

**DEPURASI TIMBAL (Pb) MENGGUNAKAN BUNGKIL KELAPA TERHADAP
KADAR GLUKOSA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)**

**LEAD (Pb) DEPURATION USED OF COCONUT MEAL ON GLOCOSE LEVEL
AT NILE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*)**

Hastiadi Hasan¹, Farida²

^{1,2}Staff Pengajar Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Muhammadiyah Pontianak
Jln. Ahmad Yani No. 111 Pontianak 78121
Email : hastiadi.hasanbasri@gmail.com

Abstrak

Meningkatnya kadar logam timbal (Pb) dalam sistem lingkungan dapat berdampak pada kondisi perairan dan organisme, seperti ikan. Secara alamiah, ikan berusaha untuk menghindari dari paparan logam berat, dan bila sudah tidak memungkinkan untuk menghindari, maka sistem pertahanan tubuh akan menetralsir dampaknya. Dampak berkepanjangan menyebabkan stress dan meningkatkan kadar glukosa darah, sehingga pada level tertentu, tingginya kadar glukosa darah pada ikan dapat digunakan sebagai indikator bahwa ikan terpapar timbal. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan penelitian ini untuk mengetahui depurasi timbal (Pb) menggunakan bungkil kelapa terhadap kadar glukosa darah ikan nila. Penelitian ini bertujuan menganalisis depurasi timbal (Pb) menggunakan bungkil kelapa terhadap kadar glukosa darah ikan nila. Perlakuan dalam penelitian ini adalah kontrol (100% pakan komersial), 10% bungkil kelapa+90% pakan komersial, 20% bungkil kelapa+80% pakan komersial, 30% bungkil kelapa + 70% pakan komersial. Penelitian ini dilakukan dengan tahapan yaitu: pembuatan dan analisis proksimat pakan uji; persiapan wadah dan media pemeliharaan; injeksi Pb pada ikan uji secara intraperitoneal; pengujian pakan perlakuan, sampling dan analisis data. Dari hasil pengamatan diperoleh kadar glukosa darah pada ikan nila menunjukkan nilai yang berbeda. Setelah diinjeksi, kadar glukosa darahnya mengalami peningkatan sebesar 87-129,67 mmol/l hingga hari ke-5 kemudian terjadi penurunan pada hari ke-15. Sedangkan respon makan pada hari ke-5 masih rendah yaitu sebesar 14,67%-27,11%. Hari ke-15 respon makan digolongkan kedalam respon makan sedang yaitu sebesar 55,87%-63,82%.

Kata kunci : ikan nila, timbal, glukosa darah, respon makan

Abstract

Increased levels of lead metal (Pb) in the environmental system can have an impact on the condition of the waters and organisms, such as fish. Naturally, fish try to avoid exposure to heavy metals, and if it is not possible to avoid, the body's defense system will neutralize the impact. The prolonged impact causes stress and increases blood glucose levels, so that at a certain level, high blood glucose levels in fish can be used as an indicator that fish are exposed to lead. Based on this, it is necessary to do this research to determine lead depuration (Pb) using coconut cake on blood glucose levels of tilapia. This study aims to analyze the depuration of lead (Pb) using coconut cake on blood glucose levels of tilapia. The treatments in this study were control (100% commercial feed), 10% coconut cake + 90% commercial feed, 20% coconut meal + 80% commercial feed, 30% coconut meal + 70% commercial feed.

This research was carried out with stages, namely: making and proximate analysis of test feed; preparation of containers and maintenance media; Pb injection in an intraperitoneal fish sample; testing of feed treatment, sampling and data analysis. From the results of observations obtained, blood glucose levels in tilapia showed different values. After injection, the blood glucose level increased by 87-129.67 mmol / l until the 5th day and then decreased on the 15th day. While the food response on the 5th day is still low at 14.67% -27.11%. The 15th day of the food response was classified into a moderate feeding response that was equal to 55.87% -63.82%.

Key word: tilapia fish, lead, blood glucose, feed response

PENDAHULUAN

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu ikan air tawar yang mempunyai nilai ekonomis penting, sehingga banyak dibudidayakan di Indonesia termasuk disepanjang aliran sungai Kapuas Kalimantan Barat. Budidaya ikan nila juga dilakukan dibanyak tempat dengan beragam karakteristik lokasi dan sumber air yang dapat menyebabkan terjadinya kontaminasi ikan nila dengan berbagai jenis logam berat beracun dan berbahaya seperti timbal (Pb).

Di perairan umum, Pb tersedia diantaranya dalam bentuk garam nitrat, sulfat (Kusemiju *et al.* 2012) dan asetat (Doaa dan Hanan, 2013). Pb dapat masuk ke perairan akibat dari aktifitas manusia dan proses alam. Aktifitas manusia dapat berupa industri, pertambangan dan transportasi. Sedangkan melalui proses alam melalui peluruhan Pb dari kerak bumi oleh air tanah. Masuknya Pb ke dalam sistem lingkungan, baik secara langsung maupun tidak langsung akan berdampak pada kondisi perairan dan organisme yang hidup di dalamnya. Konsentrasi Pb tersebut akan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya beban masukan yang mengandung Pb ke dalam perairan sehingga dapat terakumulasi dalam tubuh ikan.

Akumulasi Pb dalam tubuh ikan dapat mengalami proses biomagnifikasi melalui tropic level, sehingga akan

berdampak buruk bagi yang mengkonsumsinya. Oleh sebab itu perlu dilakukan suatu kajian untuk mengurangi tingkat akumulasi logam berat dari ikan nila melalui proses depurasi Pb.

Pemanfaatan bungkil kelapa melalui pakan pada penelitian ini lebih ditekankan untuk depurasi Pb dari ikan nila. Hal ini didasarkan pada bungkil kelapa termasuk bahan nabati yang umumnya memiliki serat kasar dan lemak yang tinggi. Serat kasar dibutuhkan dalam pakan untuk membantu proses pencernaan makanan (Piliang dan Djojoseobagio, 2006).

Lebih lanjut dikatakan bahwa dalam keadaan tanpa serat, feses dengan kandungan air rendah akan lebih lama tinggal dalam usus yang dapat menyebabkan gangguan pada gerakan peristaltik pada usus besar sehingga ekskresi feses menjadi lebih lambat. Sebaliknya pakan dengan kandungan serat kasar yang tinggi dapat menyebabkan absorpsi zat makanan berkurang dan koefisien cerna zat makanan menjadi rendah. Selain itu, logam berat mempunyai kecenderungan untuk terikat dengan lemak yang ada dalam tubuh (Savitri dan Salami, 2011). Berdasarkan hal tersebut diharapkan kandungan lemak dan serat kasar yang terdapat dalam bungkil kelapa dapat mengikat Pb dan dikeluarkan dari tubuh ikan melalui feses. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui depurasi timbal (Pb) menggunakan bungkil kelapa terhadap kadar glukosa darah ikan nila.

Penelitian ini bertujuan menganalisis depurasi timbal (Pb) menggunakan bungkil kelapa terhadap kadar glukosa darah ikan nila. Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang depurasi timbal menggunakan bungkil kelapa dan hubungannya dengan kadar glukosa darah ikan nila.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan tahun 2018 selama 1 bulan meliputi persiapan dan aklimasi selama 15 hari dan pelaksanaan penelitian 15 hari, bertempat di Laboratorium Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Muhammadiyah Pontianak. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan nila dengan bobot 50 g/ekor sebanyak 10 ekor pada masing-masing perlakuan dan ulangan, larutan $Pb(NO_3)_2$, bungkil kelapa, pakan komersial, larutan anastesia MS222, larutan fiksasi BNF, aquades dan aquabides. Peralatan yang digunakan adalah akuarium volume 100 L, dissecting set, blower, blender, pellet moulding, termometer, pH meter, DO meter, timbangan digital, botol vial.

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak lengkap (RAL) dengan ulangan setiap perlakuan adalah 3 ulangan. Perlakuan penelitian adalah : 100% pakan komersial, 10 % bungkil kelapa + 90% pakan komersial, 20% bungkil kelapa + 80% pakan komersial dan 30% bungkil kelapa + 70% pakan komersial.

Penelitian ini dilakukan dengan empat tahapan, yaitu: (1) pembuatan dan analisis proksimat pakan uji; (2) persiapan wadah dan media pemeliharaan; (3) injeksi Pb pada ikan uji secara intraperitoneal; (4) pengujian pakan perlakuan, sampling dan analisis (Farida, 2014).

Tahap pertama, pakan perlakuan dibuat secara manual dengan

mencampurkan tepung bungkil kelapa dengan pakan komersial (yang sudah dihaluskan sesuai perlakuan. Campuran dicetak menggunakan pellet moulding dengan ukuran $3\pm 0,5$ mm dan pellet kemudian dijemur hingga kering. Pellet kering selanjutnya diuji proksimat untuk mengetahui kadar lemak dan serat kasar.

Tahap kedua yaitu persiapan wadah dan media pemeliharaan. Wadah yang digunakan dalam penelitian ini adalah akuarium dengan volume 100 L sebanyak dua belas unit. Kemudian akuarium didisinfeksi dan sterilisasi terlebih dahulu. Ikan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan nila yang diperoleh dari petani ikan desa Parit Mayor Pontianak. Ikan uji diadaptasikan dalam bak ukuran 2×3 m². Selanjutnya pakan uji diberikan secara bertahap selama proses adaptasi pakan uji selama dua minggu. Setelah ikan uji terbiasa dengan pakan uji, ikan uji diseleksi untuk persiapan injeksi Pb.

Tahap ketiga, injeksi Pb pada ikan uji dilakukan secara intraperitoneal. Pemaparan Pb ke dalam tubuh ikan uji dilakukan dengan cara injeksi sebanyak 1 mg/L. Tahap keempat, ikan uji yang telah diinjeksi Pb dipelihara dalam akuarium, kemudian dipuaskan selama dua hari. Selanjutnya ikan uji dipelihara selama lima belas hari dan diberikan pakan uji sesuai dengan masing-masing perlakuan. Pakan diberikan dua kali sehari secara adsetiasi. Sampling setiap perlakuan dan ulangan tersebut dilakukan pada hari ke lima, hari kesepuluh dan hari kelima belas.

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah :

1. Kadar glukosa darah

Pemeriksaan kadar glukosa darah ikan dilakukan sebagai indikator stress sekunder akibat toksistas Pb. Pengukuran kadar glukosa darah dilakukan pada hari ke-5, 10 dan hari ke-15. Rumus yang digunakan adalah :

$$[GD] = \frac{AbsSp}{AbsSt} x [GSt] \quad (1)$$

Keterangan :

[GD] : Konsentrasi glukosa darah (mg/l)

AbsSp : Absorbansi sampel

AbsSt : Absorbansi standar

[GSt] : Konsentrasi glukosa standar (mg/l)

2. Respon makan

Respon makan pada ikan diukur secara visual.

Pengamatan respon dilakukan dengan pemberian skor (Faridah, 2010) sebagai berikut :

- = tidak ada respon makan (Σ pakan terkonsumsi 0-10%)
- + = respon makan rendah (Σ pakan terkonsumsi 11-40%)
- ++ = respon makan sedang (Σ pakan terkonsumsi 41-70%)
- +++ = respon makan tinggi (Σ pakan terkonsumsi 71-100%)

Pengamatan respon makan ikan nila dilakukan pada awal dan akhir penelitian dengan perhitungan sebagai berikut :

$$Respon\ makan\ (\%) = \frac{Jumlah\ pakan\ yang\ dikonsumsi}{Jumlah\ pakan\ yang\ diberikan} \times 100\% \quad (2)$$

3. Fisika kimia air

Analisa dilakukan untuk mengetahui kualitas air pada media pemeliharaan sebelum dilakukan depurasi maupun kualitas air setelah depurasi. Kualitas air yang diukur yaitu oksigen terlarut, pH, suhu.

Data yang diperoleh dianalisis statistik dengan sidik ragam (ANOVA) dan secara secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Glukosa Darah

Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh hasil kadar glukosa darah pada ikan nila menunjukkan nilai yang berbeda. Sebelum diinjeksi Pb, kadar glukosa darah ikan nila pada perlakuan A (77,67 mmol/l), perlakuan B (83,00 mmol/l), perlakuan C (77,33 mmol/l) dan

perlakuan D (72,67 mmol/l). Setelah diinjeksi, kadar glukosa darahnya mengalami peningkatan sebesar 87-129,67 mmol/l hingga hari ke-5.

Tabel 1. Glukosa Darah (mmol/l) ikan nila

Perlakuan	Kadar Glukosa Darah (mmol/l) pada hari ke-			
	0	5	10	15
A	77.67	129.67	77.67	68.00
B	83.00	104.00	81.33	72.33
C	77.33	97.67	81.33	69.33
D	72.67	87.00	76.00	61.00

Berdasarkan tabel 1, mengindikasikan bahwa kadar glukosa darah untuk masing-masing perlakuan pada hari ke 5 menunjukkan nilai yang lebih tinggi dari hari 10 dan hari ke 15, hal ini diduga karena pada hari ke 5 ikan nila masih mengalami stress karena kandungan Pb sebagian besar masih berada didalam tubuh ikan. Sedangkan pada hari ke 10 dan hari ke 15 kadar glukosa darah untuk semua perlakuan menunjukkan penurunan. Hal ini diduga sebagian besar kandungan Pb didalam tubuh sudah mulai dikeluarkan melalui feses dan ikan sudah beradaptasi dengan lingkungan barunya yang ditandai dengan peningkatan aktivitas ikan dimana ikan bergerak sangat aktif sebagai proses adaptasi terhadap lingkungan yang baru. Pemberian pakan yang disubstitusi dengan bungkil kelapa terbukti mampu mendepurasi Pb dari dalam tubuh ikan nila dan juga terjadi penurunan kadar glukosa darah.

Kadar glukosa dalam darah ini dapat digunakan sebagai indikator stress pada ikan nila. Peningkatan kadar glukosa dalam darah mengindikasikan bahwa ikan nila mengalami stress akibat toksisitas timbal. Pada saat ikan stress menyebabkan kadar glukosa dalam darah meningkat yang diperlukan untuk memperbaiki homeostasis selama stress.

Menurut Porchas *et al.*, 2009, mekanisme terjadinya perubahan kadar glukosa darah selama stress dimulai dari diterimanya informasi penyebab stress oleh organ reseptor. Informasi yang diterima oleh organ reseptor disampaikan ke hipotalamus melalui sistem syaraf. Hipotalamus memerintahkan sel kromafin yang ada diginjal untuk mensekresikan hormon katekolamin melalui serabut syaraf simpatik. Adanya katekolamin akan memfaktifasi enzim-enzim yang terlibat dalam katabolisme simpanan glikogen sehingga kadar glukosa darah mengalami peningkatan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada hari ke-5 , terjadi peningkatan kadar glukosa darah pada ikan nila sebesar 87.00-129,67 mmol/l. Meningkatnya kadar glukosa darah mengindikasikan ikan dalam keadaan stress. Meningkat atau menurunnya kadar glukosa darah juga dapat digunakan sebagai indikator ikan dalam keadaan kenyang atau lapar. Hal ini sejalan dengan pendapat Marcel *et al.*, (2009) yang mengatakan bahwa naik turunnya kadar glukosa dalam darah ikan mengindikasikan bahwa ikan sedang lapar atau kenyang. Naiknya glukosa darah menandakan ikan sedang kenyang sehingga nafsu makan berkurang yang disebabkan karena energi yang dibutuhkan oleh tubuh terpenuhi. Sebaliknya pada saat kadar glukosa turun, maka ikan akan merasa lapar sehingga memerlukan makanan untuk memenuhi kebutuhan energinya. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa terjadi peningkatan respon makan pada hari ke-10 hingga hari ke-15.

Respon makan

Rendahnya respon makan pada hari ke-5 disebabkan oleh masih terpaparnya kandungan Pb pada ikan nila yaitu sebesar 14,67%-27,11% (tabel 2). Sedangkan pada hari ke-10 respon makan masih tergolong rendah yaitu sebesar 32,89%-39,56%. pada hari ke-15 respon makan dapat

digolongkan kedalam respon makan sedang yaitu sebesar 55,87%-63,82%.

Tabel 2. Respon Makan Ikan Nila Selama Penelitian

Perlakuan	Respon Makan (%) hari ke-		
	5	10	15
A	27,11	39,56	60,04
B	25,33	39,11	59,96
C	14,67	34,22	55,87
D	21,78	32,86	63,82

Pada hari ke-5, respon makan rendah disebabkan karena ikan mengalami stres akibat masih terpapar Pb. Pada hari ke-15 respon makan sedang, yang artinya ikan sudah dapat merespon pakan lebih baik dari pada hari ke- dan hari ke-10. Hal ini berhubungan dengan kadar glukosa darah yang juga meningkat. Meningkatnya kadar glukosa darah diperlukan dalam proses memperbaiki homeostasis ikan selama ikan mengalami stres, sehingga kebutuhan energi dari glukosa tersebut apabila glukosa dalam darah segera masuk ke dalam sel. Masuknya glukosa darah dalam sel sangat bergantung pada kinerja insulin. Apabila kinerja insulin baik dan kadar glukosa darah dapat segera masuk dalam sel maka ikan nila akan lebih respon terhadap makanan sehingga dapat memberikan dampak pertumbuhan bagi ikan nila.

Kualitas Air

Air adalah komponen penting dalam budidaya perikanan, karena di dalam air ikan dan hewan air lainnya hidup, tumbuh, dan berkembang. Cara yang umum dilakukan dalam pengelolaan kualitas air pada budidaya perikanan adalah melakukan pergantian air secara berkala. Kualitas air merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam pemeliharaan ikan dan juga sebagai faktor pembatas bagi makhluk hidup yang hidup dalam perairan baik faktor kimia, biologi dan fisika.

Tabel 3. Hasil Pengamatan Fisika Kimia Air Selama Penelitian

Variabel Pengamatan	Perlakuan			
	A	B	C	D
Suhu (°C)	26.7-28.6	26.6-29.2	26.7-28.8	27.8-30.0
pH	5.0-7.0	5.0-7.0	5.0-7.0	5.0-7.0
Do (ppm)	2.90-3.80	2.24-3.26	2.92-3.70	1.40-3.10
Amonia (mg/L)	0.5-0.5	0.5-1.0	0.5-1.0	0.5-1.0

Berdasarkan hasil pengukuran suhu air media pemeliharaan ikan nila selama penelitian diperoleh suhu 25- 27°C. kisaran suhu dapat dikatakan optimal untuk pertumbuhan ikan nila. Suhu mempunyai pengaruh penting bagi kelngsungan hidup ikan. Menurut Effendi (2003) menerangkan bahwa suhu air mempunyai pengaruh besar pertukaran zat atau metabolisme makhluk hidup diperairan. Suhu berpengaruh secara langsung maupun tidak langsung seperti terhadap aktivitas enzim, tingkat metabolisme, proses fisiologis maupun kadar oksigen. Tingkat penyerapan racun dapat lebih tinggi dengan adanya kenaikan suhu (Robin, 2012).

Peranan suhu terhadap akumulasi logam berat di jaringan sangat besar karena meningkatnya suhu dapat meningkatkan laju metabolisme pada ikan, sehingga bioakumulasi pada ikan lebih besar. Hal ini sejalan dengan pendapat Sorensen (1991) yang menyatakan bahwa peningkatan suhu perairan cenderung meningkatkan akumulasi dan toksisitas logam berat, ini terjadi karena meningkatnya metabolisme dari organisme air.

Hasil pengukuran pH selama penelitian didapat pH berkisar antara 5-7. pH tersebut sangat baik untuk kelangsungan hidup ikan nila. Derajat keasaman merupakan suatu ekspresi dari konsentrasi ion hydrogen (H^+) di dalam

air, besarnya dikatakan minus logaritma dari konsentrasi ion H, pH menunjukkan kekuatan antara asam dan basa dalam air. Kenaikan pH air akan menurunkan kelarutan logam dalam air, karena pH mengubah kestabilan dari bentuk karbonat menjadi hidroksi yang membentuk ikatan dengan partikel pada badan air sehingga akan mengendap dalam bentuk lumpur. pH juga mempengaruhi toksit suatu senyawa kimia, seperti logam berat. Menurut Effendi (2003), menyatakan bahwa toksit logam memperlihatkan peningkatan pada pH yang rendah. Nilai pH suatu perairan sangat ditentukan oleh CO_2 dan substansi asam. Fitoplankton dan tanaman air mengambil CO_2 selama proses fotosintesis, sehingga pH perairan meningkat di siang hari dan kembali turun pada malam hari. Larutan yang bersifat asam (pH) rendah lebih bersifat korosif. Dalam keadaan tidak ada oksigen akan dihasilkan hydrogen sulfide (H_2S), ammonia (NH_3) dan metana (CH_4). Senyawa-senyawa yang dihasilkan tersebut bersifat asam dan berpotensi menurunkan pH air. Rendahnya pH juga dapat menyebabkan meningkatkan efek toksik logam berat, ammonia dan sianida (Robin, 2012).

Berdasarkan hasil pengukuran, kadungan oksigen terlarut cukup baik bagi yaitu berkisar antara 3,0-3,80 mg/l. hal ini sesuai dengan pendapat yang dikemukakan oleh Boyd, (1990) menyatakan pada umumnya ikan hidup normal pada konsentrasi 4 mg/l, jika persediaan oksigen dibawah 20% dari kebutuhan normal, ikan akan lemah dan menyebabkan kematian. Oksigen terlarut merupakan salah satu factor pembatas dalam pembudidaya ikan, namun beberapa jenis ikan masih bisa bertambah hidup dalam perairan dengan konsentrasi dibawah maupun diatas normal.

Hasil pengukuran amonia selama penelitian berkisar antara 0,5-1,0 mg/l. Menurut Boyd (1990), amonia dalam bentuk tidak terionisasi (NH_3) bersifat

toksik bagi ikan. Keracunan amonia pada ikan akan mengakibatkan peningkatan konsumsi oksigen, kerusakan pada insang dan mereduksi kemampuan darah dalam mentransfer oksigen (Boyd, 1990).

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis sampaikan kepada Kemenristek Dirjen Dikti yang telah memberikan bantuan dana pada skim penelitian dosen pemula.

DAFTAR PUSTAKA

- Boyd CE. 1982. Water Quality Management For Pond Fish Culture. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam.
- Doaa MM dan Hanan HAE. 2013. Histological Changes in Selected Organs of *Oreochromis niloticus* Exposed to Doses of Lead Acetate. Journal Life Science and biomedicine, 3 (3): 256–263.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan. Jakarta.
- Farida. 2014. Depuration of Lead (Pb) from Nirwana Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Using Coconut Cake and Palm Oil Cake Substituted Feed. [tesis]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Faridah, N. 2010. Efektifitas Ekstrak Lidah Buaya (*Aloevera*) dalam Pakan Sebagai Immunostimulan untuk Mencegah Infeksi *Aeromonas hydrophila* Pada Ikan Lele Dumbo (*Clarias* sp.) [skripsi]. Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kusemiju, Victor, Patience A dan Oluwatoyin AJ. 2012. Accumulation of Lead The Tissues of Freshwater Catfish *Clarias gariepinus* Exposed to Static Nominal Concentration of Lead Nitrate. Agriculture and Biology Journal of North America. 3 (12): 510–515.
- Piliang, W dan Djojosoebagio, S.A. 2006. Fisiologi Nutrisi Volume I. IPB Press.
- Rahmawati S, Salami IRS dan Oktaviatun. 2006. Cooper and Lead Depuration in Nila Fish (*Oreochromis niloticus* L.). Departemen of Environmental Engineering. Institute Technology Bandung.
- Robin. 2012. Analisis bioakumulasi timbale (Pb) pada ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*) dan patin jambal (*Pangasius djambal*) yang dibudidayakan di kolong tua pasca tambang timah Bangka Belitung [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Savitri PO dan Salami IRS. 2011. Kajian kandungan Logam Berat pada Ikan Air Tawar di Pasar Tradisional dan Pasar Swalayan Kota Bandung. Program studi Teknik Lingkungan, Institute Teknologi Bandung.