

BERKALA PERIKANAN TERUBUK

Volume. 39 No. 1

Februari 2011

Analisis Histologi Ginjal Ikan Baung (<i>Hemibagrus Nemurus</i>) Yang Terindikasi Pencemaran Di Perairan Sungai Kampar Provinsi Riau Erlangga	1-14
Dampak Pemberian Kredit Oleh Koperasi Pengembangan Ekonomi Masyarakat Pesisir (Koppemp) Terhadap Pendapatan Nelayan Tangkap Kecamatan Tanjung Mutiara Kabupaten Agam Provinsi Sumatera Barat Eni Yulinda, Zulkarnaini dan Nofri Antoni	15 - 23
Ikan-Ikan Air Tawar Dari Sungai Ukai, Anak Sungai Siak, Riau) Chaidir P. Pulungan	24 - 32
Manajemen Bengkel Mesin Kapal Perikanan Di Kota Dumai Yoki Jiliansyah dan Muchtar Ahmad	33 - 43
Pemetaan Kedalaman dan Pola Arus Pasang Surut Muara Sungai Masjid Dumai Musrifin	44-50
Respon Fisiologis Ikan Jambal Siam (<i>Pangasius Hypophthalmus</i>) Pada Suhu Pemeliharaan Yang Berbeda Henni Syawal dan Yusni Ikhwan S	51-57
Kemampuan Tumbuhan Air Sebagai Agen Fitoremediator Logam Berat Kromium (Cr) Yang Terdapat Pada Limbah Cair Industri Batik Upit Ratna Puspita, Asrul Sahri Siregar dan Nuning Vita Hidayati	58 - 64
Model Komunikasi Pembangunan Perikanan dalam Pemberdayaan Komunitas Nelayan Suku Duano di Propinsi Riau Zulkarnain	65 - 78
Perkembangan Kelimpahan Fitoplankton Dengan Pemberian Pupuk Organik Cair Niken Ayu Pamukas	79-90
Skrining Fitokimia dan Uji Toksisitas Ekstrak Daun Katuk (<i>Saoropus androgenus (L.) Merr.</i>) Terhadap Larva Udang <i>Artemia salina</i> : Potensi Fitofarmaka pada Ikan Dvahruri Saniavasari. Wiranda .G. Pliliang	91 -100

Jurnal Penelitian	Volume. 39	No. 1	Halaman 1-100	Pekanbaru, Februari 2011	ISSN 126-4265
----------------------	------------	-------	------------------	-----------------------------	------------------

Diterbitkan Oleh:
HIMPUNAN ALUMNI
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS RIAU

KEMAMPUAN TUMBUHAN AIR SEBAGAI AGEN FITOREMEDIATOR LOGAM BERAT KROMIUM (Cr) YANG TERDAPAT PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI BATIK

Oleh

Upit Ratna Puspita¹, Asrul Sahri Siregar¹ dan Nuning Vita Hidayati¹

Diterima tanggal : 9 Nopember 2010 / Disetujui : 20 Februari 2011

ABSTRACT

Batik Industry has been developed in Banyumas regency, Central Java Indonesia. This industry produced liquid waste as the side of production process. The liquid waste decreased the water quality surrounds it. One of the pollutant which brought through the liquid waste was heavy metal chromium (Cr) which known toxic to the organism in the water. Therefore, there should be prevention action to minimize the bad impact of liquid waste. One of method which could be use to prevent the water quality was by phytoremediation. There were three kinds of aquatic plant in this research; Eceng gondok (*Eichornia crassipes*), kayu apu (*Pistia stratiotes*) and ganggang (*Hydrilla verticillata*). The aim of using aquatic plant was to observe the ability of aquatic plant to decrease chromium level in the water and decide which was the most effective. It was use completely randomized design with 4 treatments and 6 repetitions, which will analyze by ANAVA and continued with LSD. The result showed that aquatic plant could be used as remediator agent to heavy metal Cr. Eceng gondok had 49.56%, kayu apu had 33.61% and ganggang had 10.84% on decreasing Cr level in liquid waste of batik industry. It can conclude that Eceng gondok was the most effective phytoremediator agent on decreasing Cr level in liquid waste of batik industry.

Keywords: liquid waste of batik, chromium (Cr), aquatic plant, phytoremediation.

PENDAHULUAN

Industri batik merupakan salah satu industri yang sedang berkembang pesat saat ini. Salah satu sentra batik yang ada di Jawa Tengah adalah daerah Sokaraja yang masuk dalam wilayah Kabupaten Banyumas. Dalam proses produksinya, industri ini menghasilkan limbah cair yang jumlahnya mencapai 80% dari seluruh jumlah air yang

dipergunakan dalam proses pembatikan (Watini, 2009). Kandungan limbah cair industri batik dapat berupa zat organik, zat padat tersuspensi, fenol, kromium (Cr), minyak lemak dan warna (Kep. Gubernur Kepala DIY. No:281/KPTS/1998). Beberapa jenis zat warna yang berasal dari proses pencucian kain batik juga mengandung logam berat seperti kromium. Keberadaan kromium pada perairan dijumpai dalam dua bentuk yaitu ion kromium valensi III (Cr^{3+}) dan ion kromium valensi VI (Cr^{6+}). Kromium valensi VI lebih toksik dari

¹⁾ Jurusan Perikanan dan Kelautan
Universitas Jenderal Soedirman email :
nuningvh@gmail.com

pada kromium valensi III karena ion ini sukar terurai, tidak mengendap, stabil, dan toksik, sedangkan kromium valensi III mempunyai sifat mirip dengan besi (III), sukar terlarut pada pH di atas 5 dan mudah dioksidasi. Keberadaan kromium di perairan dapat menyebabkan penurunan kualitas air serta membahayakan lingkungan dan organisme akuatik (Susanti dan Henny, 2008).

Dampak yang ditimbulkan bagi organisme akuatik yaitu terganggunya metabolisme tubuh akibat terhalangnya kerja enzim dalam proses fisiologis. Kromium dapat menumpuk dalam tubuh dan bersifat kronis yang akhirnya mengakibatkan kematian organisme akuatik (Palar, 2008). Sedangkan bagi manusia dapat menyebabkan *ulkus* pada hidung dan kulit, *hiperpigmentasi* pada kulit, kanker kulit dan mengindikasi *nekrosis* tubulus ginjal (Purwaningsih, 2008). Mengingat hal tersebut, maka limbah yang akan dibuang ke lingkungan seyogyanya mengalami proses pengolahan terlebih dahulu untuk menghindari hal tersebut.

Pengolahan limbah cair batik dapat dilakukan dengan menggunakan metode pengolahan secara biologi. Salah satu teknik pengolahan secara biologi ialah teknik pengolahan secara fitoremediasi dengan memanfaatkan tumbuhan untuk menyerap bahan pencemar seperti logam berat kromium. Kemampuan tumbuhan ini banyak digunakan untuk mengolah air buangan, karena tumbuhan ini mampu mengolah air buangan dengan tingkat efisiensi yang tinggi (Mukti, 2008). Beberapa jenis tumbuhan air yang berpotensi dalam pengolahan air limbah adalah

Eichornia crassipes, *Pistia stratiotes* dan *Hydrilla verticillata*. Beberapa penelitian sebelumnya telah menggunakan tumbuhan air untuk mengolah limbah industri pelapisan krom. Liani (2004) meneliti biomassa *Pistia stratiotes* 150 gram dengan waktu pemaparan 9 hari memberikan hasil yang terbaik bagi *Pistia stratiotes* sebagai fitoremediator limbah cair industri pelapisan krom. Hasil penelitian Susilaningsih (1992) juga menunjukkan kombinasi tumbuhan *Hydrilla verticillata* dan *Eichornia crassipes* mampu menyerap logam kromium (VI) lebih dari kemampuan secara monokultur. Pada pemaparan 96 jam dicapai hasil penyerapan terbesar sebanyak 88,282 %. Selain itu, jenis-jenis tumbuhan tersebut juga banyak dijumpai di Banyumas, dari segi ekonomi tumbuhan ini harganya relatif murah, tidak memerlukan perawatan khusus dan pemeliharaan sangat mudah. Hal ini yang mendasari peneliti menggunakan ketiga tumbuhan air ini sebagai agen fitoremediator logam berat kromium dalam limbah cair batik. Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dalam penanganan limbah logam berat kromium pada industri batik.

BAHAN DAN METODE

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian yaitu bak plastik, termometer, pH indikator, Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)-nyala, lampu katoda berongga (*Hollow Cathode Lamp/HCL*) krom, gelas piala 100 mL dan 250 mL, pipet volumetrik 10 mL dan 50 mL, labu ukur 50 mL, 100 mL, 1000 mL, labu elenmeyer 100 mL, corong gelas, kaca arloji pemanas listrik, saringan membran dengan

ukuran pori 0,45 μm , timbangan analitik dengan ketelitian 0,0001 g, dan labu semprot.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan yaitu air limbah cair industri batik, tumbuhan air (*Eichornia crassipes*, *Pistia stratiotes* dan *Hydrilla verticillata*), akuades, asam nitrat (HNO_3), krom trioksida (CrO_3) atau kalium dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), gas asetilen (C_2H_2) HP dengan tekanan minimum 100 psi, larutan pengencer HNO_3 0,05 M, larutan pencuci HNO_3 5% (v/v), dan udara tekan HP atau udara tekan dari kompresor.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan yaitu : pengolahan limbah cair industri batik tanpa diberi tumbuhan air sebagai kontrol (P1), pengolahan limbah cair industri batik yang diberi tumbuhan *Hydrilla verticillata* (P2), pengolahan limbah cair industri batik yang diberi tumbuhan *Pistia stratiotes* (P3), pengolahan limbah cair industri batik yang diberi tumbuhan *Eichornia crassipes* (P4), dan masing-masing perlakuan dilakukan dengan enam ulangan.

Variabel dan Parameter

Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah kualitas air (faktor fisik dan kimia) limbah cair industri batik. Parameter yang diamati dalam penelitian ini ada dua macam yaitu parameter utama dan parameter pendukung. Parameter utama yang diukur adalah dosis kromium pada limbah cair industri batik sebelum dan sesudah diberi perlakuan. Parameter pendukung yang diukur adalah temperatur dan pH pada limbah cair industri batik

sebelum dan sesudah diberi perlakuan.

Persiapan Materi

Bak plastik dengan volume ± 10 L sebanyak 24 buah disiapkan sebagai satuan percobaan, kemudian dibersihkan dengan air. Tumbuhan *Eichornia crassipes*, *Pistia stratiotes* dan *Hydrilla verticillata* diambil dari daerah persawahan atau kolam perairan alami dan jauh dari daerah industri. Tumbuhan air dipilih dengan biomassa masing-masing 150 gram, kemudian dicuci bersih dengan air.

Uji Pendahuluan

Air limbah batik diencerkan dengan konsentrasi 40, 35, 30, 25, dan 0% (kontrol). Pengenceran limbah batik dilakukan dengan penambahan air sumur. Air limbah dari masing-masing konsentrasi dimasukkan ke dalam bak plastik dengan volume ± 10 liter. Tumbuhan *E. crassipes*, *P. stratiotes* dan *H. verticillata* masing-masing berat biomassa 150 gram dimasukkan ke dalam ember yang telah diisi air limbah batik. Berdasarkan hasil uji pendahuluan selama 9 hari akan didapatkan konsentrasi atau tingkat pengenceran limbah cair yang masih bisa ditolerir oleh tumbuhan. Selanjutnya konsentrasi inilah yang dipakai untuk percobaan lebih lanjut.

Uji fitoremediasi

Pada uji fitoremediasi, dilakukan aklimasi tumbuhan selama 1 minggu, setelah itu baru dilakukan uji fitoremediasi dengan menggunakan biomassa tumbuhan 150 gr selama 9 hari. Sebelum dan setelah perlakuan air limbah dilakukan pengukuran kadar kromium, pH dan suhu air limbah. Terhadap air sampel untuk analisis kromium dilakukan pengawetan

dengan menambahkan larutan HNO_3 hingga pH menjadi asam ($\text{pH} < 2$).

Pengukuran Kadar Kromium (SNI 6989. 17 : 2009)

Pengukuran kadar kromium dilakukan di Laboratorium Kimia Analisis Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Gajah Mada (UGM) dengan mengacu pada SNI 6989. 17 : 2009.

Kadar kromium dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Kadar Logam Berat Cr-Total} = c \times fp$$

Keterangan :

c = kadar yang didapat hasil pengukuran (mg/L)

fp = Faktor pengenceran

Analisis data

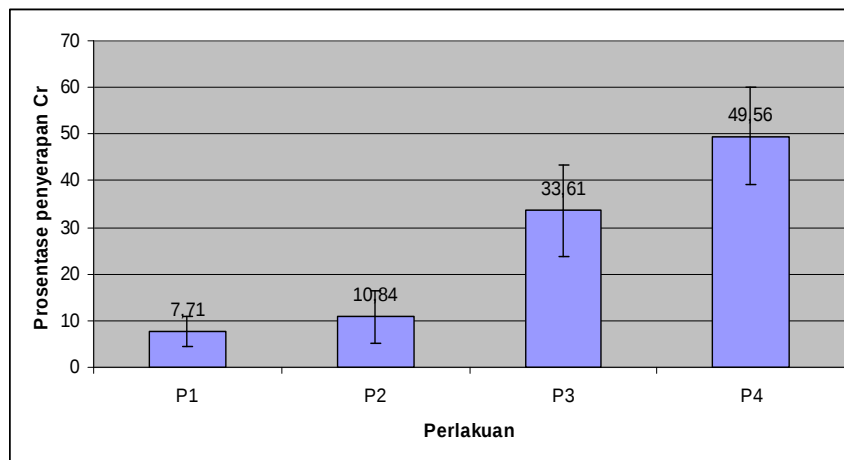
Data yang diperoleh dari pengukuran kandungan kromium

(Cr) pada limbah cair industri batik sebelum dan sesudah diberi perlakuan dianalisis dengan uji F dan jika berbeda nyata (signifikan) maka dilanjutkan dengan BNT.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kemampuan Tumbuhan Air dalam Menyerap Kadar Kromium

Hasil pengukuran kandungan Cr pada limbah cair industri batik sebelum perlakuan adalah $0,0761 \pm 0,0070$ mg/L. Setelah 9 hari perlakuan, kandungan Cr pada perlakuan P1 (tanpa tumbuhan/kontrol) $0,0702 \pm 0,0024$ mg/L, perlakuan P2 (*Hydrilla verticillata*) $0,0678 \pm 0,0043$ mg/L, perlakuan P3 (*Pistia stratiotes*) $0,0505 \pm 0,0074$ mg/L, dan perlakuan P4 (*Eichornia crassipes*) $0,0384 \pm 0,0079$ mg/L (Gambar 1).



Gambar 1. Prosentase Penyerapan Kandungan Logam Berat Kromium ($\bar{x} \pm \text{SD}$) pada Limbah Cair Industri Batik sesudah diberi Perlakuan

Pada Gambar 1 terlihat perlakuan P1 (tanpa tumbuhan/kontrol) mampu menurunkan $7,71 \pm 3,12$ %. Hal ini dimungkinkan karena adanya proses sedimentasi. *H. verticillata* mampu menurunkan $10,84 \pm 5,61$ %, dan merupakan tumbuhan yang paling rendah kemampuannya. Hal ini

disebabkan *Hydrilla verticillata* mempunyai luas permukaan tubuh yang kecil sehingga kontak dengan kromium semakin kecil. Selain itu air limbah juga mengandung lapisan seperti minyak dan lemak yang berasal dari lilin yang melapisi permukaan tubuh *H. verticillata*

sehingga menghambat pergerakan air yang mengandung kromium. Selain itu, ukuran *H. verticillata* juga jauh lebih kecil jika dibandingkan *E. crassipes* dan *P. stratiotes*. Tumbuhan yang berukuran lebih kecil memiliki kemampuan yang kurang baik dalam mengolah kontaminan (Lidiawati, 2009).

E. crassipes mampu menurunkan kandungan kromium paling tinggi, yaitu $49,56 \pm 10,41\%$. Hal ini dimungkinkan karena penyerapan oleh *Eichornia crassipes* terjadi dalam dua cara yaitu secara aktif dan secara pasif. Penyerapan secara pasif yaitu dengan bantuan sinar matahari dan secara pasif dengan cara transpirasi. Penyerapan aktif tergantung pada anion dan kation yang terdapat pada tumbuhan. Proses ini melalui senyawa pembawa (zat khelat) agar ion logam terserap (Susilaningsih, 1992). *E. crassipes* akan mendepositkan logam berat ke dinding sel dalam vakuola dan berikatan dengan senyawa organik lainnya. Struktur spons yang dimiliki oleh *E. crassipes* juga mampu menyerap unsur-unsur pencemar dalam air limbah. Pada akar, tumbuhan ini mempunyai senyawa fitokelatin yang berfungsi untuk mengikat unsur logam dan membawanya ke dalam sel melalui peristiwa transport aktif. Selain logam berat terakumulasi pada akar, logam berat juga akan terakumulasi juga pada bagian jaringan tumbuhan lainnya terutama pucuk daun. Tumbuhan akuatik ini mampu mendepositkan ion-ion logam berat ke dalam dinding sel, vakuola, dan lapisan sitoplasma yang akan berikatan dengan gugus sulfhidril (-SH) atau asam organik lainnya (Moenandir, 1990 dalam Rahmadiyah, 2000).

Tingginya akumulasi logam di akar ini disebabkan tumbuhan menyerap unsur hara beserta logam yang ada dari air melalui akar. Akar berfungsi sebagai organ penyerap dan penyalur unsur-unsur hara ke bagian yang lain. Terkait dengan fungsi tersebut, maka akar akan banyak menyerap unsur hara sehingga akumulasi logam akan lebih tinggi di akar dibandingkan dengan batang dan daun. Susilaningsih (1992) menyatakan bahwa fungsi akar bagi tumbuhan sebagai alat pertautan tumbuhan dengan substrat dan berfungsi sebagai penyerap unsur-unsur hara serta mengalirkannya ke batang dan daun. Akar *E. crassipes* memiliki kemampuan untuk menyerap, mengendapkan, dan mengakumulasi logam dari limbah yang biasa dikenal sebagai rhizofiltrasi (Suwondo *et al.*, 2005). Tumbuhan ini juga memiliki akar serabut dan memenuhi kolom air hingga masuk ke dalam lumpur perairan (sistem perakaran dalam), kondisi demikian memungkinkan *E. crassipes* mempunyai kesempatan mengabsorpsi ion logam lebih banyak. Partikel-partikel organik yang terdapat dalam air dapat mengikat ion logam, yang karena gravitasinya akan terendapkan di dasar. *Eichornia crassipes* juga mempunyai banyak vakuola tanpa noda tebal yang terdapat pada tudung akar. Vakuola ini berupa rongga-rongga besar di bagian dalam sebuah sel yang berisi cairan vakuola. Suatu larutan cair berbagai bahan organik yang kebanyakan berupa bahan cadangan makanan. Lubang stomata *Eichornia crassipes* dua kali lebih besar dibandingkan dengan kebanyakan tumbuhan lain dan jarak antara stomata adalah delapan kali besarnya lubang. Hal ini yang

mempengaruhi kemampuan *Eichornia crassipes* dalam penyerapan berbagai unsur hara dari dalam air (Susilaningih, 1992)

Hasil pengukuran pH selama penelitian adalah 7 (netral), yang merupakan pH optimal bagi tanaman sehingga penyerapan ion kromium cukup efektif. Disamping faktor pH, suhu tempat tanaman dipaparkan juga mempengaruhi penyerapan kromium. Suhu pada saat penelitian relatif stabil dan optimal bagi tanaman yaitu rata-rata 28⁰C.

Kromium yang telah terakumulasi dalam tumbuhan selama penelitian belum menyebabkan tanda-tanda keracunan pada tumbuhan tersebut. Tumbuhan mampu meredap kromium sampai ambang batas yang telah ditentukan karena tumbuhan mempunyai kemampuan meredam stress metal. Apabila tumbuhan mengalami stress metal akan mengeluarkan senyawa fitokelatin, yaitu suatu peptide yang terdiri dari asam amino dan mempunyai sentrum gugus sistein untuk melindunginya. Sistein mempunyai gugus S yang berfungsi untuk mengikat ion logam berat yang terserap.

Hasil analisis data menunjukkan perakuan berpengaruh sangat nyata artinya pengaruh perlakuan terhadap penyerapan kromium tumbuhan sangat tinggi. Hal ini dimungkinkan oleh kemampuan tumbuhan beradaptasi, kemampuan tumbuhan mengakumulasi logam berat dan kemampuan tumbuhan meredam stress metal.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa tumbuhan air mampu menjadi

agen fitoremediator logam berat kromium. Di antara 3 tumbuhan air yang dicobakan, *Eichornia crassipes* merupakan tumbuhan yang paling mampu menurunkan kadar Cr air limbah batik, diikuti *Pistia stratiotes* dan *Hydrilla verticillata* dengan persentase penurunan secara berturut-turut : 49,56%, 33,61% dan 10,84%.

DAFTAR PUSTAKA

- Kep.Gubenur Kepala DIY
No.281/1998. *Baku Mutu Limbah cair untuk industri tekstil*.
<http://bapedalda.go.id>
- Liani, Firya. 2004. *Pemanfaatan kayu apu (Pistia Stratiotes, L) sebagai fitoremediator limbah cair industri pelapisan krom*. Skripsi. Fakultas Biologi. Universitas Negeri Jenderal Soedirman, Purwokerto. 87 hal.
- Lidiawati, Tuani. 2009. *Penurunan Konsentrasi Warna Limbah Tekstil dengan Menggunakan Tumbuhan Air*. *Prosiding Nasional Teknik Kimia Indonesia*. Bandung.
- Mukti, A. M. 2008. *Penggunaan Tumbuhan Eceng Gondok (Eichornia crassipes) Sebagai Pre Treatment Pengolahan Air Minum Pada Air Selokan Mataram*. <http://www.uui.ac.id/>.Pdf.
- Palar, H. 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*.

- Penerbit Rineka Cipta, Jakarta. 152 hal.
- Purwaningsih, I. 2008. Pengolahan Limbah Cair Industri Batik CV. Batik Indah Raradjonggrang Yogyakarta dengan Metode Elektrokoagulasi Ditinjau dari Parameter Oxygen Demand (COD) dan Warna. http://rac.uui.ac.id/Publik/skrpsi_02513126.pdf.
- Rahmadiyah, B. 2000. *Efek Logam Berat Kromium (VI) dari Limbah Laboratorium Anorganik-LIPI Bandung Terhadap Tanaman Eceng Gondok (Eichornia crassipes) dan Kayambang (Salvinia molesta)*. Skripsi. Fakultas Biologi. Universitas Negeri Jenderal Soedirman, Purwokerto. 63 hal.
- SNI. 2009. Uji Krom Total (Cr-Total) Secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-Nyala. BSN (Badan Standar Nasional). Jakarta. 8 hal.
- Susanti, E., Henny. 2008. *Pedoman Pengolahan Limbah Cair Yang Mengandung Kromium Dengan Sistem Lahan Basah Buatan Dan Reaktor Kolom*. Pusat Penelitian Limnologi. LIPI. Cibinong. 49 hal.
- Susilaningsih, D. 1992. *Pemanfaatan Tumbuhan Hydrilla verticillata dan Eichornia crassipes sebagai Salah satu Usaha Pengendalian Pencemaran Logam Kromium (Cr) dari Limbah Pelapisan Logam*. Skripsi. Fakultas Biologi. Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. 75 hal.
- Suwondo., Fauziah, Y., Syafrianti., Wariyanti, S. 2005. Akumulasi Logam Cu (Cuprum) dan Zn (Zincum) di Perairan Sungai Siak dengan Menggunakan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*). Jurnal Biogenesis Vol.1(2): 51005. http://biologifkip.unri.ac.id/karya_tulis/wondo%2051-56.pdf.
- Watini, 2009. *Pengaruh Waktu Kontak Eceng Gondok (Eichornia crassipes) Terhadap Penurunan Kadar Cd dan Cr Pada Air Limbah Industri Batik (Home Industry Batik Di Desa Sokaraja Lor)*. Kota Purwokerto. Skripsi. Fakultas Kedokteran dan Ilmu-Ilmu Kesehatan Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. 63 hal.