genetik terhadap biota yang bersangkutan. Pengaruh lethal disebabkan gangguan pada saraf pusat sehingga menyebabkan kematian. Pengaruh sublethal terjadi pada organ-organ tubuh, menyebabkan kerusakan pada hati, penurunan jumlah darah, mengurangi potensi untuk perkembangbiakan, pertumbuhan dan sebagainya (Widodo, 2012). Ikan yang dipapar merkuri dengan konsentrasi $\geq 0,16$ ppm menunjukkan penurunan tingkat kelangsungan hidup dan laju pertumbuhan yang disebabkan oleh peningkatan stress dan kerusakan organ (Nirmala *et al.*, 2012). Konsentrasi merkuri di dalam air ≥ 3 ppm dapat menyebabkan kematian masal pada suatu perairan (Tyas, 2013).

Berbagai kondisi tersebut, perlu dilakukan uji toksisitas untuk mengetahui tingkat toksisitas (LC₅₀) Hg terhadap biota uji. Biota uji yang digunakan akan mengalami bioakumulasi bahan pencemar yang diberikan, sehingga dapat meracuni biota uji.. Ikan nilem (*Osteochilus hasselti*) adalah salah satu ikan spesies asli yang masih banyak ditemukan di perairan umum, selain itu ikan ini juga digunakan sebagai ikan konsumsi, sehingga banyak petani ikan yang membudidayakan ikan nilem ini.

Penelitian mengenai spesies ikan asli masih sangat terbatas, sehingga informasi mengenai efek letal dan subletal terhadap spesies asli masih sangat diperlukan. Oleh karena itu, penelitian tentang toksisitas letal 50% dalam waktu pemaparan 96 jam (LC₅₀-96 jam) dan subletal Hg terhadap spesies asli ikan nilem (*Osteochilus hasselti*) perlu dilakukan.

2.1. Materi dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei - Juni 2015. Tempat penelitian di Stasiun Percobaan Prodi D3 dan Laboratorium Patologi Klinik Fakultas Kedokteran Umum (Analisis eritrosit dan hematokrit) Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. Metoda yang digunakan dalam penelitian ini adalah metoda eksperimental menggunakan rancangan atau desain penelitian Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian dibagi menjadi 3 tahapan yaitu uji pendahuluan bertujuan untuk memperkirakan konsentrasi batas ambang atas dan ambang bawah LC₅₀, uji toksisitas letal bertujuan untuk menentukan konsentrasi yang dapat mematikan 50% jumlah ikan, dan uji toksisitas subletal untuk mengetahui daya toksisitas terhadap organisme yang tidak mematikan. Uji pendahuluan terdiri dari 6 perlakuan berupa 5 konsentrasi merkuri dan 1 kontrol. Setiap perlakuan diulang 3 kali dengan lama pengamatan 48 jam (2 hari). Hasil data uji toksisitas letal dianalisis dengan menggunakan analisis probit untuk menentukan nilai LC₅₀ 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).

2.1.3 Uji Toksisitas Letal

Tahap ini dipergunakan untuk menentukan toksisitas merkuri (Hg). Langkah yang dilakukan adalah sediakan 18 akuarium dan 180 ekor hewan uji dibagi menjadi 6 konsentrasi (n, a, b, c, d, N) hasil dari uji pendahuluan dan diulang 3 kali (masing-masing terdiri dari 10 ekor). Kemudian masing-masing akuarium diberi label. Pengamatan mortalitas hewan uji dilakukan pada periode waktu pemaparan 24, 48, 72, dan 96 jam. Hewan uji yang telah mati pada saat pengamatan, dikeluarkan dari setiap akuarium, dan dicatat. Penentuan nilai LC₅₀ dengan menggunakan analisis probit (Conell dan Miller, 1995).

2.1.3. Uji Toksisitas Letal

2.1.4. Analisis Probit (Conell dan Miller, 1995)

Analisis probit digunakan untuk jenis eksperimen uji toksisitas suatu bahan kimia, sementara besarnya konversi dalam bentuk logaritma dianggap sebagai bentuk transformasi yang kuat dimana nilai sebarannya relatif valid.

Uji Toksisitas Subletal

Tahap ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh merkuri pada perubahan eritrosit dan nilai hematokrit ikan nilem. Pada penelitian ini digunakan 4 konsentrasi dan 3 kali ulangan dengan menyediakan 12 buah akuarium, masing-masing diisi dengan 30 L media uji dan ikan yang telah diaklimasi, yaitu sebanyak 10 ekor ikan. Konsentrasi perlakuan yang digunakan untuk uji toksisitas subletal mengacu pada Hastuti (1985) dalam Rudiyantri dan Astri (2009) yaitu 0%, 20%, 40% dan 60% dari nilai LC₅₀-96 jam. Ikan yang digunakan berukuran 10-15 cm kemudian masing-masing akuarium diberi label. Pengamatan uji pengaruh subletal yaitu jumlah eritrosit dan nilai hematokrit pada waktu akhir pemaparan 96 jam (4 hari) dan 288 jam (12 hari).

a) Pengambilan Sampel Darah

S spuit (alat suntik) dan tabung eppendorf dibilas dengan antikoagulan EDTA. Pengambilan darah ikan dapat dilakukan dengan 2 cara. Cara pertama yaitu darah ikan diambil dengan menggunakan spuit yang disuntikkan sampai tulang vertebrae dimana terdapat vena caudali, kemudian darah dihisap dengan ditarik secara perlahan.

b) Perhitungan Eritrosit (Gandasoebrata, 1992)

Darah dihisap dengan pipet thoma hingga skala 0,5, lalu dengan pipet yang sama dihisap larutan Hayem hingga skala 101. Perhitungan dilakukan di bawah mikroskop dengan perbesaran 40 kali pada 5 bidang pada simbol (E) dari 25 bidang yang tersusun dari 16 bidang kecil. Luas tiap bidang kecil 1/400 mm² dengan tinggi kamar hitung 1/10 mm.

Pengenceran dalam pipet eritrosit 200 kali dan berikut rumus perhitungannya :

$$\Sigma \text{ eritrosit / mm}^3 = \text{rata-rata } \Sigma \text{ sel terhitung} \times \frac{1}{\text{Vol. Kotak besar}} \times \text{pengencer}$$

c) Perhitungan angka hematokrit
(Gandasoebrata, 1992)

Darah dihisap menggunakan pipa kapiler hematokrit. Setelah darah mencapai $\frac{3}{4}$ bagian tabung, lalu salah satu ujung tabung disumbat dengan *crystal seal*. Kemudian tabung kapiler yang telah berisi darah di*sentrifuge* pada 3500 rpm selama 10 menit. Korpuskula darah dianalisis dengan menggunakan "*hawksley hematokrit reader*" dalam satuan % dan tidak lebih dari 5 jam sejak pengambilan sampel darah, dengan rumus :

$$\text{Hematokrit (\%)} = \frac{T}{t} \times 100\% \quad \text{tinggi tabung berisi keseluruhan darah}$$

dimana :

T : tinggi tabung yang berisi sel darah merah
t : tabung yang berisi keseluruhan darah

3. Hasil dan Pembahasan

Pengukuran kondisi kualitas air yang diukur selama penelitian meliputi parameter fisik dan kimia air yaitu suhu, pH dan oksigen terlarut. Hasil pengukuran kualitas air selama penelitian diperoleh kisaran nilai yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kisaran hasil pengukuran parameter fisik dan kimia pada media uji

No.	Parameter	Nilai Kisaran	Standar Baku
1.	Suhu (°C)	26-28	25 – 32 (Gusrina, 2008)
2.	pH	7-8	6 – 9 (Nuryanto, 2001)
3.	DO (mg/L)	6-7	> 5 (Effendi, 2003)

Berdasarkan hasil pengukuran parameter yang meliputi suhu, pH, dan oksigen terlarut diketahui hasil kualitas air selama penelitian pada masing-masing perlakuan masih dalam batas toleransi atau memenuhi syarat bagi kehidupan ikan.

Toksistas Letal Hg Terhadap Ikan Nilem

Uji toksistas letal ditentukan dengan menggunakan uji hayati (biota) yang diterapkan

pada uji pendahuluan dan uji toksistas letal (definitif). Sebelum dilakukan uji toksistas letal terlebih dahulu dilakukan uji pendahuluan untuk menentukan kisaran konsentrasi yang tepat, artinya konsentrasi yang tidak terlalu rendah atau konsentrasi yang tidak terlalu tinggi.

Hasil uji pendahuluan Hg terhadap ikan nilen dapat di lihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengamatan mortalitas ikan nilen pada uji pendahuluan

No.	Konsentrasi (ppm)	Mortalitas Ikan		Jumlah
		24 jam	48 jam	
1.	0	-	-	-
2.	0,1	-	-	-
3.	0,2	-	1	1
4.	0,4	6	6	12
5.	0,8	25	2	27
6.	1,2	30	-	30

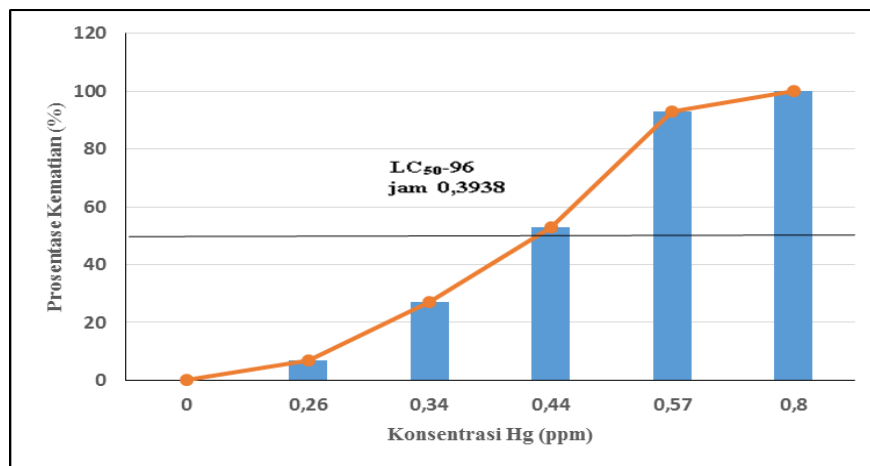
Berdasarkan tabel tersebut diketahui konsentrasi ambang batas bawah (n) sebesar 0,2 ppm dengan kematian hewan uji sebanyak 1 ekor, sedangkan pada konsentrasi ambang batas atas (N) sebesar 0,8 ppm dengan kematian hewan uji sebanyak 27 ekor.

4.2.2. Uji Toksisitas Letal (LC₅₀₋₉₆ jam)

Konsentrasi yang digunakan pada uji letal merupakan hasil dari perhitungan logaritma pada uji pendahuluan. Berdasarkan hasil uji pendahuluan yang telah dihitung, didapatkan beberapa konsentrasi untuk uji toksisitas letal LC₅₀₋₉₆ jam yaitu sebesar 0 ppm, 0,26 ppm, 0,34 ppm, 0,44 ppm, 0,57 ppm dan 0,80 ppm (Lampiran 2). Secara umum hasil uji toksisitas LC₅₀₋₉₆ jam dapat dilihat pada Gambar 5.

Nilai rata-rata prosentase kematian ikan nilam pada setiap perlakuan mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya konsentrasi Hg yang diberikan (Gambar 5).

Perlakuan kontrol tidak mengalami kematian hewan uji (ikan nilam), sedangkan pada perlakuan dengan pemberian konsentrasi Hg kematian hewan uji bervariasi. Perlakuan dengan konsentrasi Hg sebesar 0,26 ppm (kematian ikan nilam 2 ekor atau 7%), 0,34 ppm (kematian ikan nilam 8 ekor atau 27%), 0,44 ppm (kematian ikan nilam 16 ekor atau 53%), 0,57 ppm (kematian ikan nilam 28 ekor atau 93%) dan 0,8 ppm (kematian ikan nilam 30 ekor atau 100%). Pada konsentrasi terendah 0,26 ppm ikan nilam mampu bertahan untuk hidup dibandingkan dengan konsentrasi tertinggi yaitu 0,8 ppm. Hal ini sesuai dengan pernyataan Wijarnoko *et al.*, (2008) bahwa organisme hidup akan cepat mati bila dipapar oleh senyawa beracun dengan dosis yang tinggi dan sebaliknya organisme akan bertahan cukup lama bila dipapar oleh senyawa beracun dengan dosis yang rendah.



Gambar 5. Prosentase kematian ikan nilam pada uji toksisitas LC₅₀₋₉₆ jam

Pengamatan uji toksisitas letal Hg terhadap ikan nilam dianalisis menggunakan analisis probit dan didapatkan nilai LC₅₀₋₉₆ jam sebesar 0,3938 ppm. Artinya pada konsentrasi 0,3938 ppm logam berat Hg mengakibatkan kematian ikan nilam sebanyak 50% dalam waktu paparan 96 jam dari jumlah total biota uji yang digunakan (Lampiran 2). Biota yang diujikan sebanyak 30 ekor tiap perlakuan dan diulang 3 kali. Semakin rendah nilai LC₅₀₋₉₆ jam menunjukkan semakin tinggi toksisitas suatu bahan beracun. ISO (1982) dalam Permana (2010) menyatakan apabila nilai LC₅₀₋₉₆ jam berkisar 1-10 ppm maka bahan racun tersebut digolongkan dalam daya racun yang tinggi. Penelitian ini logam berat Hg digolongkan ke dalam kategori racun

sangat tinggi, karena nilai LC₅₀₋₉₆ Hg < 1 ppm yaitu 0,3938 ppm.

4.3. Uji Toksisitas Subletal

Uji toksisitas subletal dilakukan setelah diketahui nilai LC₅₀₋₉₆ jam. Uji toksisitas subletal bertujuan untuk mengetahui pengaruh Hg terhadap jumlah eritrosit dan nilai hematokrit ikan nilam. Konsentrasi yang digunakan untuk uji subletal yaitu 0%, 10%, 20%, 40% dan 60% dari nilai LC₅₀₋₉₆ jam 0,3938 ppm yaitu 0 ; 0,08; 0,16; 0,24 ppm.

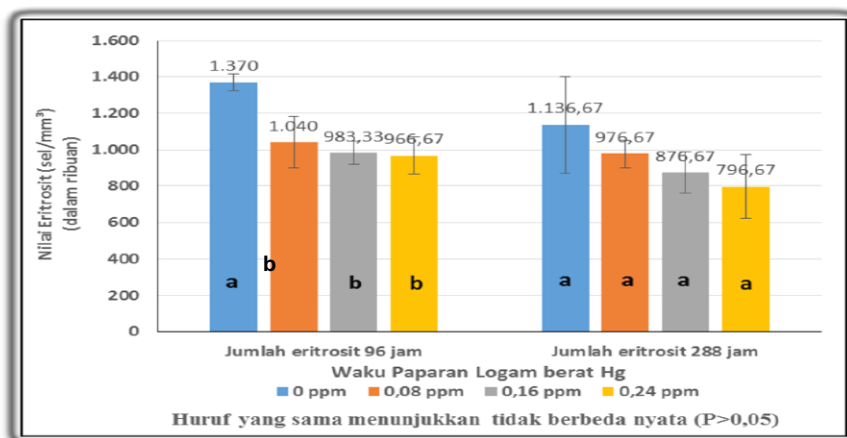
4.3.1. Eritrosit

Hasil perhitungan jumlah rata-rata eritrosit pada masing-masing perlakuan dengan waktu paparan 96 jam dan 288 jam selama penelitian uji toksisitas subletal dapat dilihat pada **Gambar 7**. Lama paparan 96 jam pemberian konsentrasi logam berat Hg pada perlakuan 0 ppm (kontrol) memiliki nilai kisaran eritrosit sebesar 1.300-1.400 sel/mm³ (dalam ribuan) berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan 0,08 ppm, 0,16 ppm dan 0,24 ppm yang memiliki kisaran masing-masing sebesar 930 -1.200 sel/mm³ (dalam ribuan), 910 -1.040 sel/mm³ (dalam ribuan), dan 850 -1.000 sel/mm³ (dalam ribuan).

Nilai kisaran eritrosit pada kontrol lebih tinggi, hal ini dikarenakan perlakuan kontrol ikan tidak terpapar bahan pencemar Hg sedangkan perlakuan berkonsentrasi adanya pemberian logam berat Hg yang menyebabkan jumlah kisaran eritrosit menurun. Pada perlakuan 0,08 ppm kisaran rata-rata eritrosit sebesar 930 -1.200 sel/mm³ (dalam ribuan), perlakuan 0,16 ppm kisaran eritrosit sebesar 910 -1.040 sel/mm³ (dalam ribuan) dan perlakuan 0,24 ppm memiliki kisaran eritrosit sebesar 850 -1.000 sel/mm³ (dalam ribuan) menunjukkan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Hal ini dikarenakan perlakuan berkonsentrasi Hg berpengaruh dalam penurunan jumlah eritrosit ikan nilem seiring dengan peningkatan konsentrasi yang diberikan. Perlakuan berkonsentrasi menunjukkan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$), artinya perlakuan konsentrasi tidak berpengaruh terhadap nilai eritrosit ikan nilem. Sedangkan perlakuan 0 ppm (kontrol) dengan perlakuan berkonsentrasi yaitu 0,08 ppm, 0,16 ppm dan 0,24 ppm menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$),

artinya nilai eritrosit pada ikan nilem dipengaruhi oleh perlakuan pemberian konsentrasi logam berat Hg. Penurunan jumlah kisaran eritrosit ikan nilem terjadi seiring dengan peningkatan konsentrasi bahan pencemar yang diberikan. Hal ini dikarenakan terjadinya penghambatan kinerja enzim yang menyebabkan produksi eritrosit dalam tubuh juga terhambat. Kerusakan enzim tersebut dikarenakan paparan logam berat Hg yang diberikan. Berkurangnya jumlah eritrosit juga disebabkan karena terjadinya hemolisis dan anemia pada ikan (Ishikawa *et al.*, 2007).

Hasil data lama paparan 288 jam menunjukkan bahwa pemberian Hg selama waktu paparan 288 jam atau 12 hari pada semua perlakuan yaitu 0 ppm (kontrol); 0,08 ppm; 0,16 ppm dan 0,24 ppm menunjukkan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Dengan nilai kisaran eritrosit masing-masing sebesar 890 -1.420 sel/mm³ (dalam ribuan), 900-1.050 sel/mm³ (dalam ribuan) dan 760-990 sel/mm³ (dalam ribuan). Tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) artinya perlakuan tidak berpengaruh terhadap nilai eritrosit ikan nilem, namun secara umum nilai rata-rata eritrosit pada tiap konsentrasi selama 12 hari paparan Hg mengalami penurunan dibandingkan dengan kontrol. Hal ini dimungkinkan karena pada tiap konsentrasi lama paparan 288 jam biota uji (ikan nilem) telah beradaptasi dengan Hg yang diberikan selama waktu paparan. Faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah eritrosit adalah spesies, perbedaan induk (genetik), kondisi nutrisi, aktivitas fisik, dan umur (Dellman dan Brown, 1989 *dalam* Utami, 2009).



Gambar 7. Jumlah rata-rata eritrosit ikan nilem uji toksisitas subletal Hg pada waktu paparan 96 jam dan 288 jam

4.3.2. Hematokrit

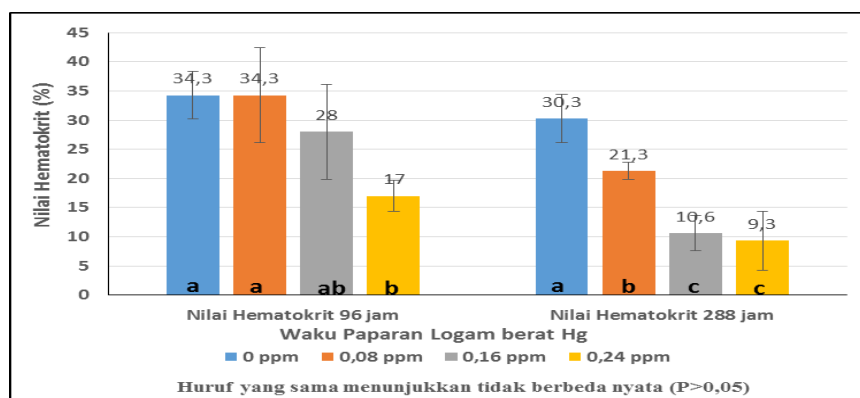
Hasil perhitungan nilai hematokrit pada masing-masing perlakuan dengan waktu paparan 96 jam dan 288 jam selama penelitian uji toksisitas subletal dapat dilihat **Gambar 8**.

Pemberian Hg selama waktu paparan 96 jam dan 288 jam dengan berbagai konsentrasi mempengaruhi nilai hematokrit ikan nilem (**Gambar 8**). Pada waktu paparan 96 jam, perlakuan 0 ppm (kontrol) memiliki nilai kisaran hematokrit sebesar 30-38%, perlakuan 0,08 ppm memiliki nilai kisaran hematokrit sebesar 25-40% dan perlakuan 0,16 ppm memiliki nilai kisaran hematokrit sebesar 19-35%. Berdasarkan analisis statistik bahwa perlakuan 0 ppm, 0,08 ppm dan 0,16 ppm tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Perlakuan 0,24 ppm memiliki nilai kisaran sebesar 15-20%, perlakuan 0,16 ppm dan 0,24 ppm tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Hal ini dikarenakan Hg yang diberikan tidak berpengaruh terhadap perubahan hematokrit. Perlakuan 0 ppm, 0,08 ppm berbeda nyata ($P < 0,05$) terhadap perlakuan 0,24 ppm. Hal ini disebabkan pemberian konsentrasi Hg semakin tinggi sehingga ada pengaruh terhadap nilai hematokrit ikan dibandingkan dengan perlakuan kontrol yang tanpa pemberian Hg. Namun, secara umum nilai rata-rata hematokritnya mengalami penurunan dibandingkan dengan kontrol. Menurut Gallagher *et al.* (1991) dalam Fujaya (2004) menyatakan bahwa nilai Hematokrit dibawah 22% menunjukkan terjadinya anemia, maka untuk perlakuan 0,24 ppm nilai hematokritnya berada dibawah kisaran normal.

Pada lama paparan 96 jam, parameter eritrosit pada perlakuan 0 ppm (kontrol) dengan perlakuan berkonsentrasi berbeda nyata ($P < 0,05$) dan pada parameter

hematokrit perlakuan 0 (kontrol), 0,08; 0,16; 0,24 ppm dan 0,16; 0,24 ppm tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Perlakuan 0; 0,08 dengan 0,24 ppm berbeda nyata ($P < 0,05$). Pada lama paparan 288 jam, parameter eritrosit pada semua perlakuan tidak berbeda ($P > 0,05$) dan pada parameter hematokrit perlakuan 0 (kontrol); 0,08; 0,16; 0,24 ppm berbeda nyata ($P < 0,05$), perlakuan 0,08; 0; 0,16; 0,24 berbeda nyata ($P < 0,05$) dan perlakuan 0,16; 0,24 ppm tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Terdapat ketidaklarasan antara nilai eritrosit dan nilai hematokrit yang terlalu kecil. Hal ini dikarenakan adanya fluktuasi kekebalan tubuh yang dimiliki oleh setiap spesies, sehingga mempunyai perbedaan hasil yang tinggi. Hal ini juga dapat dilihat dari hasil statistik nilai regresi dari tiap parameter. Parameter eritrosit memiliki nilai regresi sebesar -0,65 dan nilai regresi hematokrit -0,91. Artinya semakin tinggi konsentrasi yang diberikan maka nilai hematokrit dan eritrosit juga semakin menurun. Nilai regresi hematokrit -0,91 menandakan penurunan nilai hematokrit lebih besar dibandingkan dengan penurunan nilai eritrosit dengan hasil regresi hanya -0,65.

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 Hg. Hipoksia pada ikan disebabkan oleh hiperplasia dalam lamela sekunder insang (Ishikawa *et al.*, 2007). Hemoglobin yang berfungsi sebagai transpor O_2 dan CO_2 menjadi terhambat, dan naik atau turunnya kadar hemoglobin akan diikuti oleh angka hematokrit (Souza dan Rodriguez, 2007).



Gambar 8. Nilai hematokrit ikan nilem uji toksisitas subletal Hg pada lama waktu paparan 96 jam dan 288 jam

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat disimpulkan Konsentrasi toksisitas LC₅₀-96 jam Hg pada ikan nilem (*Osteochilus hasselti*) yaitu 0,396 ppm dan Toksisitas subletal Hg berpengaruh terhadap perubahan nilai eritrosit dan nilai hematokrit ikan nilem (*Osteochilus hasselti*) yaitu menurunkan jumlah eritrosit dan hematokrit.

Daftar Pustaka

- Achyani, R. 2011. *Karakteristik Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) di Air dan Sedimen serta Akumulasinya pada Tubuh Ikan Nomei (Horpodon nehereus) di Perairan Tarakan*. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor. **110** hal.
- Alamanda, I., Noor, S.H., Agung, B. 2007. Penggunaan Metode Hematologi dan Pengamatan Endoparasit Darah untuk Penetapan Kesehatan Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) di Kolam Budidaya Desa Mangkubumen Boyolali. *Jurnal Biodeversitas*. **8**: 34-38.
- 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.
- Alfian, Z. 2006. *Merkuri : Antara Manfaat dan Efek Penggunaannya Bagi Kesehatan Manusia dan Lingkungan*. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap dalam bidang Ilmu Kimia Analitik pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatra Utara, Medan. **29** hal.
- Andayani, Marsoedi, Sanoesi, Wilujeng, Susprastiani. 2011. *Profil Hematologis Beberapa Spesies Ikan Air Tawar Budidaya*. Green Teknologi. Fakultas sains dan teknologi. UIN Maliki Malang, Malang. 363-365 hal.
- Andrew, R., 2010. Mercury Toxicity. [Http://www.precisionnutrition.com/all-about-mercury](http://www.precisionnutrition.com/all-about-mercury). (diakses tanggal 13 Agustus 2015).
- 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.
- Aryani, L., Setiani, O., Nurjazuli. 2013. The Relationship Between Mercury Concentration (Hg) with Blood Profile On Traditional Mining Gold Worker in Jendi Village Selogiri Distric Wonogiri. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*. **12** (2): 144-148.
- Bond, C. E. 1979. *Biology of Fishes*. Sauders College Publishing. Philadelphia. 514 hal.
- Budiawan. 2013. Studi Bioakumulasi Metil Merkuri Pada *Perna viridis* dan *Anadara indica* Menggunakan Radiotracer. *Jurnal teknologi pengelolaan limbah*. **6**. (1).
- Chamid, C., Yulianita, N., Renosari. 2010. Kajian Tingkat Konsentrasi Merkuri (Hg) Pada Rambut Masyarakat Kota Bandung. Prosiding Snapp. Edisi eksakta. Bandung.
- Darmono. 2010. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran: Hubungannya dengann 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.
- Djuhanda, T. 1981. *Dunia Ikan*. Armico, Bandung. **158-159** hal.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius, Yogyakarta. **257** hal.
- Environmental Protection Agency (EPA). 2002. *Methods for Measuring the Acute Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater and Marine Organism Fifth Edition*, U. S. EPA Office of Water. Washington. 275 hal.
- Fujaya, Y. 2004. *Fisiologi Ikan: Dasar Pengembangan Teknik Perikanan*. Rineka Cipta, Jakarta. 179 hal.
- Gandasoebrata R. 1992. *Penuntun Laboratorium Klinik*. Dian Rakyat. Jakarta. **94-115** hal.
- Gusrina. 2008. *Budidaya Ikan untuk SMK*. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional. **499** hal.

- Hadi, C. H. 2013. Bahaya Erkuri Di Lingkungan Kita. *Jurnal skala husada*, **10 (2)** : 175-183.
- Hakim, L., Riyanto., Prayitno. 2003. Analisis Kandungan Merkuri (Hg) Pada Air dan Ikan Nilem (*Osteochilus hasseltii*) (Studi Kasus di Perairan Sungai Kaligarang- Semarang). *Logika*, **9 (10)**: 61-69.
- Hardjamulia. A, dan Atmawinata S. 1980. *Teknik Hipofisasi Beberapa Jenis Ikan Air Tawar*. Pros. Lokakarya Nasional Teknologi Tepat Guna Bagi Pengembangan Perikanan Budidaya Air Tawar. Bogor, 1-16 hal.
- Hutagulung, P. H., Setiapermana, D dan Riyono S. H. 1997. *Metode Analisis Air Laut, Sedimen dan Biota Buku 2*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi – LIPI, Jakarta. **182** hal.
- Ishikawa, N., Maria, M., Julio, V.L., Caludia, M.F. 2007. Hematological Parameters in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, Eksposed to sub-lethal concentration of Mercury. *Brazillian archives of Biology and technology*. **5 (4)**: 619-626.
- Nawawi, S. 2012. Efek toksik logam berat terhadap organisme. <http://indonesia-perikanan-tropis-negara.ku.logspot.com/2012/06/efektoksik-logam-berat-terhadap.html> (diakses tanggal 15 Mei 2015).
- Nirmala K., Hastuti Y.P., Yuniar V. 2012. Toksisitas Merkuri (Hg) Dan Tingkat Kelangsungan Hidup, Pertumbuhan, Gambaran Darah Dan Kerusakan Organ Pada Ikan Nila *Oreochromis niloticus*. *Jurnal akuakultur indonesia*, **11 (1)** : 38-48.
- 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. 99 hal.
- Palar, H. 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta, Jakarta. **94-115** hal.
- Permana, I. 2010. *Uji Toksisitas Akut Limbah Tekstil Terhadap Daphnia magna (Cladocera: Crustacea)*. Skripsi. Jurusan Pendidikan Biologi. Fakultas MIPA. Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung. **57** hal.
- Pratiwi, Y., Sunarsih, S., Windi, W. 2012. *Uji Toksisitas Limbah Cair Loundri Sebelum Dan Sesudah Diolah Dengan Tawas Dan Karbon Aktif Terhadap Bioindikator (Cyprinus caarpio)*. Prosiding seminar nasional aplikasi sains dan teknologi periode III. Yogyakarta.
- 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.
- Priyanto. 2009. *Toksikologi: Mekanisme, Terapi Antidotum, dan Penilaian Resiko*. Leskonfi, Depok. **170** hal.
- Radiopoetro., Suharno., Tanjung., Suntoro., Muljo. 1997. *Zoologi*. Erlangga Jakarta.
- 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.
- 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 Hemaglobins. *Brazillian Journal of Medical and Biological Research*. **40**: 769-778.
- Sriyani, N., Abdul, K. S. 2008. Penggunaan Metode Bioassay untuk Mendeteksi Pergerakan Herbisida Pasca tumbuh Paraquat dan 2,4-D dalam Tanah. *J. Tanah Trop*, **3** : 199-208.
- Sudarmaji, Heru, A.S., Suwarni. 2004. Hubungan Tingkat Konsumsi Ikan Laut Terhadap Kadar merkuri dalam rambut dan kesehatan nelayan di pantai Kenjeran Surabaya. *Jurnal Teknik Lingkungan*, **5.(1)**: 17-24.

- Sumantadinata, K. 1981. *Perkembangbiakan Ikan – Ikan Peliharaan Indonesia*. Fakultas Perikanan, Bogor.
- Sumiati, T., Aryati, Y. 2010. *Penyakit Parasit Pada Ikan Hias Air Tawar. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. **964-967** hal.
- Tyas, N.M. 2013. *Uji Toksisitas Letal Dan Subletal Merkuri Klorida (HgCl₂) Terhadap Ikan Mas (Cyprinus carpio L.)*. Skripsi. Fakultas sains dan teknik. UNDOED. Purwokerto.
- 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.
- Vincent, K. 2008. Probit Analysis. <http://userwww.sfsu.edu/~efc/classes/biol710/probit/ProbitAnalysis.pdf> . (diakses tanggal 5 Maret 2015)
- Widodo, F. I. 2012. *Dampak Pencemaran Merkuri terhadap Biota Air dan Kesehata Manusia. Jurnal Lingkungan Hidup*. <http://uwityangyoyo.wordpress.com> (diakses tanggal 30 Januari 2015)
- Widyaningrum, T., Suharyanti, T. 2013. *Pengaruh Merkuri Klorida Terhadap Pertumbuhan Dan Hispatologi Ginjal Ikan Nila (Oreochromis niloticus)*. Seminar Nasional VIII pendidikan Biologi. Universtas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.
- Wijanarko, P., Yenny, R., Eddy, W. 2008. *Pengaruh Dosis Subletal Limbah Pabrik Kertas terhadap Fisiologi Darah Ikan Mas (Cyprinus carpio)*. *Jurnal Penelitian Perikanan*, **2** : 219-225.
- 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** ha.