



AKUMULASI KANDUNGAN LOGAM BERAT CHROMIUM (Cr) PADA IKAN BETOK (*Anabas testudineus*) YANG TERPAPAR LIMBAH CAIR TEKSTIL DI SUNGAI LANGSUR SUKOHARJO

Septima Raras Budiati[✉], Nur Kusuma Dewi, Tyas Agung Pribadi

Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima November 2013

Disetujui Februari 2014

Dipublikasikan Mei 2014

Keywords:

Textile wastewater

Chromium (Cr)

Anabas testudineus

Abstrak

Perkembangan industri tekstil diikuti dengan semakin tingginya limbah yang dihasilkan. Limbah industri tekstil mengandung bahan pencemar yang sulit terurai di lingkungan. Sungai Langsur yang berada tepat dibelakang industri tekstil berpotensi sebagai tempat pembuangan limbah dari industri tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat akumulasi kandungan logam berat Cr pada air dan ikan Betok (*Anabas testudineus*) di sungai Langsur Sukoharjo. Penelitian ini merupakan penelitian eksplorasi dengan metode survai, dimana penetapan pengambilan sampel dengan teknik random sampling. Penempatan stasiun didasarkan atas perkiraan beban pencemar dan aktivitas yang terdapat di sepanjang aliran. Pengambilan data dilakukan sebanyak 1 kali dengan 5 sampel pada masing-masing stasiun. Stasiun terdiri dari tiga lokasi, stasiun I di pusat pencemaran, stasiun II 500m dari stasiun I, stasiun III 1000m dari stasiun I. Metode analisis kandungan Cr pada air dan ikan menggunakan AAS. Kadar logam berat Cr pada air masih dibawah ambang batas yaitu <0,0213 mg/l dengan baku mutu 0,05 mg/l. Pada ikan Betok mengandung rata-rata Cr 7,05 mg/kg melebihi ambang batas yang sudah ditentukan, yaitu 2,5 mg/kg sehingga tidak layak untuk dikonsumsi. Masyarakat yang biasa mengambil ikan seyogyanya tidak mengkonsumsi ikan tersebut karena sifat logam berat yang bioakumulasi, biomagnifikasi, toksik, dan karsinogenik.

Abstract

Development of the textile industry is followed by the larger wastewater produced. Waste produced by the textile industry is containing pollutants which are difficult to decompose in the environment. Langsur River which is right behind the textile industry has great potential as a waste dump for the industry. The aim of this study is to determine the level of accumulation heavy metal Cr in water and in Betok fish (*Anabas testudineus*) in Langsur river, Sukoharjo. This research uses design exploratory with a survey method, where the determination of sampling with random sampling technique. Placement of stations based on the estimates of pollutant loads and activities located along the stream. Data collection was performed by 1 times with 5 samples at each station. Station consists of three locations, the first station in the central pollution, II station 500m from the station I, III 1000m station from the station I. Cr content analysis methods at water and fish using AAS. Results of heavy metal Cr in water are still below the threshold that is <0.0213 mg/l with the quality standard of 0.05 mg/l. In Betok fish containing Cr with an average of 7.05 mg/kg exceeds predetermined threshold, ie 2.5 mg/kg that is not suitable for consumption. People who used to take the fish should not eat the fish because of the nature of heavy metal bioaccumulation, biomagnification, toxic, and carcinogenic.

© 2014 Universitas Negeri Semarang

[✉] Alamat korespondensi:

Gedung D6 Lt.1, Jl. Raya Sekaran,

Gunungpati, Semarang, Indonesia 50229

E-mail: sraraz@gmail.com

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi ditandai dengan peningkatan taraf hidup manusia. Hal ini ditunjukkan dengan adanya perkembangan dunia industri, seperti industri tekstil. Perkembangan industri memiliki dampak positif dapat meningkatkan taraf hidup manusia. Di sisi lain pertumbuhan industri juga berefek negatif terhadap lingkungan yaitu semakin meningkatnya jumlah limbah industri yang berpotensi menimbulkan pencemaran sehingga menurunkan kualitas lingkungan. Limbah cair tekstil dikeluarkan dalam jumlah banyak mengandung bermacam-macam polutan seperti, Besi (Fe), Mangan (Mn), Seng (Zn), Kadmium (Cd), Chromium (Cr), Tembaga (Cu), Timbal (Pb), Nikel (Ni), dan Raksa (Hg) (Yudo 2006). Kandungan polutan dalam limbah cair tekstil berasal dari sisa-sisa bahan kimia yang digunakan dalam proses produksi. Proses pembuangan limbah cair tekstil ini menimbulkan dampak negatif. Secara fisik pada air limbah tekstil berwarna keruh dan berbau, sehingga merusak estetika dan mengganggu pemanfaatan air. Selain itu limbah tekstil yang masuk perairan akan terakumulasi pada sedimen dan organisme yang ada di perairan tersebut (Akoto *et al* 2008).

Sungai Langsur yang berada tepat dibelakang industri tekstil berpotensi besar sebagai tempat pembuangan limbah dari industri tersebut. Limbah yang mengandung berbagai logam berat memungkinkan terjadinya perubahan kondisi lingkungan yang ada di perairan tersebut. Darmanto (2011) juga menjelaskan bahwa adanya tingkat pencemaran yang melebihi ambang batas dapat dilihat dari kandungan COD dan BOD pada sungai tersebut. Menurut Damandiri (2006), logam berat dalam limbah yang masuk ke dalam lingkungan perairan mengalami pengenceran, pengendapan dan dispersi, kemudian diserap oleh organisme yang hidup di perairan.

Ikan merupakan organisme air yang dapat bergerak dengan cepat. Ikan pada umumnya mempunyai kemampuan menghindarkan diri dari pengaruh pencemaran. Namun, ikan yang habitatnya terbatas akan sulit menghindarkan diri dari pencemaran. Menurut Darmono(2001), sebagai salah satu akibat pencemaran logam berat terjadinya akumulasi pada tubuh ikan. Ikan dapat dijadikan sebagai salah satu indikator tingkat pencemaran di perairan. Jika di dalam tubuh ikan terkandung kadar logam berat yang tinggi dan melebihi ambang batas yang ditentukan dapat dijadikan sebagai indikator terjadinya pencemaran lingkungan hidup ikan tersebut (Supriyanto *et al* 2007).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksplorasi dengan metode survai, dimana penetapan stasiun pengambilan sampel menggunakan teknik *random sampling*. Penempatan stasiun didasarkan atas perkiraan beban pencemar dan aktivitas yang terdapat di sepanjang aliran. Stasiun pengambilan sampel terdiri dari 3 lokasi, stasiun I pada pusat pencemaran, stasiun II 500 meter dari stasiun I, sedangkan stasiun III 1 kilometer dari stasiun I. Pengambilan data dilakukan sebanyak 1 kali dengan 5 sampel pada masing-masing stasiun. Data dalam penelitian ini adalah data tingkat akumulasi logam berat Cr yang terkandung dalam air dan terakumulasi pada ikan Betok di Sungai Langsur. Kemudian dilakukan juga pengujian faktor lingkungan meliputi Suhu, pH, DO, BOD, dan COD. Sampel air dan ikan diuji di Laboratorium BBTKL Yogyakarta, selanjutnya hasilnya dianalisis menggunakan Anava kemudian dilanjutkan dengan uji LSD.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian kandungan Cr pada ikan Betok menunjukkan semua stasiun melebihi ambang batas (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil uji kadar Cr (mg/kg) dan uji LSD pada ikan Betok (*Anabas testudineus*)

Stasiun	Sampel					Rerata Cr
	1	2	3	4	5	
I	11,378	8,570	8,655	8,510	8,593	9,141 ^a
II	8,718	6,426	7,086	4,432	7,225	6,777 ^{ab}
III	4,698	5,201	5,760	5,568	4,207	5,087 ^b

Keterangan: Uji LSD berbeda signifikan apabila angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama. Hasil yang optimal ditunjukkan dengan angka tertinggi yang diikuti dengan notasi a.

Hasil uji kandungan Cr pada ikan Betok (*Anabas testudineus*) diketahui bahwa pada stasiun I memiliki tingkat akumulasi Cr pada ikan Betok paling tinggi. Kandungan Cr pada ikan Betok di stasiun I diperoleh rata-rata 9,141 mg/kg, stasiun II dan III sebesar 6,777 mg/kg dan 5,087 mg/kg (Tabel 1). Hasil ini di atas ambang batas yang ditetapkan Dirjen POM 1989 yaitu 2,5 mg/kg. Tingginya nilai logam berat Cr pada ikan Betok dipengaruhi oleh hasil buangan limbah tekstil yang mengandung logam berat. Logam berat dapat terakumulasi di sepanjang perairan yang ditinjau dari kondisi morfologi dan hidrologi, bahkan dapat terjadi beberapa kilometer setelah sumber polusi (Obolowski *et al* 2006).

Logam berat Cr yang terdeteksi pada ikan Betok di sungai Langsur disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah adanya zat pencemar yang terdapat di perairan tempat hidup ikan. Zat pencemar diperoleh dari hasil buangan limbah tekstil yang mengandung Cr dari proses produksinya. Umur merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi lama keterpaparan zat

toksikan dalam organisme dan sifat dari ikan yang tidak menetap sehingga mudah terdeteksi bahan-bahan toksik (Daud *et al* 2012). Ikan Betok yang tertangkap sudah dewasa sehingga lebih rentan terhadap Cr dan zat toksikan lainnya

Kandungan Cr pada ikan Betok di stasiun II dan III mengalami penurunan dibandingkan stasiun I. Hal ini dipengaruhi jarak stasiun yang semakin jauh dari saluran pembuangan limbah tekstil, sehingga logam berat yang terkandung dalam air semakin menurun karena sebagian logam berat mengendap di dasar perairan. Logam berat yang melalui badan air akan melalui dua proses, yaitu pengendapan dan absorpsi oleh organisme. Apabila konsentrasi logam lebih besar dari pada daya larut terendah maka logam tersebut akan mengendap. Kadar logam yang mengendap dapat berubah menjadi lebih tinggi atau semakin berkurang tergantung pada kondisi lingkungan badan alir. Daerah yang kekurangan oksigen karena kontaminasi bahan organik logam berat akan mudah mengendap (Hindarko 2003). Faktor lain yang juga mempengaruhi menurunnya tingkat akumulasi adalah besarnya debit air yang mengalir. Pendapat Hadi (2005) menyatakan bahwa pada saat debit air besar maka konsentrasi zat pencemar semakin kecil sehingga kualitas badan air sesungguhnya tidak tergambarkan. Hasil pengujian kandungan logam berat Cr pada ikan Betok di sungai Langsur pada ketiga stasiun diketahui ikan-ikan tersebut mengandung logam berat Cr di atas ambang batas sehingga tidak memenuhi syarat untuk dikonsumsi menurut baku mutu yang ditetapkan Dirjen POM tahun 1989 sebesar 2,5 mg/kg.

Chromium (Cr) telah dimanfaatkan secara luas dalam kehidupan manusia. Logam ini sangat banyak digunakan perindustrian, diantaranya adalah industri tekstil, penyamakan, pencelupan serta masih banyak lagi kegunaannya (Palar 2004). Sebagai logam berat, Cr termasuk logam yang mempunyai daya racun tinggi. Apabila logam berat ini terus menerus

terakumulasi dalam tubuh manusia melalui makanan, akan mengakibatkan keracunan. Ikan merupakan salah satu organisme akuatik yang menerima dampak secara langsung dari pencemaran di perairan. Ikan merupakan bahan makanan langsung bagi manusia, maka keberadaan logam berat dalam tubuh ikan menjadi ancaman bagi manusia (Savitri & Salami 2009). Dampak yang akan terjadi apabila tubuh mengalami keracunan logam berat Cr, seperti mual, sakit perut, bisul, masalah pernapasan, sistem kekebalan yang lemah, ginjal dan kerusakan hati, perubahan materi genetik, kanker paru-paru dan kematian (Priyadi *et al* 2007).

Menurut Lamai *et al* (2005) faktor biokonsentrasi (Bio Concentration Factor /BCF) merupakan parameter untuk mengevaluasi potensi biota mengakumulasi logam dan nilai ini dihitung berdasarkan berat kering. Menurut Rahmadiani & Aunurohim (2013) organisme disebut sebagai akumulator yang baik jika memiliki kemampuan untuk mengkonsentrasikan unsur-unsur logam berat dalam jaringan tubuhnya. Menurut Amriani *et al* (2011) nilai BCF memiliki 3 kategori yaitu, (1) BCF lebih besar dari 1000 mg/g termasuk kategori akumulatif tinggi, (2) BCF 100 s/d 1000 mg/g kategori akumulatif sedang, dan (3) BCF kurang dari 100 mg/g dikategorikan akumulatif rendah. Dilihat dari hasil pengujian akumulasi Cr, ikan Betok (*Anabas testudineus*) memiliki tingkat akumulatif yang tinggi karena nilai akumulasinya lebih dari 1000 mg/g.

Kadar Cr dalam air pada semua stasiun memiliki nilai yang sama yaitu <0,0213 mg/l. Hasil ini menunjukkan perairan tersebut masih dibawah ambang batas yang ditetapkan Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 yaitu sebesar 0,05 mg/l. Meskipun masih dibawah ambang batas perlu berhati-hati karena perairan tersebut sudah terkontaminasi oleh logam berat Cr meskipun dalam kadar yang rendah. Kontaminasi di perairan ini seiring dengan berjalannya waktu dapat menimbulkan

akumulasi baik pada tubuh biota yang hidup dan mencari makan di sekitar sedimen atau dasar perairan. Hal ini akan berbahaya bagi kehidupan biota, yang seterusnya akan berbahaya pula bagi manusia yang mengkonsumsi biota tersebut (Roehyatun *et al* 2003).

Logam berat Cr dapat mengendap di dasar perairan dan terakumulasi pada organisme yang hidup di perairan tersebut melalui rantai makanan. Hal yang sama juga akan terjadi apabila suatu lingkungan terkontaminasi (tercemar) oleh logam berat maka proses pembersihannya akan sulit dilakukan. Kontaminasi biasa terjadi karena faktor alam seperti gunung meletus, kebakaran hutan, dan dari faktor manusia seperti peleburan, pertambangan, proses industri serta buangan limbah rumah tangga (Yudo 2006). Selain bersifat racun, logam berat juga akan terakumulasi dalam sedimen dan biota melalui proses biokonsentrasi, bioakumulasi, dan biomagnifikasi oleh biota perairan. Logam berat yang masuk ke dalam tubuh hewan umumnya tidak dikeluarkan lagi dari tubuh, karena logam tersebut menumpuk dalam tubuh dan akan terus ada di sepanjang rantai makanan. Hal ini disebabkan karena predator pada satu tropik level makan mangsa dari tropik level yang lebih rendah telah tercemar (Hutabarat & Evans 1986).

Pengujian kualitas air dengan parameter fisika dan kimia merupakan faktor pendukung pengujian logam berat pada air dan ikan Betok di sungai Langsur. Pengukuran suhu diperoleh kisaran antara 32°C-33°C (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil uji parameter fisikokimia

Parameter	Stasiun		
	1	2	3
Suhu(°C)	32	33	32
pH	6	6	6
DO(mg/l)	0,95	1,05	2,3
BOD (mg/l)	27	15,5	8
COD (mg/l)	80,25	49,6	32,35

Suhu tertinggi terdapat pada stasiun II (PP RI No 82 Tahun 2001). Hasil pengukuran yaitu 33°C, hal ini karena lokasinya yang diketahui bahwa hanya pada stasiun III yang langsung terpapar sinar matahari. Sementara BODnya dibawah ambang batas yaitu 8 mg/l. Stasiun I dan III terlindung dari sinar matahari Sementara untuk stasiun I dan II memiliki (Tabel 2). Kisaran suhu tersebut masih berada kandungan BOD melebihi ambang batas yaitu 27 pada kisaran aman. Peningkatan suhu dapat mg/l dan 15,5 mg/l. Hal ini menunjukkan menyebabkan penurunan kelarutan gas-gas di tingginya oksigen yang dikonsumsi perairan sehingga oksigen terlarut dalam air mikroorganisme untuk mendegradasi logam berat berkurang mengakibatkan kebutuhan oksigen yang ada diperairan. Nilai BOD yang cukup tinggi hewan akuatik tidak dapat terpenuhi (Irianto menandakan bahwa perairan tercemar. 2005). Peningkatan suhu juga akan menaikkan Kandungan oksigen yang kecil mengakibatkan daya racun bahan-bahan tertentu. Suhu air kematian pada organisme di perairan tersebut. terutama pada permukaan ditentukan oleh Menurut Zahidin (2008) COD (*Chemical Oxygen Demand*) merupakan ukuran pencemaran air oleh paparan sinar matahari yang intensitasnya zat-zat organik yang secara alami dapat berubah terhadap waktu dan cuaca.

Pengukuran derajat keasaman (pH) teroksidasi melalui proses mikrobiologi dan diperoleh hasil yang sama yaitu 6. Kisaran pH mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut tersebut masih berada dibawah ambang batas dalam air. Kadar COD pada stasiun I memiliki yang optimal untuk kehidupan ikan yaitu 6-9. kadar COD tertinggi yaitu 80,25 mg/l. Tingginya Kenaikan pH pada suatu perairan akan diikuti nilai COD ini sebagai indikasi adanya oleh penurunan kelarutan logam berat sehingga pencemaran di titik tersebut. Lokasi stasiun I di logam berat akan cenderung mengendap. Derajat menerima hasil buangan dari limbah tekstil dan keasaman (pH) berperan penting terhadap memiliki tingkat beban cemaran yang lebih tinggi kualitas perairan karena pH merupakan faktor dibandingkan stasiun II dan III. Tingginya kadar pembatas pada makhluk hidup. Toleransi pH COD dalam perairan dapat menyebabkan organisme di perairan tersebut mengalami minimal, optimal dan maksimal tiap makhluk kekurangan oksigen berakibat menurunkan daya hidup berbeda. Selain itu pH juga digunakan hidup organisme tersebut.

Menurut Rinawati *et al* (2008), kelarutan oksigen minimum untuk mendukung kehidupan suatu organisme perairan adalah sekitar 4 mg/l. Hasil pengujian diperoleh nilai DO (*Dissolved Oxygen*) tertinggi sebesar 2,3 mg/l (Tabel 2). Perairan tersebut kurang mendukung kehidupan organisme karena memiliki nilai DO dibawah nilai minimum. Suhu juga berpengaruh terhadap kandungan DO perairan, karena semakin tinggi suhu perairan maka kandungan oksigen terlarut semakin rendah, begitupun sebaliknya. Menurut Ghufran (2007) penurunan oksigen di perairan terjadi karena kenaikan suhu perairan tersebut. Ambang batas BOD (*Biological Oxygen Demand*) yang sudah ditetapkan adalah 12 mg/l

SIMPULAN

Kandungan logam berat Cr pada airsungai Langsur Sukoharjo <0,0213 mg/l, masih dibawah ambang batas yang ditetapkan Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 sebesar 0,05 mg/l. Ikan Betok (*Anabas testudineus*) mengandung rata-rata Cr sebesar 7,05mg/kg (diatas baku mutu yang ditetapkan Dirjen POM 1989 sebesar 2,5 mg/kg) sehingga tidak layak untuk dikonsumsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Akoto O, TNBruce, &G Darko.2008.Heavy metals pollution profiles in streams serving the Owabi reservoir. *African Journal of Environmental Science and Technology* 2 (11): 354-359.
- Amriani B, Hendrarto, &A Hadiyarto. 2011. Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Seng (Zn) pada Kerang Darah (*Anadara granosa* l.) dan Kerang Bakau (*Polymesoda bengalensis* l.) di Perairan Teluk Kendari. *Jurnal Ilmu Lingkungan* 9(2): 45-50.
- Augustin D. 2008. Akumulasi Hidrokarbon Aromatik Polisiklik (PAH) dalam Kerang Hijau (*Perna viridis* L) di Perairan Kamal Muara, Teluk Jakarta (*Skripsi*). Bogor: IPB.
- Damandiri.2006.Analisis Wilayah Perairan Teluk Pelabuhan Ratu Untuk Kawasan Budidaya Perikanan Sistem Keramba Jaring Apung .on line at [http://www.damandiri.or.id/file.\(Erlanggaipbbab5.pdf\)](http://www.damandiri.or.id/file.(Erlanggaipbbab5.pdf)). [diakses tanggal 18 april 2013]
- Darmanto B. 2011. Badan Lingkungan Hidup Sukoharjo. *Solopos*. [diakses 18 April 2013]
- Darmono. 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran : Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*. Jakarta: UI.
- Daud N, D Sartika,&S Manyullei. 2012. Studi Kadar Tembaga (Cu) pada Air dan Ikan Gabus di Sungai Pangkajene Kecamatan Bungoro Kabupaten Pangkep. *On line a at* <http://repository.unhas.ac.id/handle/123456789/5043> [diakses tanggal 15 November 2013]
- Ghufran M. 2007. *Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Hadi A. 2005.*Prinsip Pengelolaan Pengambilan Sampel Lingkungan*. Jakarta:PT Gramedia Utama.
- HindarkoS. 2003. *Mengolah Air Limbah Supaya Tidak Mencemari Orang Lain*. Jakarta: Esha.
- Hutabarat S, & SM Evans. 1986. *Pengantar oceanografi*. Jakarta: UI Press
- Irianto A. 2005. *Patologi Ikan Teleostei*. Yogyakarta: Gajah mada University Press.
- Keputusan Dirjen POM No. 03725/B/SK/VII/1989 tentang batas maksimal cemaran logam berat dalam ikan dan makanan olahan hasil laut.
- Lamai M, Kruatrachue P, Pokethitiyooka E, Suchart Upathamb, & Varasaya Soonthornsarathoola. 2005. "Toxicity and Accumulation of Lead and Cadmium in the Filamentous Green Alga *Cladophora fracta* (O.F. Muller ex Vahl) Kutzing: A Laboratory Study". *Journal of Sciens Asia* 121-127.
- Obolewski K&KGLewczuk. 2006.Contents of Heavy Metals in Bottom Sediments of Oxbow Lakes and the Słupia River.*Polish Journal Environ. Study* 15(2a): 440-44.
- Palar H. 2004. *Pencemaran dan Toksisitas Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. 2001. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air danPengendalian Pencemaran Air*. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.
- Priyadi H, R Iskandar, R Nuryati, B Rofatin, & E Sumarsih. 2007. Iptek Bagi Masyarakat (Ibm) Sukaregang Garut Yang MenghadapiMasalah Air Limbah Industri Penyamakan Kulit. *Penelitian bersama*. Garut: Universitas Siliwangi
- Rahmadiani WDD&Aunurohlim.2013. Bioakumulasi Logam Berat Kadmium (Cd) oleh *Chaetoceros Calcitrans* pada Konsentrasi Sublethal.*Jurnal Sains dan Seni Pomits* 2 (2): 2337-3520.
- Rinawati, RSupriyanto, &WSDewi.2008. Profil Logam Berat (Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb dan Zn) di Perairan Sungai Kuripan Menggunakan ICP-OES.*Prosiding Seminar Nasional Sains danTeknologi-II*. Lampung: Universitas Lampung.
- Rochyatun E, Edward, &A Rozak. 2003.Kandungan Logam Berat Pb, Cd, Cu, Zn, Ni, Cr, Mn & Fe dalam Air Laut dan Sedimen di Perairan Kalimantan Timur.*Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 35 :51 – 71.
- Savitri PO& IRS Salami.2009. Kajian Kandungan Logam Berat pada Ikan Air Tawar diPasar Tradisional dan Pasar Swalayan Kota Bandung.*Kajian bersama*.Bandung: ITB
- Supriyanto C, Samin,& KH Zainul. 2007. Analisis Cemaran Logam Berat Pb, Cu, dan Cd pada Ikan Air Tawar dengan Metode Spektrometri Nyala Serapan Atom (SSA). *Seminar Nasional III SDM Teknologi Nuklir*. Yogyakarta: Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan.
- Yudo S. 2006. Kondisi Pencemaran Logam Berat di Perairan Sungai DKI Jakarta. *Jurnal Penelitian* 2 (1). Jakarta: Pusat Teknologi Lingkungan BPPT.
- ZahidinM. 2008. *Kajian Kualitas Air di Muara Sungai dan Pelabuhan Pekalongan Ditinjau dari Indeks Keanekaragaman Makrobenthos dan Indeks Saprobitas Plankton (Kolokium proposal Tesis)*. Semarang: Universitas Diponegoro.