

PENGARUH VARIASI LAMA WAKTU KONTAK DAN JUMLAH TANAMAN KAYU APU (*Pistia stratiotes*) TERHADAP PENURUNAN KADAR CADMIUM (Cd) LIMBAH CAIR BATIK HOME INDUSTRY "X" DI MAGELANG

Amalia Jamil, Yusniar Hanani Darundiati, Nikie Astorina Yunita Dewanti
Bagian Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Diponegoro
Email : amaliajamil06@gmail.com

Abstract : Home Industry Batik "X" in Magelang dispose of batik wastewater directly without wastewater treatment to the environmental. The batik wastewater containing heavy metals Cadmium (Cd), which can have a negative impact, both for environmental and health. The checking result of Cadmium (Cd) of batik wastewater is 1,317 mg/l this number is exceed the standart of Perda Jateng Number 5 2012 th. The purpose of this research to determine the effect of the contact time variations (6 day, 7 day and 8 day) and the number of water lettuce (6 clump and 8 clump) to reduced of cadmium level in wastewater of batik home industry "X". This type of research was the design of experimental pretest-posttest control group design with 3 treatment and 4 replications. The treatment used a batch system. Samples of wastewater used is partly wastewater staining batik home industry "X". Method of inspection Cd use Specthrofotometer Atomic Absorption (ASS). Decreased levels of Cd was highest in 8 day with 8 clump water lettuce, namely from 0,840 mg/l to 0,168 mg/l. This value is not below the quality standart that has been set in the amount of 0,1 mg/l. Friedman test results obtained significance value (p -value) = 0.001 ($p < 0.05$), which showed a significant interaction effect between the contact time and the number of water lettuce to decrease the levels of Cd in the waterwaste of batik. Efficiency of the highest decline in Cadmium reached 64,09% occured in treatment contact time of 8 day with 8 clump water lettuce.

Keywords : phytoremediation, water lettuce (*Pistia stratiotes*), Cd

PENDAHULUAN Latar Belakang

Perkembangan industri di Indonesia pada saat ini cukup pesat, salah satunya industri batik. Industri batik merupakan industri yang sangat potensial untuk dikembangkan, selain dapat memberikan pendapatan yang besar kepada negara baik dalam ketenagakerjaan maupun sebagai pemasukan devisa dan pajak. Salah satu daerah produsen batik adalah Magelang. Bati telah menjadi sumber penghasilan sebagian masyarakat Magelang. Akan tetapi,

selain mempunyai dampak positif, industri batik juga mempunyai dampak negatif untuk lingkungan karena masih jarang industri batik yang mempunyai Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), sehingga air limbah dari proses pembuatan batik langsung dibuang ke lingkungan.

Sumber utama air limbah industri batik berasal dari proses yang berkaitan dengan proses pewarnaan. Selain kandungan zat warnanya tinggi, limbah industri batik

juga mengandung bahan-bahan sintetik yang sukar larut atau sukar diuraikan. Secara umum, zat pencemar yang terkandung dalam limbah batik bervariasi, seperti phenol, amonia (NH_3) total, sulfida, BOD, COD, minyak dan lemak, warna, TSS dan bahan organik yang dapat menimbulkan bau.¹

Pencemaran logam berat dalam air limbah salah satunya adalah *cadmium*. *Cadmium* (Cd) merupakan logam berat yang paling banyak ditemukan pada lingkungan, khususnya lingkungan perairan, serta memiliki efek toksik yang tinggi, bahkan pada konsentrasi yang rendah dan pada manusia *cadmium* dapat bersifat karsinogenik.²

Home industry batik "X" yang digunakan sebagai tempat penelitian berada di Desa Ngluwar, Kecamatan Ngluwar, Kabupaten Magelang. Industri tersebut belum memiliki dan melakukan pengolahan air limbah. Berdasarkan uji karakteristik air limbah tersebut, kandungan *cadmium* (Cd) pada air limbah batik *home industry* "X" sebelum pengolahan yaitu 0,72 mg/l, *chromium* (Cr) sebesar 0,56 mg/l, dan tembaga (Cu) sebesar 0,37 mg/l.

Pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh dampak perkembangan industri perlu dikaji lebih mendalam, karena apabila hal ini tidak diperhatikan akan mengakibatkan terganggunya keseimbangan antara makhluk hidup dengan lingkungan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan air limbah sebelum dibuang ke perairan dengan tujuan untuk meminimalisasi pencemaran yang mungkin terjadi sesuai baku mutu yang telah ditetapkan pemerintah. Metode fitoremediasi menggunakan tanaman kayu apu merupakan

metode aplikatif yang dapat diterapkan untuk industri rumahan. Berdasarkan uji pendahuluan kadar awal Cd sebesar 1,317 mg/l sehingga ketika dibuang sembarangan tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu akan menyebabkan pencemaran lingkungan karena kadar Cd tersebut melebihi baku mutu yang ditetapkan di Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah dan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah untuk Industri Tekstil dan Batik, kadar *Cadmium* (Cd) maksimal yang dibuang ke badan air yaitu 0,1 mg/l untuk golongan II.

Kayu apu mampu menyerap logam berat Cd yang terkandung dalam air limbah batik. Berdasarkan hal di atas, maka dilakukan penelitian mengenai pengaruh variasi lama waktu kontak dan jumlah tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes*) terhadap penurunan kadar *cadmium* (Cd) limbah cair batik *home industry* "X" di Magelang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan eksperimen. Rancangan penelitian yang digunakan adalah *quasi eksperimen* dengan desain *pretest-posttest* dengan 6 perlakuan masing-masing 4 kali pengulangan. Variasi lama waktu kontak yang digunakan yaitu 6 hari, 7 hari, dan 8 hari, sedangkan variasi jumlah tanaman yang digunakan yaitu 6 rumpun dan 8 rumpun tanaman kayu apu. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh limbah cair hasil proses pewarnaan dari *home industry* batik "X" di Magelang. Sampel dalam penelitian ini adalah sebagian air limbah hasil proses pewarnaan dari *home industry* batik "X" di Magelang.

Analisis data menggunakan analisis univariat dan analisis bivariat. Data yang diperoleh dianalisis dengan uji normalitas data (*shapiro-wilk*), uji homogenitas, dan uji friedman dengan nilai probabilitas $\leq 0,05$ maka H_0 ditolak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

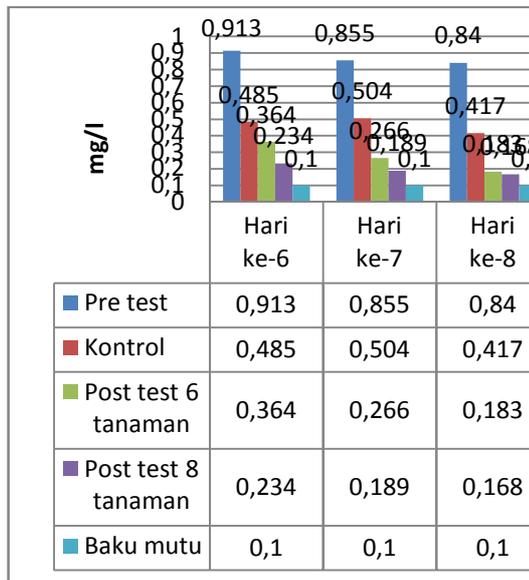
Proses pembuatan batik yang menghasilkan limbah cair diantaranya adalah pewarnaan dan pembilasan. Pada *home industry* batik "X" di Magelang, untuk sekali proses pewarnaan digunakan 100-200 gram pewarna sintesis ditambah dengan 50 gram garam diazo dalam 2 liter air. Dalam sehari melakukan 4 kali proses, setiap kali proses dapat menghasilkan 5 potong kain bati berukuran 2 meter per potongnya. Jenis pewarna yang digunakan di *home industry* batik "X" diantaranya yaitu indigosol dan naphthol.

Limbah cair batik yang dihasilkan dari proses produksi batik langsung ke saluran bawah tanah tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Dampak negatif dari limbah batik yang mengandung logam berat ketika berada di lingkungan akan merugikan organisme hidup perairan dan merusak tatanan sistem lingkungan maupun ekosistem apabila logam berat Cd melebihi nilai ambang batas. Selain itu, logam berat Cd bersifat racun bagi manusia. Keracunan yang disebabkan oleh Cd dapat bersifat akut maupun kronis yang akan menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan.³

Karakteristik limbah cair batik yang berasal dari proses pewarnaan berwarna keruh, pekat, dan berbau. Warna air limbah yang dihasilkan beragam sesuai dengan jenis dan jumlah pewarna yang digunakan. Tanaman kayu apu yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari

sawah. Tanaman diambil dengan karakteristik yang sama seperti jumlah daun dan panjang akar tanaman. Semakin panjang panjang akar tanaman maka semakin tersedia unsur hara bagi tanaman. Jumlah daun yang digunakan yaitu 5-10 helai setiap tanaman. Panjang akar tanaman yang digunakan dalam penelitian ini memiliki panjang 5-12 cm agar akar tanaman mampu mencapai dasar bak uji, sehingga unsur Cd yang mengendap di dasar bak uji dapat diserap oleh akar tanaman kayu apu.

Tanaman diaklimatisasi sebelum digunakan untuk perlakuan. Mengacu pada penelitian – penelitian sebelumnya aklimatisasi dilakukan selama 7 hari dengan menggunakan *aquadest*. Aklimatisasi bertujuan agar tanaman beradaptasi sebelum dilakukan perlakuan dan untuk menetralkan zat-zat pengotor yang terdapat pada tanaman dari tempat asalnya. Penggunaan *aquadest* untuk aklimatisasi karena *aquadest* bersifat netral sehingga tanaman yang diaklimatisasi tidak terkontaminasi dengan logam-logam atau senyawa lain. Namun, proses aklimatisasi yang terlalu lama ini dimungkinkan dapat menjadi salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kemampuan tanaman untuk menyerap logam berat karena umur tanaman kayu apu yang tidak dapat bertahan lama dan kemampuan untuk menyerap logam berat per satuan berat kering lebih tinggi pada umur muda dari pada umur tua, sehingga tanaman tidak dapat menyerap kadar logam berat Cd secara optimal.



Hasil rata-rata pretest untuk masing-masing perlakuan yaitu 0,913 mg/l, 0,855 mg/l, dan 0,84 mg/l. Hasil rata-rata posttest dari 4 kali pengulangan pada masing-masing perlakuan menunjukkan adanya penurunan kadar Cd. Hasil bahwa masing-masing perlakuan menunjukkan perbedaan penurunan. Penurunan rata-rata kadar Cd pada perlakuan lama kontak 6 hari dengan jumlah 6 tanaman mencapai nilai 0,364 mg/l, perlakuan lama kontak 6 hari dengan jumlah 8 tanaman mencapai nilai 0,234 mg/l, perlakuan lama kontak 7 hari dengan jumlah 6 tanaman mencapai nilai 0,266 mg/l, perlakuan lama kontak 7 hari dengan jumlah 8 tanaman mencapai nilai 0,189 mg/l, perlakuan lama kontak 8 hari dengan jumlah 6 tanaman mencapai nilai 0,183 mg/l, dan perlakuan lama kontak 8 hari dengan jumlah 8 tanaman mencapai nilai 0,168 mg/l.

Hasil di atas menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak dan semakin banyak jumlah tanaman kayu apu, maka penyerapan logam Cd juga semakin besar. Penurunan kadar Cd pada limbah cair menggunakan tanaman kayu

apu melalui proses fitoremediasi terjadi karena adanya proses penyerapan unsur logam Cd oleh tanaman, terutama oleh akar pada saat tanaman melakukan proses fotosintesis. Penyerapan kadar kadmium ini terjadi karena terdapat zat khelat atau phytochelatin yang diekresikan oleh jaringan akar kayu apu terhadap respon kandungan kadmium.⁴

Terjadi perubahan warna pada daun. Hari ke-6 beberapa daun menguning dan layu. Perubahan warna daun pada tanaman menunjukkan gejala klorosis dan nekrosis yang diduga tanaman mengalami toksisitas logam Cd dari air limbah. Hal tersebut juga menandai turunnya metabolisme tanaman. Turunnya metabolisme juga disebabkan karena hiperakumulasi ion logam kadmium yang terlalu berlebih sedangkan ketersediaan akan unsur hara dalam penelitian ini begitu terbatas, tanpa penambahan nutrisi bagi pertumbuhan kayu apu.

Penurunan kadar Cd pada 6 bak kontrol memiliki selisih yang cukup signifikan. Penurunan ini diduga karena terjadinya reaksi antara kadmium yang merupakan kation golongan II (Cd^{2+}) dengan penambahan HCL saat penetralan pH pada awal perlakuan, sehingga terjadi pengendapan yang akan berpengaruh pada besarnya nilai Cd.⁵ Dalam asam kuat seperti HCL, Cd^{2+} diendapkan oleh H_2S sebagai CdS . Namun endapan yang dihasilkan campuran dari $CdS-CdCl_2$ yang membentuk endapan warna kuning. Persamaan reaksinya yaitu sebagai berikut : $Cd (s) + 2 HCL CdCl_2 (s) + H_2 (g)$

Kenaikan pH dari 7 menjadi 8 selama perlakuan juga memungkinkan terjadinya pengendapan. Umumnya pada pH



yang semakin tinggi, maka kestabilan akan bergeser dari karbonat ke hidroksida. Hidroksida ini mudah sekali membentuk ikatan permukaan dengan partikel-partikel yang terdapat pada badan perairan. Lama-kelamaan persenyawaan yang terjadi antara hidroksida dengan partikel-partikel yang ada di badan perairan akan mengendap dan membentuk lumpur.⁶ Selain itu, dimungkinkan juga karena adanya proses sedimentasi. Keadaan air yang kekurangan oksigen karena terkontaminasi bahan organik, logam berat akan mudah mengendap.⁷ Hal lain yang dapat mempengaruhi adalah saat sampel berada di laboratorium, sampel tidak di destruksi terlebih dahulu sehingga padatan-padatan yang terdapat pada air limbah tidak terukur. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Widya, dkk tahun 2015 yang menyatakan bahwa kelompok kontrol pada masing-masing perlakuan untuk menurunkan kadar COD, BOD, dan warna pada limbah cair batik mengalami penurunan yaitu kontrol pada COD sebesar 39,96% dengan besar kenaikan efisiensi penyisihan yaitu 87,97%, kontrol pada BOD mengalami kenaikan efisiensi penyisihan sebesar 14,53% - 87,19%, dan kontrol pada warna mengalami kenaikan efisiensi penyisihan sebesar 58,33% - 90,72%.⁸

Limbah cair yang digunakan dalam penelitian ini merupakan limbah cair batik yang didalamnya terkandung jenis bahan pencemar lain yang dapat menghambat penyerapan logam berat Cd oleh tanaman kayu apu. Salah satu logam berat lain yang terdapat pada limbah cair batik tersebut adalah logam berat Cu. Logam berat Cu lebih dibutuhkan dalam proses

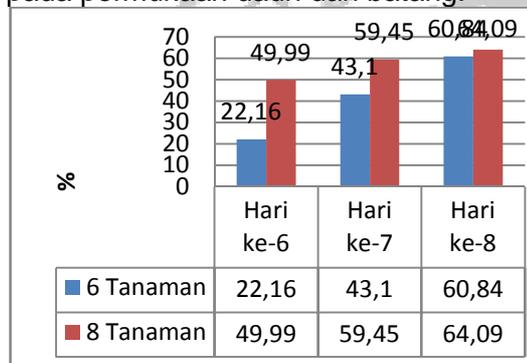
pertumbuhan tanaman sehingga hal ini dapat mempengaruhi penyerapan logam berat Cd pada tanaman kayu apu.⁹

Proses fitoremediasi dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yaitu suhu dan pH. Pengukuran suhu dan pH dilakukan pada waktu pagi hari pukul 08.00 WIB pada hari ke-6, ke-7, dan ke-8. pH awal air limbah yaitu 10, kemudian dilakukan penetralan dengan menggunakan HCL sampai dengan 7. Pengukuran pH sebelum dan sesudah perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang sangat jauh. Dari hasil pengukuran pH awal yaitu 7 dan memasuki hari pertama sampai dengan hari kedelapan pH naik menjadi 8. pH tersebut masih berada pada pH netral (6,5 - 8,5) dan masih termasuk ke dalam pH yang diperbolehkan untuk industri tekstil dan batik yaitu 6,0-9,0.¹⁰ Pengukuran pada suhu awal (*pretest*) sebesar 27°C, sedangkan pada saat perlakuan suhu mengalami kenaikan sampai yang tertinggi yaitu 27,5°C. Suhu ini masih dalam tahap aman, karena suhu maksimal yang diperbolehkan pada limbah industri tekstil dan batik adalah 38°C dan masih berada pada batas suhu optimum tanaman kayu apu untuk tumbuh yaitu 22°C - 30°C.

Akar tanaman yang semula bersih berwarna putih kehijauan berubah menjadi coklat setelah kontak dengan air limbah dan akar menjadi kotor. Perubahan ini karena akar tanaman menyerap zat warna pada air limbah. Air limbah yang semula berwarna coklat pekat setelah perlakuan pekatnya berkurang. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan Fachrurozi tahun 2010 menyatakan bahwa tanaman kayu apu yang sudah dipergunakan untuk perlakuan akarnya menjadi lebih kotor. Semakin lama waktu

kontak tanaman terhadap air limbah semakin akarnya menjadi kotor. Hal tersebut dikarenakan banyaknya koloid dalam air limbah yang menempel di akar tanaman.¹¹

Volume limbah cair pada bak uji pada tiap perlakuan mengalami pengurangan tetapi dengan jumlah yang berbeda-beda. Pengurangan volume limbah cair disebabkan karena proses evapotranspirasi. Evapotranspirasi merupakan pelepasan air transpirasi (pelepasan uap air melalui stomata) bersamaan dengan air yang menempel pada permukaan daun dan batang.¹²



Tingkat efisiensi lama waktu kontak dan jumlah tanaman kayu apu sebagai fitoremediator logam Cd pada limbah cair batik dilihat melalui hasil pemeriksaan sebelum dan sesudah perlakuan. Semakin lama waktu kontak dan semakin banyak jumlah tanaman nilai efisiensi penurunan kadar Cd semakin besar. Rata-rata efisiensi tertinggi pada perlakuan waktu kontak 8 hari dengan 8 tanaman kayu apu sebesar 64,09%, sehingga perlakuan dengan lama waktu kontak 8 hari dengan 8 rumpun tanaman merupakan perlakuan paling efektif dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Berdasarkan nilai efisiensi penurunan kadar Cd, penurunan terendah terjadi pada perlakuan 6 hari dengan 6 rumpun tanaman kayu apu. Kadar Cd pada perlakuan 6 hari dengan 6 rumpun tanaman serta

perlakuan 6 hari dengan 8 tanaman turun sangat tajam apabila dibandingkan dengan penurunan yang terjadi setelah hari ke-6. Hal ini dikarenakan kemampuan tanaman pada awal perlakuan untuk menyerap logam berat masih tinggi. Penurunan kadar logam berat Cd pada hari setelahnya mengalami penurunan, meskipun penurunannya tidak setajam pada hari ke-6. Dilihat dari nilai selisih efisiensi pada tiap perlakuan, perlakuan dengan jumlah 6 rumpun tanaman dapat menurunkan kadar Cd lebih efektif apabila dibandingkan dengan perlakuan menggunakan 8 rumpun tanaman. Perlakuan dengan 6 rumpun tanaman kayu apu pada masing-masing variasi lama kontak (6 hari, 7 hari, dan 8 hari) menunjukkan selisih penurunan yang cukup besar dibandingkan dengan 8 rumpun tanaman.

Perlakuan dengan jumlah 6 rumpun tanaman mempunyai kondisi fisik yang sedikit berbeda dibandingkan perlakuan dengan 8 rumpun tanaman pada masing-masing perlakuan variasi lama waktu kontak. Daun yang menguning lebih banyak terdapat pada perlakuan 8 rumpun tanaman daripada perlakuan 6 rumpun tanaman. Hal ini dikarenakan ruang gerak tanaman untuk memperoleh nutrisi terbatas, sehingga terjadi penurunan metabolisme pada tanaman.

KESIMPULAN

1. Kadar logam berat Cd limbah cair batik *home industry* "X" sebelum perlakuan pada kelompok kontrol memiliki rata-rata sebesar 0,890 mg/l dan pada kelompok perlakuan memiliki rata-rata kadar awal Cd pada masing-masing perlakuan sebesar 0,913 mg/l; 0,855 mg/l; dan 0,840 mg/l.

2. Penurunan kadar logam berat Cd dan efektivitas masing-masing perlakuan sebagai berikut :
 - a. Perlakuan dengan lama waktu kontak 6 hari dan jumlah 6 tanaman kayu apu dapat menurunkan kadar Cd hingga mencapai rata-rata sebesar 0,364 mg/l dengan efisiensi rata-rata sebesar 22,16%
 - b. Perlakuan dengan lama waktu kontak 6 hari dan jumlah 8 tanaman kayu apu dapat menurunkan kadar Cd hingga mencapai rata-rata sebesar 0,234 mg/l dengan efisiensi rata-rata sebesar 49,99%
 - c. Perlakuan dengan lama waktu kontak 7 hari dan jumlah 6 tanaman kayu apu dapat menurunkan kadar Cd hingga mencapai rata-rata sebesar 0,266 mg/l dengan efisiensi rata-rata sebesar 43,10%
 - d. Perlakuan dengan lama waktu kontak 7 hari dan jumlah 8 tanaman kayu apu dapat menurunkan kadar Cd hingga mencapai rata-rata sebesar 0,189 mg/l dengan efisiensi rata-rata sebesar 59,45%
 - e. Perlakuan dengan lama waktu kontak 8 hari dan jumlah 6 tanaman kayu apu dapat menurunkan kadar Cd hingga mencapai rata-rata sebesar 0,183 mg/l dengan efisiensi rata-rata sebesar 60,84%
 - f. Perlakuan dengan lama waktu kontak 8 hari dan jumlah 8 tanaman kayu apu dapat menurunkan kadar Cd hingga mencapai rata-rata sebesar 0,168 mg/l dengan efisiensi rata-rata sebesar 64,09%
3. Penurunan efisiensi kadar logam Cd paling tinggi terjadi pada kelompok perlakuan dengan lama waktu kontak 8 hari dan 8 rumpun tanaman kayu apu yaitu 64,09% (0,168 mg/l), sehingga perlakuan dengan waktu kontak 8 hari dengan 8 rumpun tanaman merupakan perlakuan paling efektif dibandingkan dengan yang lain. Namun hasil tersebut belum berada di bawah baku mutu yang ditetapkan untuk logam Cd yaitu 0,1 mg/l.
4. Terdapat interaksi yang signifikan antara variasi lama waktu kontak dan jumlah tanaman kayu apu terhadap penurunan kadar logam Cd pada limbah cair batik *home industry* "X".

DAFTAR PUSTAKA

1. Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah.
2. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah.
3. Adityah, B.R. Montazeri., H.M. Dewi dan I. Saidiql. *Cemaran Logam Berat Kadmium (Cd) Dalam Tanah dan Akibatnya Bagi Kesehatan Manusia*. Universitas Lampung Mangkurat Banjar Baru, Banjar Baru. 2010.
4. Meagher, R.B. *Phytoremediation of Toxic Elemental and Organic Pollutants*. Current Opinion in Plant Biology, 3 : 153-162. 2000.
5. Palar. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Cetakan Kedua. Jakarta : Rineka Cipta. 2004.
6. Happy, A., Masyamsir, Yayat D. *Distribusi Kandungan Logam*

- Berat Pb dan Cd pada Kolom Air dan Sedimen Daerah Aliran Sungai Citarum Hulu. Jurnal Perikanan dan Kelautan hal. 175-182. 2012.*
7. Lidiawati, T. *Penurunan Konsentrasi Warna Limbah Tekstil dengan Menggunakan Tumbuhan Air. Prosiding Nasional Teknik Kimia Indonesia. Bandung : 2009.*
 8. Widya, C., Badrus Z., Syafrudin. *Pengaruh Waktu Tinggal dan Jumlah Kayu Apu (Pistia stratiotes L) Terhadap Penurunan Konsentrasi BOD, COD, dan Warna. Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro. 2015.*
 9. McFarland. D.G, L. S. Nelson, M.J. Grodowitz, R.M. Smart, C.S. Owens. *Salvinia Molesta D. S. Mitchell (Giant Salvinia) in the United States : A Review of Species Ecology and Approaches to Management. Washington, DC : U.S. Army Corps of Engineers. 2004.*
 10. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air
 11. Fachrurozi, Listiatie B.U., Dyah S. *Pengaruh Variasi Biomassa Pistia stratiotes L. Terhadap Penurunan Kadar BOD, COD, dan TSS Limbah Cair Tahu di Dusun Klero Sleman Yogyakarta. Jurnal KES MAS UAD Vol. 4 No. 1 September 2010 : 1-75 ISSN : 1978-0575.*
 12. Kurniasih, B., dan Wulandhany F. *Penggulungan Daun, Pertumbuhan Tajuk, dan Akar Beberapa Varietas Padi Gogo pada Kondisi Cekaman Air yang Berbeda. Agrivitas Vol 31. No 2 : 118-128. 2009.*