

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL

PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT AVoER X
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SRIWIJAYA



APPLICABLE INNOVATION OF ENGINEERING AND SCIENCE RESEARCH

"RISET DAN INOVASI TEKNOLOGI DALAM MENGHADAPI TANTANGAN ERA REVOLUSI INDUSTRI 4.0"

HOTEL ARYADUTA PALEMBANG
31 OKTOBER 2018

Didukung Oleh :



INTERNASIONAL
PRIMA COAL



**Seminar Nasional
Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat AVoER 10
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Palembang, 31 Oktober 2018**

Penulis :
AVoER 10

ISBN : 978-979-19072-3-1

Editor :
Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS, Ph.D
Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, MS
Dr. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T

Penyunting :
Dr. Herlina, S.T., M.T
Dr. Suci Dwijayanti, S.T., M.Eng
Ruly Chandra Agung

Desain Sampul dan Tata Letak:
Fawaz Satriaji

Penerbit :
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Redaksi :
Jl. Palembang Prabumulih KM32
Inderalaya Kabupaten Ogan Ilir 30662
Tel +62711 580739
Fax +62711 580741
Email: ftunsri@unsri.ac.id, avoer10@gmail.com

Distributor Tunggal :
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Cetakan pertama, Desember 2018

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit.

Reviewer :

Dr. Bhakti Yudho Suprpto S.T., M.T
Dr. Herlina S.T., M.T
Dr. Eng. Suci Dwijayanti, S.T., M.S
Dr. Saloma, S.T., M.T
Dr. Rosidawani, S.T., M.T
Dr. Imroatul C. Juliana, S.T., M.T
Dr. Betty Susanti, S.T., M.T
Dr. Budhi Kuswan Susilo, S.T., M.T
Dr. Ir. Endang Wiwik D. Hastuti, M.Sc
Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T
Elisabet Dwi Mayasari, S.T., M.T
Dr. Johannes Adiyanto, S.T., M.T
Widya Fransiska Febriati Anwar, S.T., M.M., Ph.D
Dr. David Bahrin, S.T., M.T
Dr. Harminuke Handayani, S.T., M.T
Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, MS
Dr. Muhammad Rifan
Dr. M. Ary Heryanto
Dr. Jemie Muliadi
Dr. Herwin Suprijono
Dr. Hakam Muzakki
Dr. Wayan Nata Septiadi
Dr. Karlisa Priandana
Dr. Yohan Suryanto
Dr. Prima Dewi Purnamasari
Dr. Agung Nugroho
Dr. Elda Melwita
Dr. Maghfirawaty
Dr. Arbai Yusuf
Dr. Agung Enriko
Dr. Melinda
Dr. Adian Fathur Rochim
Dr. Misbachuddin
Dr. Afny Andryani
Dr. Yusuf Lestanto
Dr. Wike Handini
Dr. Isdawimah
Dr. Hartono Budi Santoso
Dr. Budianto
Dr. Ida Zahrina
Dr. Desi Heltina
Dr. Dede Lia Zariatina
Dr. Suwarsono

DAFTAR ISI

SAINS

SA-01	GEOLOGI DAN STUDI KARAKTERISTIK FORMASI MUARA ENIM DAERAH PADURAKSA DAN SEKITARNYA, KECAMATAN TANJUNG AGUNG, KABUPATEN MUARA ENIM PROVINSI SUMATERA SELATAN <u>A.R. Munthe, Harnani</u>	1
SA-02	STUDI PETROGRAFI BATUAN VULKANIK DAERAH MENDINGIN DAN SEKITARNYA, OGAN KOMERING ULU <u>A. Arifin, E.W.D. Hastuti</u>	6
SA-03	LINGKUNGAN PENGENDAPAN FORMASI SAWAHTAMBANG DAERAH MUARO GAMBOK KABUPATEN SIJUNJUNG PROVINSI SUMATRA BARAT <u>A.D. Putri, B.K. Susilo</u>	13
SA-04	STUDI LINGKUNGAN PENGENDAPAN FORMASI OMBILIN JORONG KOTO GADANG KABUPATEN TANAH DATAR PROVINSI SUMATERA BARAT <u>Ammar M., Harnani</u>	20
SA-05	KELEMBAGAAN LOKAL MENJAGA HUTAN DAN AIR IRIGASI KAWASAN SIMARETUNG KECAMATAN MARANCAR KABUPATEN TAPANULI SELATAN SUMATERA UTARA <u>Angelia Utari Harahap, Iswar Pangaloan Harahap</u>	26
SA-06	STUDI KARAKTERISTIK BATUAN KARBONAT DAERAH KOTA KARANG MUARADUA SUMATERA SELATAN <u>A.R.Rahmansyah, Falisa</u>	32
SA-07	KARAKTERISTIK BATUPASIR FORMASI LEMAU DI KECAMATAN KERKAP, KABUPATEN BENGKULU UTARA, PROVINSI BENGKULU <u>A. Bimantara, Falisa</u>	35
SA-08	KARAKTERISTIK BATUSABAK FORMASI KUANTAN BERDASARKAN ANALISA PETROGRAFI DAERAH TANJUNG BALIK, KABUPATEN LIMA PULUH KOTA, SUMATERA BARAT <u>B. Khaterina, Falisa</u>	40
SA-09	KARAKTERISTIK DEPOSISI BATUPASIR FORMASI MENGGALA DI DESA KOTO BANGUN DAN SEKITARNYA KABUPATEN LIMA PULUH KOTA, SUMATERA BARAT <u>B.P. Nasution, E. Sutriyono</u>	46

SEH-05	ELABORASI KOMPETENSI PENGADILAN HAK ASASI MANUSIA DALAM MENANGANI KASUS-KASUS LINGKUNGAN: STUDI BANDING DENGAN PENGADILAN HAK ASASI MANUSIA EROPAH <u>Dr. H. Achmad Romsan, SH., MH., LL.M. Meria Utama Irsan</u>	841
SEH-07	KAJIAN BENTUK DAN FUNGSI SENI UKIRAN KHAS PALEMBANG PADA AL QURAN AL AKBAR <u>H Mubarat, H Iswandi</u>	846
SEH-08	BENTUK DAN FUNGSI ORNAMEN RUMAH TRADISIONAL KAMPUNG ARAB AL-MUNAWWAR PALEMBANG <u>Mukhsin Patriansah, M.Sn, Yayan Hariansyah, M.Sn</u>	855
SEH-09	JARINGAN SOSIAL BURUH MIGRAN DI KOTA PALEMBANG <u>S. Soraida, G. Isyanawulan, F. Malinda</u>	865
SEH-10	TELAAH RITME PADA NOTASI BALOK <u>Silo Siswanto, Feri Firmansyah</u>	871
SEH-13	ANALISIS SUPPLY DAN DEMAND TENAGA KERJA DI KAWASAN INDUSTRI PERTAMBANGAN NIKEL PT. IMP DI KABUPATEN MOROWALI <u>Yeni Nuraeni</u>	876
PANGAN, FARMASI DAN KESEHATAN		
PFK-01	PKM WIRUSAHA PENGOLAHAN PRODUK BERBAHAN BAKU UDANG DI KABUPATEN BANYUASIN PROVINSI SUMATERA SELATAN <u>Fitra mulia jaya, Indah Anggraini Yusanti, Lia Perwitasari</u>	884
PFK-02	PENGARUH MIKORIZA ARBUSKULAR DALAM MENINGKATKAN PERTUMBUHAN ANAKAN SALAK SIDIMPUAN (SALACCA SUMATRANA BECC.) <u>R. Amnah, M. Friska</u>	891
PFK-03	PERTUMBUHAN KOLONI MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS PADA AGAR DARAH DENGAN PENAMBAHAN AIR KELAPA (COCOS NUCIFERA. L) DAN MEDIA LOWENSTEIN JENSEN <u>M. Nuraeni, R. Sebayang</u>	896
PFK-04	KANDUNGAN LOGAM BERAT TIMBAL (PB) DAN KADMIUM (CD) PADA DAGING IKAN GABUS (CHANNA SRIATA) YANG DIJUAL DI PASAR KM 5 PALEMBANG <u>P.D. Mariadi, I. Kurniawan</u>	900
PFK-05	KARAKTERISTIK HIDROLOGI KAWASAN GAMBUT KEBUN RAYA SRIWIJAYA PROVINSI SUMATERA SELATAN <u>Sri Maryani, Oom Komalasari, Oktaf Juairiyah</u>	904

KANDUNGAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) DAN KADMIUM (Cd) PADA DAGING IKAN GABUS (*Channa Sriata*) YANG DIJUAL DI PASAR KM 5 PALEMBANG

P.D. Mariadi¹, dan I. Kurniawan^{1*}

¹ DIV Teknologi Laboratorium Medik UNIKA Musi Charitas Palembang
Corresponding author: iankurniawan@ukmc.ac.id

ABSTRAK : Ikan Gabus (*Channa Sriata*) merupakan produk ikan yang potensial untuk diolah menjadi berbagai macam produk makanan. Ikan gabus tergolong ikan predator yang berpotensi tinggi tercemar logam berat seperti Logam Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd). Ikan gabus dalam penelitian ini diambil dengan metode *Simple random sampling* di pasar KM 5 Palembang. Hasil pengujian kadar logam Timbal pada 3 ikan gabus segar dan ikan asin memiliki kadar berturut turut 0.0419 mg/kg; 0.0450 mg/kg dan 0.0385 mg/kg untuk ikan gabus segar dan 0.49 mg/kg; 0.42 mg/kg dan 0.66 mg/kg untuk ikan asin gabus. Hasil pengujian kadar logam Kadmium pada 3 ikan gabus segar memiliki kadar berturut-turut 0.1291 mg/kg; 0.1449 mg/kg dan 0.1573 mg/kg. Kadar logam Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada ikan Gabus (*Channa Sriatai*) memiliki kadar dibawah ambang batas baku mutu kadar logam untuk produk ikan segar yaitu 0.4 mg/kg dan 0.5 mg/kg. Sedangkan untuk produk ikan asin gabus memiliki kadar logam Timbal diatas ambang batas baku mutu untuk kadar logam timbal yaitu 0.3 mg/kg untuk olahan ikan.

Kata Kunci: Timbal, Kadmium, Ikan gabus (*Channa Sriata*)

ABSTRACT : Striped Snakehead (*Channa Sriata*) is a potential product that can be processed into various food products. Striped snakehead is classified as a high- potential predator fish contaminated with heavy metals such as lead and cadmium. The Striped Snakehead were taken using the simple random sampling method on traditional markets KM 5 Palembang. The Lead content on three fresh striped snakehead and salted striped snakehead consecutively 0.0419 mg/kg; 0.0450 mg/kg; 0.0385 mg/kg for fresh striped snakehead and 0.49 mg/kg; 0.42 mg/kg ; 0.66 mg/kg for salted striped snakehead. The cadmium content on three fresh stiped snakehead were 0.1291 mg/kg; 0.1449 mg/kg and 0.1573 mg/kg. The Lead and kadmium content in fresh striped snakehead (*Channa Sriata*) below the standart threshold of metal content for fresh fish which are 0.4 mg/kg for lead and 0.5 mg/kg for cadmium. Whereas the lead content for salted striped snakehead exceeds the standart threshold of metal content that is 0.3 mg/kg.

Keyword : Lead, Cadmium, Striped snakehead (*Channa Sriata*)

PENDAHULUAN

Palembang merupakan salah satu ibukota provinsi di pulau sumatera yang mempunyai banyak macam kuliner yang di modifikasi dari bahan dasar ikan. Banyak masyarakat yang mengkonsumsi ikan karena selain mudah didapat dan murah. Salah satu produk ikan air tawar yang sering dikonsumsi adalah ikan gabus (*Channa Sriata*). Ikan Gabus merupakan salah satu bahan pangan potensial yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber antioksidan karena kandungan gizi yang tinggi yaitu kadar protein dalam 100 gram daging ikan gabus 25,2 gram (Santoso, 2009). Dengan semakin meningkatnya jumlah penduduk dan kegiatan industri, maka akan meningkatkan angka pencemaran logam berat di

ekosistem perairan terutama pada ikan predator seperti ikan gabus (*Channa sriata*).

Logam berat dalam habitat perikanan dapat terakumulasi terutama dalam daging ikan sehingga dapat berpindah ke tubuh manusia melalui rantai makanan (Ahmed et al, 2015; Cheng et al. 2017). Beberapa kontaminasi logam berat yang menjadi perhatian saat ini adalah logam timbal (Pb) dan Kadmium (Cd). Bioakumulasi logam timbal dalam makanan dapat mengakibatkan berbagai masalah kesehatan mulai dari penurunan sistem imunitas, gangguan mental, tekanan darah tinggi, penurunan IQ dan Kanker (Flora et al, 2007; Manikantan et al, 2010). Logam Kadmium memiliki pengaruh hingga ke dalam sel tubuh dimana logam ini dapat menghambat rantai transfer elektron dalam mitokondrial. (Wang et al, 2004).

Pencegahan terjadinya biokumulasi logam berat seperti Timbal dan Kadmium dalam tubuh manusia perlu dilakukan, oleh karena itu diperlukan suatu penelitian untuk menganalisis kandungan logam berat kadmium dan Timbal pada daging ikan gabus. Menurut SNI (7387 : 2009) batas maksimum cemaran logam berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) dalam pangan untuk ikan adalah 0.4 mg/kg dan 0.5 mg/kg. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan logam berat (Pb dan Cd) pada daging ikan Gabus (*Channa Sriata*) dan menentukan batas aman untuk mengkonsumsi ikan yang mengandung logam berat.

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Cool box*, Pipet ukur, Spektrofotometer Serapan Atom (Shimadzu AA 7000) dengan lampu katoda Kadmium dan timbal, neraca analitik, hot plate dan alat-alat gelas lainnya.

Bahan dalam penelitian ini adalah ikan Gabus (*Channa Sriata*) yang dijual di pasar KM 5 Palembang berupa ikan gabus segar dan ikan asin gabus dengan teknik *simple random sampling*. Bahan yang digunakan Amonium Hidroksida, asam nitrat, asam klorida, larutan standart Timbal dan Kadmium

Metode penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data primer berupa kandungan logam berat pada daging ikan gabus yang telah dibeli di pasar KM 5 Palembang. Sampel Ikan gabus yang dipilih ada dua jenis yaitu ikan gabus segar dan ikan asin gabus. Untuk menjamin ke higienisan, ikan yang didapatkan disimpan dalam *cool box* untuk dibawa ke laboratorium. Sebelum dilakukan analisis kandungan logam beratnya, ikan dicuci dan disimpan dalam freezer.

Analisa Logam Pb dan Cd

Logam berat Pb dan Cd dalam ikan gabus (*Channa Sriata*) dianalisa menggunakan Spektrofotometer serapan atom (SSA) merk Shimadzu AA-7700 di laboratorium Balai Riset Dan Standarisasi Industri (BARISTAND) KM 9 Palembang. Sebelum dianalisa terlebih dahulu sampel diambil dagingnya dengan cara difilet pada bagian punggung sirip dorsal pertama sampai bagian awal sirip dorsal kedua. Kemudian daging ikan yang sudah difilet dimasukkan kedalam erlemeyer 100 mL.

Sampel daging sebanyak 5 gr didetruksi dengan menggunakan metode basah dengan ditambahkan 10 mL HNO₃ 65 % dan 2 ml H₂O₂ dan dipanaskan pada suhu 100 °C selama 3 jam hingga larutan berwarna jernih. Larutan tersebut disaring menggunakan kertas saring Whatman no

42 ke dalam labu takar 50 ml dan diencerkan hingga tanda batas. Sampel yang sudah siap dianalisa menggunakan Spektrofotometer serapan atom pada panjang gelombang 228,8 nm untuk kadmium dan 283,3 nm untuk logam timbal (SNI 2354.5 : 2011). Sebelum sampel di analisa maka terlebih dahulu metode pengujian ini diverifikasi dengan pengukuran linieritas, presisi, akurasi *Limit of detection* (LOD) dan *limit of quantitation* (LOQ).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa sampel ikan gabus diawali dengan verifikasi metode pemeriksaan. Hal ini dilakukan untuk menguji ketanggungan metode pemeriksaan dan membutuhkan bahwa laboratorium memiliki data kinerja. Verifikasi metode merupakan konformasi ulang dengan cara menguji suatu metode apakah metode tersebut sesuai tujuan (Riyano, 2014). Parameter pemeriksaan dalam kegiatan verifikasi metode terdiri dari uji Linearitas, Uji Preesisi, Uji Akurasi, *limit of detection* (LOD) dan *limit of quantitation* (LOQ).

Linearitas merupakan metode uji untuk memastikan hubungan yang linier antara konsentrasi analis dan sinyal atau respon detektor. Pengukuran linieritas ditunjukkan dengan harga koefisien korelasi (r) (Sasongo *et al.* 2017). Uji presisi dilakukan untuk mengetahui kedekatan atau kesesuaian antara hasil uji satu dengan yang lainnya. Pengukuran presisi digambarkan dalam bentuk % RSD (*Relative standar deviation*). Uji Akurasi adalah ukuran yang menunjukkan derajat kedekatan hasil analisis dengan kadar analit sebenarnya yang dinyatakan sebagai persen perolehan kembali (*Recovery*).

Limit of Detection (LOD) menyatakan limit deteksi terendah analit dalam sampel yang masih dapat terdeteksi, sedangkan *Limit of Quantitation* (LOQ) menyatakan limit kuantitasi yaitu konsentrasi terendah analit dalam sampel yang dapat ditentukan dengan presisi dan akurasi yang dapat diterima. Hasil pengujian verifikasi metode pemeriksaan logam Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Verifikasi metode pemeriksaan Pb dan Cd

Uji Verifikasi	Timbal (Pb)	Kadmium (Cd)	Batas keberterimaan
Linieritas (r)	0.996	0.999	≥ 0.99.
Presisi (%RSD)	5 %*	1.84 %**	* ≤ 32% ** ≤ 2%
Akurasi (%) <i>Recovery</i>	82.57 %	106.17 %	80 – 110 %
LOD	0.0072 ppm	0.004 ppm	-
LOQ	0.0242 ppm	0.01 ppm	-

Verifikasi metode pengujian pemeriksaan logam Pb dan Cd mengacu SNI no 2354.5 tahun 2011. Berdasarkan

data diatas maka terlihat semua parameter uji verifikasi metode memenuhi batas keberterimaan yang artinya kedua metode pemeriksaan ini handal dan dapat dipercaya untuk menentukan kadar logam Pb dan Cd dalam sampel Ikan.

Ikan dan produk ikan lainnya merupakan produk perikanan yang direkomendasikan untuk dikonsumsi secara rutin oleh manusia karena dapat mengurangi resiko hipertensi dan kanker (Khawaja *et al.* 2014). Akan tetapi produk ikan saat ini dapat terkontaminasi logam berat seperti Timbal dan Kadmium.

Logam Timbal adalah logam berat yang berasal dari beberapa sumber industri antara lain, industri cat, pupuk, pestisida dan baterai sedangkan logam kadmium merupakan logam tarnsisi yang tidak diketahui fungsinya dalam tubuh. Kedua logam ini sangat beracun walaupun dalam jumlah yang sedikit karena kelarutannya dalam air dan sifatnya yang dapat terakumulasi dalam tubuh. Hasil pemeriksaan kadar logam Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini

Tabel 2. Kadar logam Pb dan Cd dalam ikan gabus

Sampel	Kadar Pb (mg/Kg)	Kadar Cd (mg/Kg)
A1	0.0419	0.1291
A2	0.0450	0.1449
A3	0.0385	0.1573
B1	0.49	-
B2	0.42	-
B3	0.66	-

Berdasarkan data tabel 2 diatas dapat dilihat ketiga sampel ikan gabus segar (sampel A1, A2, A3) yang dianalisa memiliki kadar logam Pb dan Cd dibawah batas baku mutu yang telah ditetapkan oleh SNI yaitu 0.4 mg/kg dan 0.5 mg/kg. Untuk sampel Ikan asin gabus (sampel B1, B2, B3) memiliki kadar logam Pb melebihi ambang batas baku mutu yang ditetapkan oleh SNI yaitu 0.3 mg/kg dalam produk olahan ikan.

Semua sampel ikan yang diperiksa mengandung logam berat berupa timbal (Pb) dan kadmium (Cd). Kandungan logam berat dalam produk ikan ini perlu diwaspadai karena sifatnya yang dapat terakumulasi dalam tubuh. Sampel ikan gabus segar memiliki kadar logam berat yang masih dibawah ambang batas mutu dengan kadar logam Cd lebih besar dibandingkan Pb. Sedangkan untuk produk ikan asin gabus. Kadar logam Pb melebihi ambang batas baku mutu sehingga perlu diwaspadai dan butuh pengolahan sebelum dikonsumsi.

Akumulasi logam berat dalam tubuh ikan disebabkan adanya kontak antara ikan dengan logam berat tersebut dengan medium perairan yang mengandung senyawa toksik. Semakin buruknya kondisi lingkungan perairan maka akan semakin meningkatkan akumulasi logam berat

dalam ikan (Priana *et al.* 2016). Logam berat yang terakumulasi dalam ikan dapat masuk dalam beberapa jalan antara lain jalur pernapasan, saluran makanan dan melalui kulit. Logam diabsorbsi dalam daging ikan oleh darah yang kemudian didistribusikan ke seluruh jaringan tubuh (Darmono, 2008).

KESIMPULAN

Kandungan logam berat Pb dan Cd dalam ikan gabus segar dibawah ambang batas yang telah ditetapkan, namun pada sampel ikan asin gabus melebihi ambang batas yang telah ditetapkan. Ikan gabus segar yang dibeli dari pasar KM 5 Palembang masih aman untuk dikonsumsi akan tetapi harus diwaspadai kandungan logam berat Pb dan Cd dalam ikan karena apabila dikonsumsi dapat terakumulasi dalam tubuh dan mengganggu kesehatan

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, M.K., Shaheen, N., Islam, M.S., Habibullah- Almamum M., Islam, S., Mohiduzaman, M., Bhattacharjee, L., 2015. Dietary intake of trace elements from highly consumed cultured fish (*labeo rohita*, *pangasius* and *oreochromis mossambicus*) and human health risk implications in Bangladesh. *Chemosphere* 128, 284-292
- Badan Standarisasi Nasional. (2011). Penentuan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Produk Perikanan. SNI 2354.5
- Cheng, J., Zhang, X., Tang, Z., Yang, Y., Nie, Z. and Huang, Q. (2017). Concentrations and human health implications of heavy metals in market foods from a chinese col-mining city. *Environmental Toxicology and Pharmacology*. 50 : 37-44.
- Darmono. (2008). Lingkungan Hidup dan Pencemaran Hubungannya Dengan Toksikologi Senyawa Logam. Jakarta: UI – Press.
- Flora, S.J.S., Saxena, F.G. and Mehta, A. (2007). Reversal of lead-induced neuronal apoptosis by chelation treatment in rats : role of reactive oxygen species and intracellular Ca²⁺. *J Pharmacol. Exp. Ther.* 322: 108-116.
- Khawaja, O.A., Gaziano, J.M., Djoussé, L., (2014). N-3 Fatty Acids for prevention of cardiovascular disease. *Curr. Atheroscler. Rep.* 16, 450.

- Manikantan, P., Balachandar, V. and Sasikala, K. (2010). DNA damage in worker occupationally exposed to lead, using comet assay. *Int. J. Biol.* 2(1) : 103-110.
- Priatna DE, Purnomo T, Kuswanti N. (2016). Kadar logam berat timbal (Pb) pada air dan ikan bader (*Barbphnymus gonionotus*) di sungai Brantas wilayah Mojokerto. *Lentera Bio* 5(1): 48-53.
- Riyanto. (2014). Validasi & Verifikasi Metode Uji: Sesuai dengan ISO/IEC 17025 Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi. Yogyakarta: Deepublish. pp: 9-71.
- Santoso, H.(2009). Uji Potensi ekstrak ikan gabus (*Channa striata*) sebagai hepatoprotector pada tikus yang diinduksi dengan parasetamol [tesis]. Bogor (ID) Institut pertanian bogor.
- Sasongko, Ashadi., Kurniawan Y., Dwi Sarastrri. (2017). Verifikasi Metode Penentuan Logam Kadmium (Cd) dalam Air Limbah Domestik dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. Jakarta. Vol.6:2
- Wang, Y., Fang. J., Leonard, S.S. and Rao, K.M.K. (2004). Cadmium inhibits the electron transfer chain and induces reactive oxygen species free radical. *Bio. Med.* 36 : 1434-1443.