

Pengaruh Kromium Heksavalen (VI) terhadap Tingkat Kelangsungan Hidup Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

Edelynna A.M.O. Wireshpathi, Raharjo, Widowati Budijastuti
Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Surabaya

ABSTRAK

Kromium merupakan logam berat, polutan, dan mikronutrien yang penting bagi tubuh. Jenis kromium yang memiliki efek toksik bagi organisme adalah kromium heksavalen. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh kromium heksavalen terhadap tingkat kelangsungan hidup ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Penelitian secara eksperimental dilakukan di laboratorium, menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor perlakuan, yaitu faktor konsentrasi. Konsentrasi kromium heksavalen yang digunakan ialah 0 ppm (kontrol), 57,69 ppm, 59,94 ppm, dan 83,20 ppm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kromium heksavalen berpengaruh nyata terhadap tingkat kelangsungan hidup ikan nila. Tingkat kelangsungan hidup ikan nila berturut-turut pada konsentrasi 57,69 ppm; 59,94 ppm; dan 83,20 ppm sebesar 54,78; 43,08; dan 0,33. Simpulan penelitian ini ialah kromium heksavalen dengan konsentrasi 57,69 ppm; 59,94 ppm; dan 83,20 memiliki pengaruh signifikan terhadap tingkat kelangsungan hidup ikan nila.

Kata kunci: Kromium Heksavalen; tingkat kelangsungan hidup; ikan nila; *Oreochromis niloticus*

ABSTRACT

*Chromium is a heavy metals, pollutants, and micronutrients that are important to the body. Type of chromium that has toxic effects to the organism is hexavalent chromium. This study aims to determine the effect of hexavalent chromium on the survival rate of tilapia (*Oreochromis niloticus*). Experimental studies conducted in the laboratory, using a Completely Randomized Design (CRD) with one treatment factor, namely the concentration factor. Concentrations of hexavalent chromium used is 0 ppm (control), 57,69 ppm, 59,94 ppm and 83,20 ppm. The results showed that hexavalent chromium significantly affect the survival rate of tilapia. The survival rate of tilapia in a row at a concentration of 57,69 ppm; 59,94 ppm, and 83,20 ppm for 54,78; 43,08, and 0,33. The conclusions of this study is that hexavalent chromium concentration of 57,69 ppm; 59,94 ppm, and 83,20 have a significant influence on the survival rate of tilapia*

Key words: Hexavalent Chromium; survival rate; Tilapia; *Oreochromis niloticus*

PENDAHULUAN

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan komoditas penting perikanan budidaya air tawar di Indonesia. Ikan ini dapat hidup dan berkembang pesat walaupun pada lingkungan perairan yang kurang baik. Ikan ini dapat hidup baik sangat baik pada berbagai kondisi air kecuali yang beracun (Kuncoro, 2003 dalam Zahri, 2005). Ikan nila merupakan salah satu jenis hewan yang direkomendasikan oleh EPA (*Environmental Protection Agency*) sebagai hewan uji karena ikan tersebut memenuhi persyaratan yaitu penyebarannya cukup luas, banyak dibudidayakan, mempunyai kemampuan yang tinggi dalam mentolerir lingkungan yang buruk dan mudah dipelihara di laboratorium (Yuniar, 2009).

Menurut *Vauquelin* (1797) dalam *Yeprida* (2007), kromium adalah logam yang berwarna putih, tidak begitu liat (keras tapi rapuh), dan

tidak dapat ditempa. Kromium berasal dari aktivitas pewarnaan kulit, manufaktur tekstil, konsentrasi kimia, ataupun pelapisan krom dalam industri. (Subandiyono, 2003). Aktivitas ini dapat mempengaruhi semua ekosistem dan kesehatan manusia secara langsung atau melalui rantai makanan (Yilmaz, 2010). Kromium dijumpai dalam kondisi oksida antara Cr (II) sampai Cr (VI), tetapi hanya kromium bervalensi tiga dan enam yang memiliki kesamaan sifat biologi. Beberapa jenis kromium memiliki efek yang berbeda pada organisme. Kromium bervalensi tiga merupakan materi esensial dan memiliki sifat racun yang rendah dibanding dengan kromium enam valensi yang merupakan pengoksidasi tinggi. (Yeprida, 2007).

Kromium masuk ke dalam tubuh manusia melalui makanan (tumbuhan maupun hewan) dan kulit. Tumbuhan tercemar kromium yang

berasal dari dalam tanah dan udara sedangkan hewan tercemar kromium melalui air, misalnya ikan. Garam-garam kromium yang masuk ke dalam tubuh manusia akan segera dikeluarkan oleh tubuh. Akan tetapi, jika kadar kromium tersebut cukup besar, akan mengakibatkan kerusakan pada sistem pencernaan. Toksisitas kromium dipengaruhi oleh bentuk oksidasi kromium, suhu, dan pH (Effendi, 2003).

Pemakaian kromium sebagai bahan dasar warna plating pada bidang industri sangat berkembang di daerah Jawa Timur. Seperti di

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan antara lain kromium heksavalen yang berasal dari senyawa kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$). Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) jantan, umur ± 2 bulan, dan panjang 10-15 cm yang berasal dari UPBAT Pandaan. Air yang digunakan adalah air mineral. Ikan diaklimasi selama 7 hari di dalam akuarium dan diberi pakan pellet. Pemberian pakan dihentikan 24 jam sebelum penelitian dilaksanakan. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen laboratorium. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan 1 kontrol dengan 3 kali ulangan (Hanafiah, 2008). Penelitian dilakukan pada akuarium dengan kapasitas volume air 45 liter. Konsentrasi Cr^{6+} yang diuji adalah 0 ppm (sebagai kontrol); 57,69 ppm; 59,94 ppm; dan 83,20 ppm. Jumlah ikan yang diuji pada setiap akuarium adalah 10 ekor dengan volume air 35 liter. Tingkat kelangsungan hidup ikan diamati

sepanjang aliran Kali Surabaya dipenuhi jejeran pabrik yang keluaran limbahnya berupa krom dan logam berat yang lain (Idam, 2006). Sementara kandungan Cr di kali Surabaya pada tahun 2008 berkisar antara 0,03 - 0,41 ppm, dan air tersebut menjadi bahan baku air minum bagi penduduk kota Surabaya (Rendi, 2008). Kenyataan ini dapat membahayakan dunia perikanan terutama ikan nila yang dibudidayakan menggunakan air kali yang tercemar, yang selanjutnya membahayakan manusia jika mengkonsumsi ikan nila tersebut. setiap 24, 48, 72, hingga 96 jam. Ikan yang mati diambil setiap kali pengamatan. Kualitas air dimonitor pada awal dan akhir penelitian. Data tingkat kelangsungan hidup dianalisis menggunakan uji anava 1 arah dan dilanjutkan dengan uji BNT menggunakan program SPSS 14.0. Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2011 di Laboratorium Taksonomi Jurusan Biologi-UNESA.

HASIL

Pada hasil penelitian diketahui memiliki hasil yang cenderung menurun tingkat kelangsungan hidupnya seiring meningkatnya konsentrasi. Semakin besar nilai konsentrasi Cr^{6+} yang diberikan, tingkat kelangsungan hidup ikan nila semakin menurun. Berikut data tingkat kelangsungan hidup ikan nila selama 96 jam pemaparan kromium heksavalen (Tabel 1). Selama penelitian, suhu air naik dan pH air turun seiring bertambahnya konsentrasi kromium heksavalen (Tabel 2).

Tabel 1. Tingkat Kelangsungan Hidup Ikan Nila

Perlakuan (ppm)	Ulangan (%)			Rerata	Ulangan (transformasi arcsin $\sqrt{\%}$)			Rerata \pm SD
	I	II	III		I	II	III	
0	100	100	100	100	89,67	89,67	89,67	89,67 \pm 0
57,69	70	60	70	66,67	56,79	50,77	56,79	54,78 \pm 3,48
59,94	50	50	40	46,67	45,00	45,00	39,23	43,08 \pm 3,33
83,20	0	0	0	0	0,33	0,33	0,33	0,33 \pm 0

Tabel 2. Data Suhu dan pH Air

Parameter	Konsentrasi Cr (VI) (ppm)				Standar Baku Mutu
	0	57,69	59,94	83,20	
Suhu ($^{\circ}C$)	28 \pm 0	28 \pm 0	28 \pm 0	29 \pm 0	27-33 $^{\circ}C$ (PP No. 82 tahun 2001)
pH	7,07 \pm 0,058	6,67 \pm 0,058	6,57 \pm 0,058	6,47 \pm 0,058	6-9 (PP No. 82 Tahun 2001)

PEMBAHASAN

Selama penelitian berlangsung, parameter suhu dan pH air masih sesuai dengan baku mutu untuk kehidupan biota perairan. Sesuai Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001, suhu air yang normal untuk kehidupan biota air adalah 27-33°C, sehingga suhu air pada penelitian masih pada kisaran suhu normal. Data suhu air menunjukkan pada kisaran 28-29°C selama 96 jam paparan kromium heksavalen. Peningkatan suhu tersebut mempengaruhi aktivitas ikan nila, karena pengaruh suhu mengakibatkan berubahnya kecepatan metabolisme dan mekanisme pengangkutan ion pada permukaan membran tubuh ikan (Fujaya, 2006). Suhu air yang meningkat akan mengakibatkan derajat kelangsungan hidup ikan menurun karena dengan naiknya suhu air akan menurunkan DO pada air dan meningkatkan kecepatan reaksi kimia (Kristanto, 2002). Penurunan jumlah oksigen terlarut (DO) mengakibatkan bahan organik dalam air menurun dan mengakibatkan bahan anorganik meningkat. Bahan anorganik pada penelitian ini adalah kromium heksavalen, sehingga pengaruh naiknya suhu air juga mengakibatkan ikan kekurangan oksigen, metabolisme terganggu karena kromium heksavalen yang diberikan akan mudah diabsorpsi oleh tubuh baik kontak langsung dengan insang maupun melalui saluran pencernaan. Sehingga pada konsentrasi 83,20 ppm aktivitas hidup ikan serta penyerapan kromium heksavalen lebih aktif karena suhu meningkat menjadi 29°C.

Menurut PP Nomor 82 Tahun 2001 juga menyatakan bahwa pH normal berkisar antara nilai 6-9. Pada penelitian ini nilai pH berkisar antara 6,47-7,07, artinya bahwa nilai pH tersebut masih berada dalam kisaran pH normal. Pada konsentrasi 0 ppm/kontrol nilai pH 7,07 sedangkan pada konsentrasi tertinggi 83,20 ppm nilai pH sebesar 6,47. Hal tersebut menandakan nilai pH menurun sesuai bertambahnya nilai konsentrasi. Kromium heksavalen pada senyawa kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$) merupakan senyawa yang bersifat asam (Yefrida, 2007), maka nilai pH pun turun menuju pH asam sesuai penambahan kromium heksavalen.

Meningkatnya suhu air yang mengakibatkan dekomposisi bahan organik dan respirasi dalam perairan yang dapat menurunkan kandungan oksigen terlarut (DO) serta menaikkan kandungan CO_2 yang berpengaruh pada penurunan nilai pH (Erlangga, 2005). Proses penguraian terjadi secara aerobik sehingga membutuhkan DO. DO dipakai oleh bakteri

untuk mendekomposisi atau mendegradasi bahan-bahan organik sehingga menyebabkan berkurangnya kadar oksigen terlarut dalam air. Nilai pH air yang semakin lama semakin menurun seperti pada penelitian ini dikarenakan bertambahnya bahan-bahan organik yang mengalami dekomposisi dan membebaskan CO_2 , sehingga semakin asam nilai pH maka aktivitas hidup ikan semakin terganggu karena sulit untuk mendapatkan oksigen dalam air (Effendi, 2003). pH yang asam dapat pula memudahkan reaksi kimia pada logam berat untuk terurai menjadi ion-ion. Ion-ion tersebut akan lebih mudah terserap tubuh pada kondisi pH rendah yang memiliki kandungan bahan organik yang rendah (Fardiaz, 1992), dikarenakan ion logam berat atau logam non esensial akan lebih mudah masuk ke dalam sel karena ion logam nonesensial terurai menjadi seperti ion esensial (Darmono, 2008). Seperti contoh ketika pada saat interaksi toksikan kromium heksavalen dalam senyawa $K_2Cr_2O_7$ yang memiliki ion Cr^{6+} (ion kromat) pada media air dengan ikan nila. Agar ion kromat tersebut dapat masuk ke dalam sel untuk menggantikan posisi ion esensial, maka ion kromat tersebut terurai menjadi ion Cr^{3+} yang bersifat stabil dan merupakan ion yang esensial bagi metabolisme sel seperti meningkatkan kadar glukosa darah, ekskresi NH_3-N , dan meningkatkan pertumbuhan (Setyo, 2006). Proses reduksi yang terjadi atas senyawa Cr^{6+} menjadi Cr^{3+} dapat berlangsung bila media perairan berada pada lingkungan yang bersifat sangat asam. Jika tidak dalam keadaan yang sangat asam, ion Cr^{6+} akan berikatan dengan ligand binding agar menjadi bentuk yang lebih mudah terdifusi untuk masuk ke dalam jaringan (Palar, 2008). Pada kondisi suhu air tertinggi dan nilai pH terendah, maka pada perlakuan tersebutlah aktivitas metabolisme ikan terganggu (Erlangga, 2005). Kondisi tersebut terdapat pada perlakuan konsentrasi tertinggi yaitu 83,20 ppm.

Tingkat kelangsungan hidup ikan menurut Effendi (2003) adalah persentase dari jumlah ikan yang hidup pada akhir perlakuan dibagi dengan jumlah ikan yang hidup pada awal perlakuan. Pada penelitian ini, data tingkat kelangsungan hidup ikan nila menurun sesuai naiknya konsentrasi kromium heksavalen. Pada konsentrasi 0 ppm/kontrol tingkat kelangsungan hidup ikan sebesar 100% atau dalam transformasi arcsin sebesar 89,67, artinya ikan tidak ada yang mati dari awal hingga akhir perlakuan. Hal tersebut dikarenakan tidak ada perubahan pada kondisi air dari suhu, pH, dan akibat pemberian kromium heksavalen, sehingga ikan hidup pada kondisi air yang normal. Pada konsentrasi 83,20

ppm tingkat kelangsungan hidup ikan sebesar 0% atau dalam transformasi arcsin sebesar 0,33, artinya tidak ada ikan yang hidup pada akhir perlakuan. Hal tersebut dipengaruhi suhu air yang meningkat dan pH yang rendah serta pemberian kromium heksavalen sebesar 83,20 ppm.

Tingkat kelangsungan hidup ikan yang rendah pada ikan perlakuan disebabkan oleh adanya penyerapan air yang telah terpapar kromium heksavalen pada tubuh ikan yang menyebabkan pecahnya sel dan berinteraksi dengan protein dan membran semi permeabel. Rendahnya tingkat kelangsungan hidup pada ikan perlakuan juga dapat disebabkan karena keadaan ikan yang stress akibat paparan Cr (VI). Di dalam upaya pemulihan diri dari keadaan stress, ikan akan memproduksi hormon kortisol. Namun untuk jangka panjang kadar kortisol yang tinggi akan berdampak negatif terhadap kesehatan ikan (Yuniar, 2009). Jika kesehatan ikan menurun maka ikan mengalami stress berkepanjangan sehingga menurunkan kemampuannya untuk mempertahankan diri dari serangan penyakit. Stress dapat mengganggu sistem imunitas yang berdampak negatif terhadap kelangsungan hidup.

Senyawa $K_2Cr_2O_7$ yang dilarutkan dalam media air akan mengubah kondisi fisika-kimia air dari kondisi normal. Ion-ion kromium heksavalen terurai karena reaksi kimia yang terjadi akibat adanya perbedaan kepekatan cairan dalam tubuh ikan nila dengan media air. Cr yang masuk ke dalam tubuh akan ikut dalam proses fisiologis atau metabolisme tubuh. Interaksi yang terjadi antara Cr dengan unsur biologis tubuh menyebabkan terganggunya fungsi tertentu yang bekerja dalam proses metabolisme karena ion Cr^{6+} yang telah masuk ke dalam sel seterusnya larut dalam darah (Palar, 2008). Logam yang dapat terkakumulasi dalam beberapa jangka waktu menunjukkan bahwa ion-ion logam telah masuk ke dalam sel, berinteraksi secara kimia, dan dapat menyebabkan terganggunya fungsi tertentu yang bekerja dalam proses metabolisme tubuh (Palar, 2008).

Kromium heksavalen melewati membran sel melalui empat mekanisme yaitu, difusi pasif lewat membran, filtrasi lewat pori-pori membran, transport dengan perantaraan carrier, dan pencaplokkan oleh sel (pinositosis) (Lu, 1995). Kromium heksavalen yang masuk melalui saluran pernafasan (insang) dapat mudah menembus membran sel karena insang langsung bersentuhan dengan air karena Cr (VI) adalah senyawa yang mudah menembus membran sel

melalui sistem transportasi anion dan memiliki kemampuan meminjam atau mengurangi elektron pada Cr (III). Cr (VI) lebih aktif hingga 1000 kali dibanding Cr (III) terhadap sel hidup (Yilmaz, 2010). Sehingga Cr (VI) lebih aktif masuk menembus membran sel kemudian merusak sel tersebut. Kemudian Cr (VI) menembus sel epitel endothelial kapiler darah dan masuk dalam aliran darah hingga akhirnya ikut dalam proses metabolisme (Connel, 1995).

Berdasarkan analisis statistik uji anava 1 arah dan dilanjutkan dengan uji lanjut BNT pada tingkat signifikansi 0,05 menyatakan bahwa masing-masing konsentrasi kromium heksavalen sangat berpengaruh nyata terhadap tingkat kelangsungan hidup ikan nila. Perbedaan konsentrasi kromium heksavalen yang diberikan memiliki pengaruh yang berbeda pada kelangsungan hidup ikan nila. Hal tersebut dapat dilihat pada perlakuan konsentrasi tertinggi, ikan nila pada akhir 96 jam paparan tidak ada yang hidup. Persentase kelangsungan hidup ikan tertinggi terdapat pada kontrol sebesar 100%, sedangkan terendah terdapat pada perlakuan 83,20 ppm sebesar 0%. Hal ini sesuai dengan pernyataan Lu (1995) bahwa semakin besar konsentrasi logam berat yang dipaparkan pada media pemeliharaan akan berbanding lurus dengan derajat kelangsungan hidup organisme akuatik yang berada di dalamnya.

Ikan nila yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis ikan nila hitam (*Oreochromis niloticus*), ikan jenis nila hitam dapat hidup, tumbuh, dan berkembang biak pada kondisi air yang memiliki pH 5 (sedikit asam). Nila hitam termasuk salah satu jenis ikan yang mempunyai toleransi terhadap kualitas air dalam kisaran lebar, sehingga nila hitam dapat hidup pada lingkungan yang kurang baik dan dibudidayakan dengan berbagai cara dan di berbagai lokasi. Namun ikan nila tidak dapat hidup dan berkembang pada kondisi air yang beracun (Zahri, 2005). Meskipun kualitas air pada perlakuan sedikit menurun dari kondisi normal, pengaruh pemberian kromium heksavalen yang paling menentukan keadaan aktivitas ikan. Kromium heksavalen adalah senyawa anorganik yang bersifat sangat toksik dan ikan nila tidak ada yang dapat bertahan hidup pada konsentrasi 83,20 ppm 96 jam paparan.

SIMPULAN

Kromium heksavalen (Cr^{6+}) sangat berpengaruh terhadap tingkat kelangsungan hidup ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Nilai tingkat kelangsungan hidup ikan nila berbanding

terbalik dengan pemberian konsentrasi kromium heksavalen.

DAFTAR PUSTAKA

- Connell, D.W. 1995. *Bioakumulasi Senyawaan Xenobiotik*. Jakarta: UI Press.
- Darmono. 2008. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran : Hubungannya Dengan Toksikologi Senyawa Logam*. Jakarta : UI Press.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air : Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan IPB*. Bogor : Kanisius
- Erlangga. 2005. *Efek Pencemaran Perairan Sungai Kampar di Provinsi Riau terhadap Ikan Baung (Hemibagrus nemurus)*. Diakses melalui [http://www.google.co.id/url?sa=t&rct=j&q=efek%20pencemaran%20perairan%20sungai%20kampar%20di%20\(hemibagrus%20nemurus\)&source=web&cd=2&ved=0CB8QfjAB&url=http%3A%2F%2F](http://www.google.co.id/url?sa=t&rct=j&q=efek%20pencemaran%20perairan%20sungai%20kampar%20di%20(hemibagrus%20nemurus)&source=web&cd=2&ved=0CB8QfjAB&url=http%3A%2F%2F) Diunduh tanggal 19 Juni 2011.
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta : Kanisius.
- Fujaya, Y. 2006. *Fisiologi Ikan*. Bogor : Rineka Cipta Karya.
- Hanafiah, K. A. 2008. *Rancangan Percobaan Aplikatif*. Jakarta : PT. Rajabrafindo Persada.
- Idam, W. 2006. *Bioassesment Kualitas Air Surabaya Berdasarkan Tingkat Kerusakan Insang Ikan Uji Tawes (Punctius javanicus, BIKR) Dan Ikan Nila (Oreochromis Niloticus) Dengan Sistem Karamba*. Tesis. Tidak Dipublikasikan. Surabaya : ITS
- Kristanto. 2002. *Ekologi Industri*. Yogyakarta: ANDI.
- Lu, C. F. 1995. *Toksikologi Dasar*. Jakarta: Universitas Indonesia
- Palar, H. 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta : Rineka Cipta
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 Tentang *Pengelolaan Kualitas air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Diakses melalui http://pi.menlh.go.id%2Fpdf%2Ffind%2FIND-PUU-3-2001-1Lampiran.pdf&ei=draWT8XDHcHjrAeOy9mEDg&usq=NHAoPi7neGKRfEbFYDBVovcWeuRHw&sig2=EyaM2fhy-mYzxdTja_1jCg. Diunduh tanggal 5 Februari 2012.
- Rendi, S. W. 2009. *Penetapan Kadar Kromium (Cr) Pada Ikan Gabus, Mujair, dan Bader di Sungai Surabaya*. Diakses melalui <http://Flibrary.um.ac.id%2Ffreecontents%2Findex.php%2Fpub%2Fdetail%2Fpenetapan-kadar-kromium-cr-pada-ikan-gabus-mujair-dan-bader-di-sungai-surabaya-rendi-wahyu-septiantoro>. Diunduh tanggal 9 Februari 2011.
- Setyo, B. P. 2006. *Efek Konsentrasi Kromium (Cr³⁺) dan Salinitas Berbeda Terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan Untuk Pertumbuhan Ikan Nila (Oreochromis niloticus)*. Diakses melalui eprints.undip.ac.id/15374/1/Bambang_Pra_mono_Setyo.pdf. Diunduh tanggal 11 Februari 2011.
- Subandiyono, I.M. 2003. Pengaruh Kromium dalam Pakan terhadap Kadar Glukosa Darah, Kuosien Respiratori, Ekskresi NH₃-N, dan Pertumbuhan Ikan Gurami. *Jurnal Hayati Vol.10, No.1:25-29*.
- Yefrida. 2007. *Regenerasi dan Pemanfaatan Kembali Serbuk Gergaji Sebagai Penyerap Ion Logam Cd, Cu dan Cr dalam Air*. Laporan Akhir Penelitian BBI. Jurnal Dampak. Universitas Andalas. Diakses melalui <http://www.scribd.com/doc/43111163/Laporan-Yefrida>. Diunduh tanggal 19 Juni 2011.
- Yilmaz, S. Cemal Turan and Tahsin Toker. 2010. Uptake and distribution of hexavalent chromium in tissues (gill, skin and muscle) of a freshwater fish *Oreochromis aureus*. *Journal of Environmental Chemistry and Ecotoxicology*. April. Vol. 2(3):28-33.
- Yuniar, V. 2009. *Toksitas Merkuri (Hg) Terhadap Tingkat Kelangsungan Hidup, Pertumbuhan, Gambaran Darah dan Kerusakan Organ Pada Ikan Nila Oreochromis niloticus*. Diakses melalui <http://www.google.co.id/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCAQFjAA&url=http%3A%2F%2Frepository.ipb.ac.id%2Fhandle%2F123456789%2F14185&ei=RrWWI7LzG4bVrQeCpaTsDQ&usq=AFQjCNEZEUHcDT4FUubr7IUSr1Lz5zVqlw&sig2=wZmQXG2l08aBje1ParmYbQ>. Diunduh tanggal 9 Februari 2011.
- Zahri, A. 2005. *Pengaruh Alkyl Benzena Sulfonate (LAS) Terhadap Tingkat Mortalitas dan Kerusakan Struktural Jaringan Insang Pada Ikan Nila (Oreochromis niloticus L.)*. Diakses melalui www.scribd.com/doc/49890717/1108613. Diunduh tanggal 19 Juni 2011.