

## Pemanfaatan *Azolla* sp. untuk Menurunkan Kandungan COD (*Chemical Oxygen Demand*) dalam Limbah *Laundry*

### Utilization of *Azolla* sp. to Decrease COD (Chemical Oxygen Demand) Content in Laundry Waste Water

Ammelia Mentari, Namastra Probosunu & Ratih Ida Adharini\*

Laboratorium Ekologi Perikanan, Departemen Perikanan, Fakultas Pertanian  
Universitas Gadjah Mada, Jl. Flora 1, Bulaksumur, Yogyakarta

\*Penulis untuk korespondensi, Email: ratih.adharini@ugm.ac.id

#### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan *Azolla* sp. dalam memperbaiki kualitas air limbah *laundry* utamanya parameter kandungan COD. Penelitian dilakukan menggunakan 6 perlakuan dengan masing-masing 3 ulangan dan disusun berdasarkan Rancangan Acak Lengkap. Perlakuan terdiri dari P0 (0 gram), P1 (50 gram), P2 (100 gram), P3 (150 gram), dan P4 (200 gram) yang diletakan dalam bak berisi 30 liter air limbah *laundry* dengan pengenceran 50%. Parameter kualitas air yang diamati yaitu COD, pH, suhu air, dan biomassa setiap 7 hari selama 21 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Azolla* sp. memiliki kemampuan untuk memperbaiki kualitas air limbah *laundry* terutama menurunkan COD. Limbah *laundry* setelah diperlakukan dengan *Azolla* sp. selama 21 hari nilai COD turun dari 133,43 mg/L menjadi 41,52 mg/L. Kepadatan dan waktu efektif *Azolla* sp. dalam memperbaiki kualitas air limbah *laundry* yaitu pada perlakuan 150 gram selama 7 hari karena memerlukan waktu yang lebih singkat sehingga lebih efisien.

**Kata kunci:** *Azolla* sp., COD, kualitas air, limbah *laundry*, rancangan acak lengkap

#### Abstract

This research aims to know the ability of *Azolla* sp. to improve the water quality of laundry wastewater based on COD. This research applied 6 treatments with 3 replications using Completely Randomize Design (CRD) analysis. The treatment consists of P0 (0 gram), P1 (50 gram), P2 (100 gram), P3 (150 gram), and P4 (200 gram) which was placed in a tank that contains 30 liters of laundry wastewater with 50% dilution. The parameters of water quality such as COD, pH, water temperature, and biomass were being observed in every 7 days for 21 days. The result showed that *Azolla* sp. has the ability to improve the quality of the water from laundry wastewater, especially in lowering the COD level. The results showed that the laundry wastewater's COD decreases from 133,43 mg/L to 41,52 mg/L. The density and the effective time of *Azolla* sp. in improving the quality of laundry wastewater is on 7 days of 150 gram treatment or 14 days of 50 gram treatment.

**Keywords :** *Azolla* sp., COD, water quality, laundry waste water, completely randomize design

#### Pendahuluan

Air merupakan komponen utama yang diperlukan oleh makhluk hidup. Air menutupi sekitar 70% permukaan bumi yang terdiri dari 97% air laut dan 3% air tawar (Effendi, 2003). Penggunaan air dibutuhkan untuk sektor rumah tangga, pertanian, perikanan, dan industri. Industri rumah tangga seperti *laundry* banyak bermunculan di wilayah perkotaan. Kota Yogyakarta merupakan salah satu kota yang memiliki perkembangan *laundry* yang sangat pesat. Pengolahan limbah *laundry* yang dipilih harus

mudah diaplikasikan, tidak memerlukan biaya yang tinggi, serta dapat dilakukan secara berkelanjutan. Salah satu pengolahan limbah yang sesuai adalah pengolahan limbah secara biologi (Gower, 1980). Pengolahan limbah menggunakan tumbuhan air memiliki beberapa kelebihan yaitu ramah lingkungan, dapat dikendalikan, serta mudah diaplikasikan.

Nilai LC<sub>50</sub> 96 jam pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) ukuran *fingerling* pada surfaktan Alkyl Benzene Sulfonat (ABS) adalah 7,56 ppm pada konsentrasi tersebut ikan mengalami kerusakan pada jaringan insang dan hati (Hardini *et al.*, 2012). Sedangkan nilai LC<sub>50</sub> 96 jam surfaktan *Linear Alkylbenzena Sulfonat* (LAS) pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) adalah 8,716 ppm (Suparjo, 2010). Kandungan LAS (*Linear Alkylbenzena Sulfonat*) pada deterjen sangat

berbahaya bagi biota perairan terutama organisme *filter feeder* dan organisme dasar (*demersal*) karena surfaktan yang masuk dalam perairan umumnya terakumulasi pada sedimen (Peraza & Blas, 2015).

Tanaman air dapat digunakan sebagai agen fitoremediasi karena memiliki kemampuan untuk menyerap bahan pencemar pada limbah. Menurut Suryati & Priyanto (2003) tanaman air (*Eichornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, dan *Salvinia cucullata*) dapat hidup pada perairan yang mengandung cadmium (Cd) dengan konsentrasi 0,2 ppm dan mampu menyerap cadmium di perairan hingga 93,5 % selama 6 hari. *Azolla* sp. merupakan tumbuhan air yang hidup di persawahan dan dapat digunakan sebagai biofilter (Yusuf, 2008). *Azolla* sp. umumnya hidup di daerah tropik, terapan bebas di permukaan, dan berkembang biak dengan spora. Fikri (2013) menyatakan bahwa *Azolla pinnata* mampu menyerap kadar amonia sebesar 54,56 % pada limbah industri tahu. Wulandari & Simanungsong (2009) meneliti bahwa *Azolla pinnata* dapat menyerap kandungan logam berat Cr sebesar 50,33 % pada limbah batik dengan kepadatan 60 gr/cm<sup>2</sup>. Kajian mengenai kemampuan *Azolla* sp. sebagai tumbuhan fitoremediasi limbah *laundry* di Yogyakarta masih belum banyak dilakukan sehingga perlu dilakukan penelitian terkait topik tersebut.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui perbedaan kualitas air limbah *laundry* sebelum dan sesudah perlakuan dengan *Azolla* sp. khususnya nilai COD, mengetahui kemampuan *Azolla* sp. sebagai tumbuhan fitoremediasi untuk memperbaiki kualitas air limbah *laundry* khususnya nilai COD, dan mengetahui kepadatan pertumbuhan dan waktu efektif *Azolla* sp. dalam memperbaiki kualitas air limbah *laundry* khususnya nilai COD.

## Metode Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Maret hingga Mei 2015 di kolam penelitian Jurusan Perikanan. Penelitian dimulai dengan aklimasi tumbuhan air, uji pendahuluan, uji utama, dan pengukuran kualitas air. Uji utama menggunakan wadah berupa bak penampungan yang disusun dan diisi dengan limbah *laundry*. Bak yang digunakan sebanyak 15 buah (kapasitas 35 liter) yang diatur secara acak dengan metode Rancangan Acak Lengkap. Bak penampungan diisi air limbah *laundry* yang telah diencerkan dengan konsentrasi 50% (hasil uji pendahuluan) kemudian ditambahkan tumbuhan *Azolla* sp. dengan biomassa yang berbeda.

Penelitian terdiri dari 4 perlakuan berat *Azolla* sp. yang berbeda P1 (50 gram), P2 (100 gram), P3

(150 gram), dan P4 (200 gram), serta 1 perlakuan kontrol. Pada masing-masing perlakuan, dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Pengamatan kualitas air dan pertumbuhan biomassa dilakukan pada hari ke-0, ke-7, ke-14, dan ke-21. Data hasil pengukuran parameter kualitas air yaitu pH dan COD dianalisis dengan ANOVA dan analisis lanjutan yaitu DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dengan tingkat kepercayaan 95%.

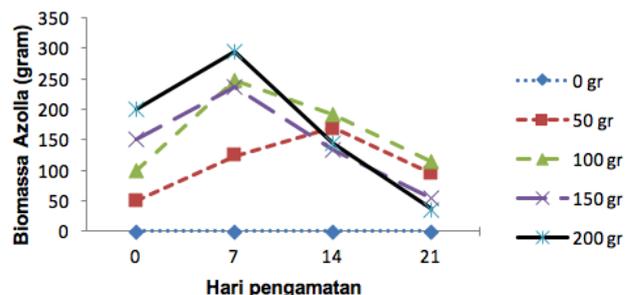
## Hasil dan Pembahasan

### Biomassa *Azolla* sp.

Tabel 1. Hasil pengamatan biomassa *Azolla* sp.

Perlakuan ( <i>Azolla</i> sp.)	Nilai Biomassa (gram)			
	H-0	H-7	H-14	H-21
P0 (0 gram)	0,00	0,00 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>
P1 (50 gram)	50,00	124,00 <sup>b</sup>	169,33 <sup>b</sup>	94,33 <sup>a</sup>
P2 (100 gram)	100,00	247,33 <sup>c</sup>	190,67 <sup>b</sup>	113,67 <sup>a</sup>
P3 (150 gram)	150,00	237,33 <sup>cd</sup>	133,33 <sup>b</sup>	53,67 <sup>a</sup>
P4 (200 gram)	200,00	294,67 <sup>d</sup>	144,00 <sup>b</sup>	36,67 <sup>a</sup>

Keterangan : \*) Nilai dalam kolom yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada tingkat kepercayaan 95 %



Gambar 1. Rerata biomassa *Azolla* sp. selama penelitian.

Rerata biomassa *Azolla* sp. berkisar 36,67-294,67 gram selama masa pemeliharaan. Biomassa *Azolla* sp. selama penelitian mengalami peningkatan dari awal perlakuan, namun berangsur menurun pada minggu ke-14 dan 21. Menurut Djojosiwito (2000), biomassa *Azolla* sp. dapat bertambah dua kali lipat dalam waktu kurang dari tujuh hari. Pada hari ke-14 peningkatan rerata biomassa hanya terjadi pada perlakuan 50 gram karena masih menyisakan ruang untuk tumbuh dan terdapat cukup nutrisi. Pada hari ke-21 biomassa mulai berkurang karena nutrisi

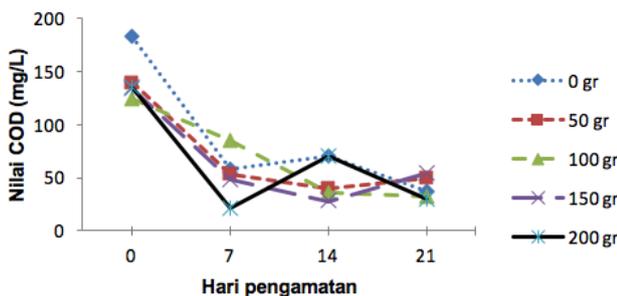
yang terkandung mulai sedikit dan tempat tumbuh menyempit. Hasil uji statistik menunjukkan perbedaan yang signifikan pada biomassa *Azolla* sp. terjadi pada hari ke-7. Perbedaan yang tidak signifikan ditunjukkan pada hari ke-14 dan 21 dari masing-masing perlakuan (Tabel 1).

**Chemical Oxygen Demand (COD)**

Tabel 2. Hasil pengamatan parameter COD.

Perlakuan ( <i>Azolla</i> sp.)	Nilai COD (mg/L)			
	H-0	H-7	H-14	H-21
P0 (0 gram)	182,76	57,80 <sup>ab</sup>	70,05 <sup>a</sup>	37,50 <sup>a</sup>
P1 (50 gram)	140,10	53,49 <sup>ab</sup>	40,33 <sup>a</sup>	49,07 <sup>a</sup>
P2 (100 gram)	124,18	84,70 <sup>b</sup>	35,87 <sup>a</sup>	32,71 <sup>a</sup>
P3 (150 gram)	133,73	48,39 <sup>ab</sup>	27,81 <sup>a</sup>	54,14 <sup>a</sup>
P4 (200 gram)	135,64	21,22 <sup>a</sup>	70,47 <sup>a</sup>	30,16 <sup>a</sup>

Keterangan : \*) Nilai dalam kolom yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada tingkat kepercayaan 95%.



Gambar 2. Rerata COD selama penelitian.

Nilai COD tiap perlakuan pada hari ke-0 berkisar 133,73-182,76 mg/L dan menunjukkan nilai tertinggi dibandingkan hari yang lain. Nilai COD yang diperoleh pada hari ke-7 sudah berada dibawah baku mutu yang ditetapkan. Uji statistik Tabel 4.2 menunjukkan adanya beda nyata pada pengamatan COD hari ke-7, sedangkan uji statistik pada hari lain tidak ada beda nyata.

Nilai COD tiap perlakuan pada hari ke-0 menunjukkan nilai tertinggi dibandingkan hari yang lain. Penurunan nilai COD terjadi pada hari ke-7 dan mulai stabil pada hari ke-14 dan ke-21 karena sebagian besar bahan pencemar telah terserap oleh tumbuhan air. Uji statistik Tabel 2. menunjukkan adanya beda nyata hanya terdapat pada pengamatan COD hari ke-7. Menurut Rukmini *et al.* (2013) tanaman eceng

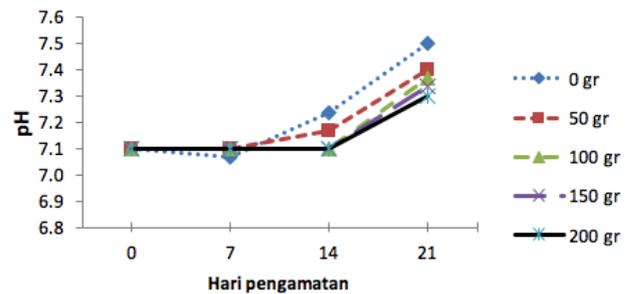
gondok mampu menurunkan COD hingga 20,39 %. Sehingga kemampuan *Azolla* sp. dalam menurunkan nilai COD kurang efektif jika dibandingkan dengan eceng gondok.

**pH**

Tabel 3. Hasil pengamatan parameter pH.

Perlakuan ( <i>Azolla</i> sp.)	Nilai pH			
	H-0	H-7	H-14	H-21
P0 (0 gram)	7,10	7,07 <sup>a</sup>	7,23 <sup>a</sup>	7,50 <sup>b</sup>
P1 (50 gram)	7,10	7,10 <sup>a</sup>	7,17 <sup>a</sup>	7,40 <sup>ab</sup>
P2 (100 gram)	7,10	7,10 <sup>a</sup>	7,10 <sup>a</sup>	7,37 <sup>ab</sup>
P3 (150 gram)	7,10	7,10 <sup>a</sup>	7,10 <sup>a</sup>	7,33 <sup>a</sup>
P4 (200 gram)	7,10	7,10 <sup>a</sup>	7,10 <sup>a</sup>	7,30 <sup>a</sup>

Keterangan : \*) Nilai dalam kolom yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada tingkat kepercayaan 95%.

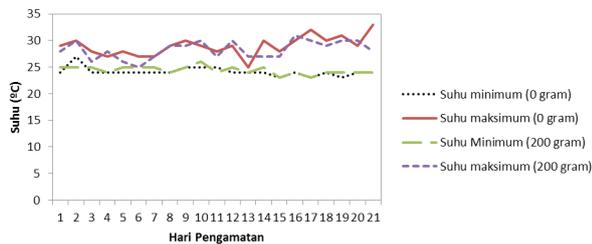


Gambar 3. Rerata pH selama penelitian.

Limbah detergen umumnya memiliki nilai pH yang cenderung basa (>7) karena dalam limbah *laundry* terdapat penambahan zat yang bersifat alkalis yang berfungsi mengikat kotoran. pH limbah *laundry* yang diteliti pada hari ke-0 bernilai 7,1 karena telah diencerkan sehingga nilai pH sesungguhnya lebih cenderung basa. pH optimal untuk pertumbuhan *Azolla* sp. adalah 4,5-7 namun *Azolla* sp. dapat bertahan pada rentang pH 3,5-10 (Lumpkin & Plucknett, 1980).

Nilai pH pada beberapa perlakuan tidak mengalami perubahan dari hari ke-0 sampai hari ke-14, namun pada hari ke-21 nilai pH mengalami kenaikan pada semua perlakuan. Hasil uji statistik Tabel 3. menunjukkan adanya beda nyata hanya pada hari ke-21, sedangkan pada hari ke-7 dan ke-14 tidak menunjukkan adanya beda nyata. pH yang tinggi dapat mengganggu pertumbuhan *Azolla* sp. pada hari ke-21 yang semakin menurun. Kenaikan pH

disebabkan oleh terjadinya perombakan *Azolla* sp. yang mati menjadi senyawa yang bersifat basa seperti amonia (Wagner, 1997).



Gambar 4. Suhu maksimum dan minimum perlakuan P0 (0 gram) dan perlakuan P4 (200 gram).

### Suhu

Pengukuran suhu dilakukan pada perlakuan kontrol dan perlakuan 200 gram untuk mengetahui pengaruh penggunaan *Azolla* sp.. Pengamatan suhu menunjukkan bahwa suhu maksimum minimum pada perlakuan 200 gram lebih stabil daripada perlakuan 0 gram. Selisih suhu maksimum dan minimum perlakuan 200 gram lebih rendah dibandingkan perlakuan 0 gram karena keberadaan *Azolla* sp. dapat menahan panas yang keluar dari badan air sehingga suhu air tetap stabil. Suhu yang stabil memungkinkan *Azolla* sp. untuk bekerja secara optimal (Hechler & Dawson, 1995).

Berdasarkan Gambar 4. menunjukkan bahwa suhu air pada minggu pertama memiliki rentang maksimum-minimum yang rendah namun pada minggu terakhir terdapat rentang yang cukup lebar yang dapat dikarenakan faktor cuaca. Pada minggu terakhir cuaca di sekitar daerah penelitian sering hujan yang menyebabkan suhu air turun dengan drastis dan pada siang hari intensitas matahari sangat tinggi sehingga suhu meningkat. Rentang suhu yang tinggi pada minggu terakhir mempengaruhi pertumbuhan biomassa *Azolla* sp. yang ditandai dengan menurunnya biomassa *Azolla* sp. pada hari ke-21. Suhu optimal bagi pertumbuhan *Azolla* sp. berada pada rentang 18-28 °C (Lumpkin & Plucknett, 1980). Suhu yang stabil memungkinkan *Azolla* sp. untuk bekerja secara optimal (Hechler & Dawson, 1995).

### Efektifitas penggunaan *Azolla* sp. sebagai fitoremediator

Penentuan kepadatan dan waktu yang paling efektif didasari dari penilaian beberapa parameter dengan membuat kisaran skala (*skoring*) yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Masing-masing perlakuan yang digunakan dalam penelitian dinilai berdasarkan skala yang telah ditentukan. Hasil penilaian dari beberapa parameter dijumlahkan dan jumlah tertinggi menunjukkan

Tabel 4. Skala penilaian parameter penentu efektivitas fitoremediasi *Azolla* sp.

Parameter	Kisaran Skala	Nilai
Biomassa (gram)	< 50	1
	150 > x > 50	2
	>150	3
COD (mg/L)	>125	1
	125 > x > 50	2
	< 50	3
pH	9,9-8,0	1
	8,9-8,0	2
	7,9-7,0	3
Warna Air	Keruh	1
	Agak bening	2
Endapan	Bening	3
	Banyak	1
	Sedang	2
Tumbuhan Mati	Sedikit	3
	Banyak	1
	Sedang	2
	Sedikit	3

kepadatan dan waktu yang paling efektif. Rekapitulasi penilaian masing-masing parameter dapat dilihat pada Tabel 5.

Berdasarkan hasil penilaian beberapa parameter diperoleh hasil bahwa perlakuan 50 gram dengan lama pemeliharaan 14 hari dan perlakuan 150 gram dengan lama pemeliharaan 7 hari merupakan perlakuan yang paling efektif. Namun jika dibandingkan antar 2 perlakuan tersebut, perlakuan kepadatan dan waktu yang lebih efektif dalam memperbaiki kualitas limbah *laundry* adalah perlakuan 150 gram dengan lama pemeliharaan 7 hari. Waktu pengolahan limbah yang singkat sangat menentukan keefektifan *Azolla* sp. sebagai fitoremediator, karena limbah *laundry* merupakan limbah yang dihasilkan setiap hari dalam jumlah yang cukup banyak. Biomassa *Azolla* sp. yang cepat tumbuh dalam waktu 3-4 hari juga membuat waktu yang singkat lebih efektif.

### Kesimpulan dan Saran

#### Kesimpulan

*Azolla* sp. mampu menurunkan nilai COD dari 133,43 mg/L menjadi 41,52 mg/L. *Azolla* sp. memiliki kemampuan untuk memperbaiki kualitas air limbah *laundry* terutama menurunkan nilai COD. Kepadatan dan waktu efektif *Azolla* sp. dalam memperbaiki

Tabel 5. Rekapitulasi penilaian efektivitas *Azolla* sp. sebagai fitoremediator.

Perlakuan	Parameter Pengamatan						Total
	Biomassa	COD	pH	Warna Air	Endapan	Tumbuhan Mati	
0 gram (P0)							
0 hari	1	1	3	1	3	3	12
7 hari	1	1	3	1	3	3	12
14 hari	1	1	3	1	3	3	12
21 hari	1	1	3	2	3	3	13
50 gram(P1)							
0 hari	1	1	3	1	3	3	12
7 hari	2	2	3	3	3	3	16
14 hari	3	3	3	3	2	3	17*
21 hari	2	3	3	1	1	1	11
100 gram(P2)							
0 hari	2	2	3	1	3	3	14
7 hari	3	2	3	2	3	3	16
14 hari	3	3	3	2	2	2	15
21 hari	2	3	3	1	1	1	11
150 gram(P3)							
0 hari	2	2	3	1	3	3	14
7 hari	3	3	3	3	2	3	17*
14 hari	2	3	3	2	1	1	12
21 hari	2	2	3	1	1	1	10
200 gram(P4)							
0 hari	3	1	3	1	3	3	14
7 hari	3	3	3	3	1	2	15
14 hari	2	2	3	1	1	2	11
21 hari	1	3	3	1	1	1	10

Keterangan : \*) Perlakuan dengan jumlah skor tertinggi.

kualitas air limbah *laundry* yaitu pada perlakuan 150 gram selama 7 hari karena memerlukan waktu yang lebih singkat sehingga lebih efisien.

Penerapan penggunaan *Azolla* sp. untuk memperbaiki kualitas air limbah *laundry* yaitu dengan kepadatan 150 gram per 30 liter limbah *laundry*. Selain itu juga perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh air hasil pengolahan limbah terhadap kehidupan organisme air.

**Saran**

Perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan kombinasi tumbuhan lain yg berfungsi sejenis sehingga penerapannya dapat lebih efektif.

**Daftar Pustaka**

Djojowito, S. 2000. *Azolla* Pertanian Organik dan Multiguna. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.

Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.

Fikri, Z. 2013. Aquatic Plant Treatment Tumbuhan Paku Air *Azolla pinnata* terhadap Penurunan Kadar Nitrat dan Nitrit pada Air Limbah Industri Tahu di Kelurahan Kekalik, Kecamatan Sekarbela, Nusa Tenggara Barat. Media Binia Ilmiah. ISSN No. 1978-3787.

Gower, A.M. 1980. Water Quality. John Wiley and Sons. Inc. New York.

Hardini, D.W., Dhahidayat, Yayat & Afrianto, Eddy. 2012. Pengaruh Konsentrasi Pemaparan Surfaktan Alkyl Benzene Sulfonat Terhadap Toksisitas Dan Kerusakan Jaringan Ikan Nila. Jurnal Kelautan dan Perikanan. 3(1):59-63.

Hechler, W.D. & J.O. Dawson. 1995. Factors

- affecting nitrogen fixation in *Azolla caroliniana*. Trans. Illinois State Acad. Sci. 88: 65-72.
- Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No. 7 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri, Pelayanan Kesehatan, dan Jasa Pariwisata.
- Peraza, R.G. Uc. & Blas & V.H. Delgado. 2015. Acute toxicity and risk assessment of three commercial detergents using the polychaete *Capitella* sp. C from Chetumal Bay, Quintana Roo, Mexico. Int. Aquat. Res. DOI 10.1007s40071-015-0112-z
- Rukmini, D.P., Elike, & Rahayu, S.P. 2013. Efektivitas Eceng Gondok dalam Menurunkan Kadar Deterjen, BOD, dan COD pada Air Limbah Laundry. Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa 2013. Universitas Jember.
- Suparjo, M.N. 2010. Kerusakan Jaringan Insang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* L) Akibat Deterjen. Jurnal Saintek Perikanan. 5(2): 1-7.
- Suryati, T. & B. Priyanto. 2003. Eliminasi Logam Berat Kadmium dalam Air Limbah Menggunakan Tanaman Air. Jurnal Teknik Lingkungan. 4(3): 143-147.
- Wagner, G.M. 1997. *Azolla* : A Review of Its Biology and Utilization. The Botanical Review. 63(1): 1-26.
- Wulandari, C.D. & Simanungsong, T.L. 2009. Uji Efektivitas *Azolla pinnata* dan *Hydrilla* sp. untuk Meremovel Logam Berat Kromium (Cr) pada Limbah Tekstil (Studi Kasus Limbah Pencelupan Batik di Malang). Jurnal Lingkungan ITN Malang.
- Yusuf, Guntur. 2008. Bioremediasi Limbah Rumah Tangga dengan Sistem Simulasi Tanaman Air. Jurnal Bumi Lestari. 8(02): 136-144.