

UJI TOKSISITAS AKUT LIMBAH CAIR KAMPUNG BATIK GIRILOYO TERHADAP IKAN MAS (*Cyprinus carpio*) DENGAN MENGGUNAKAN REAKTOR KOMBINASI ANAEROB-AEROB

Ayu Diah Pangestuti^[1], Any Juliani^[2], Dewi Wulandari^[3]

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

Email: ayudiahpangestuti@yahoo.co.id^[1], any.juliani@uii.ac.id^[2]

Abstrak

*Limbah cair industri batik yang langsung dibuang ke lingkungan tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu dapat menyebabkan pencemaran lingkungan yang berdampak langsung terutama pada biota air. Tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisis efektifitas reaktor kombinasi anaerob-aerob dalam menurunkan nilai toksisitas limbah cair industri batik di Kampung Batik Giriloyo dengan melakukan uji toksisitas akut limbah sebelum pengolahan (influent) dan setelah pengolahan (effluent) terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) menggunakan metode Whole Effluent Toxicity (WET). Pengujian parameter limbah cair batik dilakukan terhadap nilai COD, BOD, TSS, Warna dan Total Krom (Cr) dan menghasilkan persen removal secara berturut-turut sebesar 74%, 73%, 69%, 53%, dan tidak ditemukan kandungan total krom dari limbah yang diujikan. Hasil pengujian toksisitas akut terhadap limbah influent dan effluent menggunakan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) menghasilkan nilai LC₅₀ dan TUa 0,861 dan 116,114 (toksisitas akut sangat tinggi) pada limbah influent serta 90 dan 1,1 (toksisitas aku) pada limbah effluent. Penurunan kadar limbah cair batik pada penelitian ini berpengaruh pada penurunan nilai toksik pada Ikan Mas (*Cyprinus carpio*).*

*Kata kunci: reaktor kombinas anaerob-aerob, limbah batik, toksisitas, Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)*

Abstract

*Batik industrial liquid waste that is directly disposed of in the environment without prior treatment can cause environmental pollution which has a direct impact, especially on aquatic biota. The purpose of this study is to analyze the effectiveness of anaerobic-aerobic combination reactors in reducing the toxicity value of batik industry liquid water in Kampung Batik Giriloyo by conducting an acute toxicity test of waste before processing (influent) and after processing (effluent) of goldfish (*Cyprinus carpio*) using the method Whole Effluent Toxicity (WET). Testing the parameters of batik liquid waste was carried out on the values of COD, BOD, TSS, Color and Total Chromium (Cr) and produced percent removal in a row of 74%, 73%, 69%, 53%, and no total chrome content of waste was found. Results of acute toxicity testing wastes using Goldfish (*Cyprinus carpio*) yielded LC₅₀ and TUa 0.861 and 116.114 (Very high acute toxicity) in influent waste and 90 and 1.1 (toxicity acute) in effluent waste. The decrease in the level of batik liquid waste in this study has an effect on the reduction of the toxic value of goldfish (*Cyprinus carpio*).*

*Keywords: anaerobic-aerobic combination reactor, batik waste, toxicity, goldfish (*Cyprinus carpio*).*

PENDAHULUAN

Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) merupakan daerah yang memiliki industri batik yang cukup banyak. Keberadaan industri batik ini memberikan dampak positif bagi perekonomian masyarakat dan juga sebagai salah satu upaya dalam melestarikan budaya daerah. Namun di sisi lain, industri batik juga menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan karena menghasilkan limbah

cair dalam jumlah cukup banyak dalam proses produksinya. Limbah cair dari industri batik terdiri dari limbah organik dan anorganik yang dapat mengubah seluruh atau sebagian dari karakteristik biologis, fisik, dan kimia badan penerima apabila langsung dibuang ke lingkungan (Gomez et al., 2007). Penggunaan reaktor kombinasi anaerob-aerob dipilih untuk mendapatkan tingkat efisiensi yang lebih tinggi karena dilakukan penguraian dua kali. Dalam mekanisme pengolahan anaerob terjadi konversi bahan organik menjadi gas bio atau gas metan dan karbondioksida (Ariani et. al. 2014). Reaktor anaerob dilengkapi dengan media penyaring air limbah sebagai media tumbuh dan berkembang mikroorganisme (*attached growth treatment processes*) yang selanjutnya akan membentuk biofilm. Biofilm menghasilkan densitas populasi lebih tinggi dan stabil serta tahan terhadap perubahan kondisi lingkungan sehingga dalam penggunaannya untuk mengolah limbah cair mampu menghasilkan efisiensi yang tinggi (Sastrawirdana et al., 2011). Penambahan reaktor aerob bertujuan memberikan tambahan oksigen ke dalam limbah untuk mendegradasi senyawa kontaminan. Pada proses aerob terjadi mineralisasi amina aromatik disertai penghilangan bau sehingga diharapkan nilai COD dan BOD menjadi rendah (Sastrawirdana et al., 2012).

Biomonitoring terhadap limbah yang telah diolah perlu dilakukan untuk memastikan limbah tersebut aman dibuang ke lingkungan dengan melakukan uji toksisitas. Uji toksisitas menunjukkan respon lengkap organisme uji terhadap seluruh senyawa yang ada. Uji toksisitas terhadap limbah cair industri batik tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Whole Effluent Toxicity* (WET). Metode WET menguji efek samping atau toksisitas pada suatu organisme air yang disebabkan oleh paparan limbah. Pengujian WET digunakan untuk mengukur potensi toksisitas seluruh bahan kimia dalam limbah (SETAC, 2004). Kelebihan dari uji WET dibandingkan dengan analisis kimia uji tersebut dapat mengukur efek biologi dari zat kimia di dalam limbah cair (Yi et. al., 2009). Dalam pengujian WET digunakan metode uji toksisitas akut untuk menentukan nilai *Lethal Concentration* (LC_{50}) (Roopadevi, 2012).

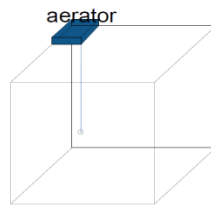
Tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisis efektifitas reaktor kombinasi anaerob-aerob dalam menurunkan nilai toksisitas limbah cair industri batik di Kampung Batik Giriloyo dengan melakukan uji toksisitas akut limbah sebelum pengolahan (influent) dan setelah pengolahan (effluent) terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) menggunakan metode Whole Effluent Toxicity (WET). Pengujian toksisitas dilakukan menggunakan ikan mas (*Cyprinus carpio*) karena peka terhadap perubahan lingkungan sehingga dapat ditentukan kadar limbah yang menyebabkan efek toksik terhadap ikan mas (Husni, 2012). Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan suatu metode pengolahan limbah cair khususnya limbah industri batik serta memberikan gambaran mengenai *effluent* yang aman dibuang ke lingkungan.

METODE PENELITIAN

Pengolahan limbah dilakukan menggunakan reaktor kombinasi anaerob-aerob. Pengoperasian awal reaktor ini dilakukan dengan mengalirkan air limbah ke bioreaktor anaerob secara *down flow*. Pengambilan sampel dilakukan setelah dibatch selama 1, 2 dan 3 hari di bak anaerob, kemudian dialirkan ke bak aerob dan diaerasi selama 1, 2, dan 3 hari. *Effluent* hasil pengolahan anaerob maupun aerob dianalisis parameter warna, BOD, COD, dan TSS, dan total krom. Setelah melalui reaktor aerob *effluent* dialirkan ke bak pengendapan untuk menstabilkan aliran. *Effluent* hasil pengolahan yang telah melalui pengolahan anaerob tiga hari dan aerob tiga hari saja yang akan diuji tingkat toksisitasnya terhadap ikan mas (*Cyprinus carpio*).

Pengujian toksisitas terhadap ikan Mas (*Cyprinus carpio*) dilakukan untuk membandingkan nilai LC_{50} pada masing-masing pengujian yaitu terhadap limbah *influent* dan *effluent* yang selanjutnya akan diketahui nilai TUa nya. Uji toksisitas menggunakan metode Whole Effluent Toxicity (WET) dilakukan dengan pengujian multi konsentrasi untuk menentukan kisaran toksisitas sampel uji dan dilakukan dengan tipe *static non renewal* yaitu pengujian dilakukan dengan

menggunakan limbah yang sama hingga akhir pengujian tanpa adanya pergantian limbah atau pemindahan hewan uji (USEPA, 2002).



Gambar 1. Reaktor Pengujian Toksisitas Limbah Batik

Proses awal pengujian toksisitas dimulai dengan aklimatisasi hewan uji yaitu Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) untuk menyesuaikan dengan lingkungan laboratorium (lingkungan baru). Proses aklimatisasi ini dilakukan selama 7 hari, sehari sebelum siap digunakan dan selama proses pengujian ikan dipuasakan (Tyas et. al., 2016). Ikan yang mati selama proses ini akan segera dibuang untuk menjaga keadaan air agar tidak bau dan mempengaruhi ikan lainnya. Jumlah kematian ikan pada tahap aklimatisasi sebesar $>10\%$ akan dilakukan pengulangan uji karena dianggap kondisi ikan sudah tidak baik untuk digunakan pada pengujian toksisitas.

Pengujian selanjutnya yaitu uji pendahuluan. Pada tahap uji pendahuluan sampel *effluent* limbah cair industri batik di uji untuk menentukan batas kisaran kritis (critical range test) yang selanjutnya menjadi dasar dari penentuan konsentrasi pada uji toksisitas (Husni et. al., 2012). Pengenceran uji WET dalam penentuan toksisitas akut (LC_{50}) digunakan faktor pengenceran 0,5 Rentan nilai konsentrasi yang digunakan yaitu 6,25%, 12,5%, 25%, 50%, 100% dalam kapasitas 10L air (USEPA, 2000). Hewan uji akan dimasukkan dalam 6 akuarium berisi air yang telah ditambah *effluent* dengan konsentrasi berbeda masing-masing 20 ekor. Pengamatan mortalitas hewan uji dilakukan pada jam ke-0, 24, 48 dengan tetap memperhatikan perubahan perilaku dan morfologi ikan selama pengujian serta tetap dilakukan pemberian aerasi.

Konsentrasi yang didapat dari uji pendahuluan digunakan untuk menentukan konsentrasi pada uji toksisitas. Uji toksisitas *effluent* limbah cair industri batik dilakukan pengamatan mortalitas hewan uji jam ke-0, 24, dan seterusnya dengan pengulangan 12 jam hingga 96 jam. Pengukuran

kualitas air dilakukan setiap hari dengan parameter suhu, pH, dan DO. Pada tahap ini hewan uji diberi makan dan setiap perlakuan diberi aerasi. Data mortalitas kemudian di analisis untuk menentukan toksisitas LC₅₀.

Data mortalitas dari uji toksisitas dianalisa dengan mengacu pada analisa probit (Metode Hubbert). Analisis probit merupakan hubungan nilai logaritma konsentrasi bahan toksik uji dan nilai probit dari persentase mortalitas hewan uji yang merupakan fungsi linier. Nilai LC₅₀ yang didapatkan digunakan untuk menentukan Toxic Unit Acute (TUa). Nilai TUa merupakan timbal balik dari konsentrasi limbah yang menyebabkan 50% organisme mati pada akhir uji toksisitas akut dan dapat memberikan klasifikasi kelas toksik suatu limbah.

Berdasarkan (Persoone et. al., 2003) klasifikasi bahaya untuk limbah yang dibuang ke dalam lingkungan akuatik membagi kelas untuk tingkatan nilai TU pada tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Nilai TU

TU	Kelas	Keterangan
<0,4	Kelas I	<i>No acute toxicity</i>
0,4 < TU < 1	Kelas II	<i>Slight acute toxicity</i>
1 < TU < 10	Kelas III	<i>Acute toxicity</i>
10 < TU < 100	Kelas IV	<i>High acute toxicity</i>
TU > 100	Kelas V	<i>Very high acute toxicity</i>

Sumber: (Persoone et. al., 2003)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 2. Kadar Limbah *Influent* dan *Effluent* untuk Uji Toksisitas

No	Parameter	Limbah	Kadar	Satuan
1	BOD	Influent	424,3	mg/L
		Effluent	135	
2	COD	Influent	3637	mg/L
		Effluent	1037	
3	TSS	Influent	1106	mg/L
		Effluent	452	
4	Warna	Influent	1946,7	-
		Effluent	1015	

Hasil penelitian ini menghasilkan persen efisiensi pengolahan dengan parameter BOD, COD, TSS, dan warna secara berturut-turut sebesar 73%, 74%, 69%, 53%. Limbah *influent* diambil langsung dari Kampung Batik Giriloyo dan langsung digunakan untuk uji toksisitas tanpa melalui pengolahan berbeda dengan *influent* yang digunakan pada saat running reaktor pengolahan. Tabel 2 menunjukkan kadar limbah *influent* dan kadar limbah *effluent* yang digunakan dalam uji toksisitas.

Hasil aklimatisasi menunjukkan bahwa kematian Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) pada aklimatisasi untuk pengujian limbah *influent* berjumlah tujuh ekor (2,3%) dan pada aklimatisasi untuk pengujian limbah *effluent* berjumlah dua ekor (0,6%), keduanya menunjukkan persentase kematian yang masih dibawah persentase kematian yang diperbolehkan (10%). nilai DO terendah pada angka 5,1 mg/L. Menurut (SNI 8296.4, 2016) kadar osigen untuk pertumbuhan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) minimal 5 mg/L. Nilai pH masih berkisar pada 6,9-7,5 serta nilai suhu 25,8-26,8⁰C yang masih sesuai dengan persyaratan kondisi aklimatisasi dan kualitas air pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*).

Uji pendahuluan menghasilkan selang pengenceran baru untuk limbah *influent* yaitu 0%; 0,19%; 0,39%; 0,78%; 1,56%; 3,125%. Pada uji pendahuluan limbah *effluent* didapat persen pengenceran yang baru yaitu 0%; 10,5%; 17,64% ;29,6%; 50%; 80%. Pengukuran pH, suhu, dan DO pada uji pendahuluan menunjukkan nilai DO 6,4-8,3 mg/l, pH berkisar pada 7,2-8,5, suhu berkisar 23-26,1⁰C. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa kematian hewan uji yang terjadi saat uji pendahuluan tidak dipengaruhi oleh ke tiga parameter yang diukur.

Uji toksisitas akut limbah *influent* selama 96 jam menunjukkan mortalitas hewan uji yang semakin tinggi seiring dengan meningkatnya persentase pengenceran limbah. Pada pengenceran tertinggi yaitu 3,125% hewan uji mati sebanyak 19 ekor (95%) pada 24 jam pertama dan satu ekor pada 48 jam berikutnya. Pada pengenceran 1,56% mortalitas hewan uji sebanyak 65% pada 96 jam pengujian. Pada pengenceran 0,78% mortalitas hewan uji sebanyak 50% pada 96 jam pengujian.

Pada pengenceran 0,39% mortalitas sebanyak 15% pada 96 jam dan pada pengenceran 0,19% mortalitas hewan uji sebanyak 5% pada 96 jam pengujian.

Pengujian toksisitas akut pada limbah *effluent* menggunakan pengenceran dengan persentase 0%; 10,5%; 17,64% ;29,6%; 50%; 80% tidak menghasikan mortalitas hewan uji selama 96 jam pengujian. Menurut (USEPA, 2000) hasil pengujian toksisitas menggunakan metode WET dengan hasil tanpa terjadi mortalitas kemungkinan besar dapat terjadi namun belum bisa dikatakan limbah tersebut tidak toksik. Apabila terjadi pengujian toksisitas tanpa mortalitas perlu dilakukan pertimbangan uji pendahuluan sebelumnya, seperti pada pengujian ini hasil mortalitas dengan persen pengenceran tertinggi yaitu 100% terjadi saat uji pendahuluan.

Nilai LC_{50} pengujian toksisitas akut limbah *influent* dihitung menggunakan Metode Probit (US EPA, 2002). Berdasarkan *software EPA Probit Analysis Program Used For Calculating LC/EC Value Version 1.5*. Hasil analisa probit didapatkan nilai LC_{50} 96 jam sebesar 0,861. Nilai tersebut menunjukkan bahwa pada konsentrasi 0, 861% dapat mematikan 50% hewan uji dalam jangka waktu 96 jam. Nilai *toxic unit acute* (TUa) ditentukan dari nilai LC_{50} yang telah didapatkan. TUa limbah *influent* dihitung dengan rumus dan didapat nilai 116,144. Nilai TUa limbah *influent* menunjukkan nilai diatas 100 sehingga masuk dalam ketegori toksik kelas lima dan dapat dikatakan berdasarkan (Persoone et. al., 2003) bahwa limbah *influent* mengandung toksisitas akut sangat tinggi (*Very high acute toxicity*).

Perhitungan nilai LC_{50} pada limbah *effluent* dilakukan dengan metode analisa grafik. Hal tersebut dilakukan karena pada pengujian toksisitas akut limbah *effluent* pada Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) tidak terjadi mortalitas sehingga analisa LC_{50} digunakan metode grafik berdasarkan (USEPA, 2002). Hasil analisa didapatkan perkiraan nilai LC_{50} 96 jam sebesar 90. Nilai tersebut menunjukkan bahwa pada konsentrasi 90% dapat mematikan 50% hewan uji dalam jangka waktu 96 jam. Nilai *toxic unit acute* (TUa) ditentukan dari nilai LC_{50} yang telah didapatkan. TUa limbah

effluent dihitung dengan rumus dan didapat nilai 1,1. Nilai T_{Ua} limbah *effluent* masuk dalam kategori toksik kelas tiga yaitu *Acute toxicity* (Persoone et. al., 2003).

Pengujian yang dilakukan terhadap *influent* dan *effluent* limbah cair industri tekstil menggunakan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) menunjukkan tingkat toksisitas akut limbah *influent* lebih besar dibandingkan dengan limbah *effluent* dengan nilai T_{Ua} secara berturut-turut yaitu 8,99 dan 2,77.

Hasil pengolahan limbah cair batik Kampung Batik Giriloyo menggunakan reaktor kombinasi anaerob-aerob telah menurunkan parameter BOD, COD, TSS, dan warna dengan persen *removal* yang cukup tinggi. Penurunan kadar parameter pada limbah berpengaruh terhadap nilai toksik yang terkandung di dalamnya. Hal tersebut dibuktikan dengan pengujian toksisitas limbah cair batik Kampung Batik Giriloyo terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) yang menghasilkan nilai *toxic unit acuets* (T_{Ua}) pada limbah *influent* lebih tinggi daripada limbah *effluent*.

Analisis Pengaruh Karakteristik Limbah Cair Batik terhadap Mortalitas Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

Pengujian kadar BOD, COD, TSS, dan warna dilakukan pada sampel limbah *influent* dan *effluent*. Hasil pengujian menunjukkan persen *removal* yang cukup tinggi namun seluruh kadarnya masih diatas baku mutu sehingga nilai kadar BOD, COD, TSS, dan warna berpeluang yang menjadikan limbah uji bersifat toksik.

Nilai BOD yang tinggi dalam limbah mengindikasikan tingginya kandungan beban organik yang dapat menyebabkan terjadinya biodegradatif secara anaerob (Ogundiran, 2010) serta menghasilkan produk dekomposisi berupa amonia, CO₂, asam asetat, hidrogen sulfida dan metana yang bersifat toksik untuk hewan perairan (Husni, 2012). Limbah industri dengan beban organik tinggi dapat menurunkan oksigen terlarut yang menghambat pernapasan penyebab afiksia dan gangguan organ seperti disfungsi hati yang menyebabkan kematian (Adewoye, 2005). Berdasarkan

(Svobodova, 1993) batas atas nilai BOD untuk kehidupan optimal Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) pada lingkungan kolam atau sungai berkisar 8-15 mg/L.

Hasil pengujian menunjukkan kandungan COD limbah *influent* lebih besar daripada limbah *effluent* serta tingkat toksisitas yang lebih tinggi pada kadar COD tinggi. Hasil ini sesuai dengan penelitian (Raptis, 2014) mengatakan bahwa peningkatan konsentrasi COD dan BOD menyebabkan peningkatan nilai toksisitas. Berdasarkan (Svobodova, 1993) batas atas nilai COD untuk kehidupan optimal Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) pada lingkungan kolam atau sungai berkisar 20-30 mg/L.

Total Suspended Solid (TSS) mempengaruhi nilai LC_{50} (Husni, 2012). Tingginya kadar TSS pada limbahbati diakibatkan oleh adanya sisa malam dan zat-zat yang ditambahkan pada saat produksi yang masuk ke dalam air (Aryani, 2004). Pada penelitian ini kadar TSS sebesar 1462 mg/L untuk limbah *influent* dan 452 mg/L untuk limbah *effluent*. Menurut (Svobodova, 1993) TSS dengan kadar 200-300 mg/L dapat menjadi faktor lingkungan yang berbahaya bagi ikan perairan hangat dan dingin karena dapat meningkatkan kerentanan pada penyakit tertentu.

Pada penelitian ini kadar warna limbah *influent* sebesar 2180 mg/L dan 1015 mg/L pada limbah *effluent*. Zat warna pada limbah cair industri batik berasal dari pencelupan warna pertama hingga pelorotan karena tidak semua zat warna yang digunakan terserap oleh kain sehingga sebagian tersuspensi di dalam air (Aryani, 2004). Zat warna tidak dapat langsung menimbulkan efek toksik pada ikan, toksisitas zat warna tergantung pada komposisi fisika-kimia air limbah. Pada limbah yang terkandung zat organik dalam jumlah yang besar zat warna terikat pada zat tersebut. Zat warna yang menimbulkan toksisitas sedang pada ikan yang menghasilkan LC_{50} dengan paparan 48 jam berkisar 10-100 mg/L. Kelompok zat warna yang memberikan efek toksik pada ikan meliputi jenis dari pewarna *malachite green* (Svobodova, 1993). *Malachite green* merupakan zat warna dasar untuk celup. *Malachite green* mempunyai warna yang paling cemerlang dibandingkan bahan celup sintetis lainnya yang biasa terkandung dalam pewarna tekstil. Akumulasi zat warna *Malachite*

green dalam tubuh makhluk hidup dapat mempengaruhi sistem kekebalan tubuh, sistem reproduksi dan bersifat karsinogenik serta gemotoksik (Sukmawati, 2014).

KESIMPULAN

1. Efisiensi reaktor kombinasi anaerob-aerob dalam menurunkan kadar parameter BOD, COD, TSS dan warna dari limbah cair Kampung Batik Giriloyo yaitu sebesar 73%, 74%, 69%, dan 53%
2. *Influent* limbah cair dari Kampung Batik Giriloyo termasuk dalam kategori toksisitas akut sangat tinggi (*Very high acute toxicity*) dengan nilai TUa sebesar 116,114 pada waktu paparan 96 jam, sedangkan *effluent* termasuk dalam kategori toksisitas akut (*acute toxicity*) dengan nilai TUa sebesar 1,1 pada waktu paparan LC₅₀ 96

SARAN

Beberapa saran untuk mendukung pengembangan penelitian kedepan sebagai berikut:

1. Melakukan pengolahan limbah cair industri batik dengan metode lain atau dengan penambahan unit pengolahan untuk mendapatkan efisiensi pengolahan yang lebih tinggi.
2. Penambahan parameter uji pada limbah yang akan diujikan.
3. Pengujian toksisitas menggunakan hewan uji lain.
4. Meningkatkan faktor pengenceran (0,5 menjadi 0,65) ketika hasil pengujian toksisitas tidak terjadi mortalitas.
5. Mengaplikasikan pada limbah lain seperti limbah industri dengan kondisi lingkungan yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Adewoye S.O, O.O. Fawole, O.D. Owolabi, and J.S. Omotosho. 2005. **Toxicity of Cassava Wastewater Effluents to African Catfish (*Clarias gariepinus*)**. *Ethiop. J. Sci.*, 28(2):189–194. Faculty of Science, Addis Ababa University.
- Ariani Wuri, Sri Sumiyati, Irawan Wisnu Wardana. 2014. **Studi Penurunan Kadar COD dan TSS pada Limbah Cair Rumah Makan dengan Teknologi Biofilm Anaerob-Aerob Menggunakan Media Bioring Susunan Random Studi Kasus Rumah Makan Bakso Krebo Banyumanik**. Universitas Diponegoro.
- Aryani Yanu, Sunarto, Tetri Widiyani. 2004. **Toksisitas Akut Limbah Cair Pabrik Batik CV. Giyant Santoso Surakarta dan Efek Sublethalnya terhadap Struktur Mikroanatomi Branchia dan Hepar Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* T.)**. *BioSMART Volume 6*. Nomor 2. Halaman 147-153. Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Gomez N, M.V. Sierra, A.Cortelezzi, A. Rodrigues Capitulo. 2007. ***Effect of Discharges from The Textile Industry on The Biotic Integrity of Benthic Assemblages***. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 69 (2008): 472-479.
- Husni Hayatul, dan Esmiralda. 2012. **Uji Toksisitas Akut Limbah Cair Industri Tahu Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Lin) Studi Kasus Limbah Cair Industri Tahu “SUPER” Padang**. Universitas Andalas.
- Ogundiran, M.A., Fawole O.O., Adewoye, S.O. and Ayandiran, T.A. 2010. **Toxicological impact of detergent effluent on juvenile of African Catfish (*Clarias gariepinus*) (Buchell 1822)**. *Agriculture and Biology journal of North America. Department of Pure and Applied Biology*, Ladoke Akintola University of Technology.
- Persoone Guido, Blahoslav Marsalek, Irina Blinova, Andrea Tošćić, Džidra Zarina, Levonas Manusadzianas, Grzegorz Nalecz-Jawecki, Lucica Tofan, Nadejda Stepanova, Livia Tothova,1 Boris Kolar. 2003. **A Practical and User-Friendly Toxicity Classification System with Microbiotests for Natural Waters and Wastewaters**. *Research and Development for Microbiotests, Inc: Toxkit microbiotests*.
- Roopadevi, H, dan R.K. Somashekar. 2012. **Assesment of Toxicity of Waste Water from a Textile Industry to *Cyprinus carpio***. *Journal of Environmental Biology* 33: 167-171.
- Sastrawidana I Dewa Ketut, Bibian W. Lay, Anas Mifta Fauzi, Dwi Andreas Santosa. 2012. **Pengolahan Limbah Tekstil Sistem Kombinasi Anaerob-aerob Menggunakan Biofilm Bakteri Konsorsium dari Lumpur Limbah Tekstil**. *Ecotrohic* 3 (2): 55-60. IPB

- Sastrawidana I Dewa Ketut dan I Nyoman Sukarta. 2011. **Uji Toksisitas Air Limbah Tekstil Hasil Pengolahan pada Reaktor Biofilm Konsorsium Bakteri Anaerob-Aerob Menggunakan Ikan Nila.** *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Sains & Humaniora* Volume 5. Nomor 3: 271-282.
- SETAC (The Society of Environmental Toxicology and Chemistry). 2004. **Whole Effluent Toxicity Testing.** Pentacola.
- SNI 8296.4. 2016. **Ikan Mas (*Cyprinus carpio Linnaeus, 1758*) Bagian 4: Produksi Benih.** Indonesia, Indonesia: BSN.
- Sukmawati Patria, Budi Utami. 2014. **Adsorpsi Zat Pewarna Teksil Malachite Green Menggunakan Adsorben Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao*) Teraktivasi HNO_3 .** *Prosiding Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika (SNFPF) Ke-5 2014.* Volume 5. Nomor 1.
- Svobodova, Z., Lloyd, R., Machova, J., & Vykusova, B. 1993. **Water Quality and Fish Health.** Rome: FAO United Nations.
- U. S. Environmental Protection Agency. 2000. **Method Guidance and Recommendations for Whole Effluent Toxicity (WET) Testing (40 CFR Part 136).** Washington D.C: U. S. Environmental Protection Agency Office of Water.
- U.S. Environmental Protection Agency. 2002. **Methods for Measuring the Acute Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater and Marine Organisms, 5th ed.** EPA/821/R-02/012. *Final Report. Office of Water, Washington DC.*
- Yi Xianliang, Eunhee Kim, Hun-Je Jo, Daniel Schlenk, Jinho Jung. 2009. **A Toxicity Monitoring Study on Identification and Reduction of Toxicants from a Wastewater Treatment Plant.** *Ecotoxicology and Environmental Safety.* Nomor 72: 1919-1924.