

**Efektifitas Reduksi Chromium Limbah Cair Penyamakan Kulit dengan Sistem *Constructed Wetland* Menggunakan *Echinodorus palaefolius* dan *Iris psedacorus***

**Skripsi**



**Giovani Ardyta Saputri**

**31120002**

**Program Studi Biologi  
Fakultas Bioteknologi  
Universitas Kristen Duta Wacana  
Yogyakarta  
2016**

**Efektifitas Reduksi Kromium Limbah Cair  
Penyamakan Kulit dengan Sistem *Constructed Wetland*  
Menggunakan *Echinodorus palaefolius*  
dan *Iris pseudacorus***

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains (S.Si) pada Program Studi Biologi  
Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana  
Universitas Kristen Duta Wacana



**Giovani Ardyta Saputri**

**31120002**

**Program Studi Biologi**

**Fakultas Bioteknologi**

**Universitas Kristen Duta Wacana**

**Yogyakarta**

**2016**

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Giovani Ardyta Saputri

NIM : 31120002

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

**"Efektivitas Reduksi Kromium Limbah Cair Penyamakan Kulit dengan Sistem *Constructed Wetland* Menggunakan *Echinodorus palaefolius* dan *Iris pseudacorus*"**

adalah hasil karya saya dan bukan merupakan duplikasi sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain, yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu di alam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini dibuat sebenar-benarnya secara sadar dan bertanggung jawab dan saya bersedia menerima sanksi pembatalan skripsi apabila terbukti melakukan duplikasi terhadap skripsi atau karya ilmiah lain yang sudah ada.

Yogyakarta, 07 Oktober 2016



Giovani Ardyta Saputri

## Lembar Pengesahan

Skripsi dengan judul:

EFEKTIVITAS REDUKSI KROMIUM LIMBAH CAIR PENYAMAKAN KULIT DENGAN  
SISTEM *CONSTRUCTED WETLAND* MENGGUNAKAN *Echinodorus palaefolius*  
dan *Iris pseudacorus*

telah diajukan dan dipertahankan oleh:

**GIOVANI ARDYTA SAPUTRI**  
31120002

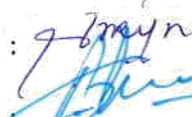


dalam Ujian Skripsi Program Studi Biologi  
Fakultas Bioteknologi  
Universitas Kristen Duta Wacana

dan dinyatakan DITERIMA untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Sains pada tanggal 12 Oktober 2016

### Nama Dosen

- 1 Dra. Haryati Bawole, M.Sc  
Dosen Pembimbing I/Penguji
- 2 Drs. Guruh Prihatmo, MS  
Pembimbing II/Penguji
- 3 Prof. Dr. Suwarno Hadisusanto, SU  
Ketua Tim Penguji

### Tanda Tangan

:   
:   
: 

Yogyakarta, 12 Oktober 2016

Disahkan Oleh:

Dekan,



  
Drs. Kisworo, M.Sc

Ketua Program Studi,

  
Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala berkat dan penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul "Efektivitas Reduksi Kromium Limbah Cair Penyamakan Kulit dengan Sistem *Constructed Wetland* Menggunakan *Echinodorus palaefolius* dan *Iris pseudacorus*", sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) di Program Studi Biologi Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak akan terwujud tanpa adanya kontribusi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Drs. Kisworo, M.Sc selaku Dekan Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta
2. Dra. Haryati Bawole, M.Sc dan Drs. Guruh Prihatmo, M.S selaku dosen pembimbing skripsi yang telah menyediakan waktu, tenaga, pikiran, untuk mengarahkan dalam penulisan skripsi ini.
3. Drs. Djoko Rahardjo, M.Kes. selaku dosen wali penulis yang selalu memberikan bantuan tak terhingga selama menempuh studi di UKDW
4. Seluruh dosen, laboran, dan Staf Fakultas Bioteknologi yang memberikan bantuan selama ini.
5. Para laboran Laboratorium Fakultas Bioteknologi: Kak Teo, Mas Is, Mbak Retno, Mas Setyo, dan Mas Hari.
6. Orangtua dan keluarga yang telah memberikan dorongan moril dan material kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Sahabatku terbaik dan teman-teman terkhusus : Intan, Tiara, Juan, Ocha, dan Rino.
8. Teman – teman Fakultas Bioteknologi angkatan 2012.
9. Semua pihak yang telah memberikan dukungan kepada penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu, hingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih ada banyak kekurangan yang terdapat dalam skripsi ini. Kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat diharapkan guna perbaikan laporan atau karya selanjutnya. Akhirnya penyusun berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Yogyakarta, 07 Oktober 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL DAN GRAFIK .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR LAMPIRAN .....	ix
Efektivitas Reduksi Kromium Limbah Cair Penyamakan Kulit dengan Sistem <i>Constructed Wetland</i> Menggunakan <i>Echinodorus palaefolius</i> dan <i>Iris pseudacorus</i>	
Abstrak.....	1
Abstact .....	2
BAB I Pendahuluan .....	3
1.1 Latar Belakang Masalah .....	3
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
BAB II Tinjauan Pustaka .....	6
2.1 Industri Penyamakan Kulit .....	6
2.2 Karakteristik Limbah Penyamakan Kulit .....	6
2.3 Kromium.....	7
2.4 <i>Constructed Wetland</i> .....	7
2.5 Tanaman <i>Echinodorus palaefolius</i> .....	8
2.6 Tanaman <i>Iris pseudacorus</i> .....	8
BAB III Metode Penelitian .....	9
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	9
3.2 Desain Penelitian .....	9
3.3 Parameter yang Diukur .....	9
3.4 Alat.....	9

3.5 Bahan .....	9
3.6 Cara Kerja .....	9
3.5 Bahan .....	9
3.7 Analisis Data .....	12
BAB IV Hasil dan Pembahasan .....	13
4.1 Penurunan Parameter Cr-Total .....	13
4.2 Penurunan Parameter COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ) dan BOD ( <i>Biological Oxygen Demand</i> ) .....	14
4.3 Parameter pH dan Suhu .....	15
4.4 Pengamatan Parameter Biologis .....	17
BAB V Penutup .....	18
5.1 Kesimpulan .....	18
5.2 Saran .....	18
Daftar Pustaka .....	19
LAMPIRAN .....	22

**DAFTAR TABEL DAN GRAFIK**

	<b>Halaman</b>
1. Karakteristik Limbah Penyamakan Kulit .....	5
2. Penurunan Parameter Terukur dan Hasil Analisis Varian .....	12
3. Penurunan Parameter Cr-Total.....	12
4. Penurunan COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ).....	13
5. Penurunan BOD ( <i>Biological Oxygen Demand</i> ) .....	14
6. Parameter pH.....	15
7. Parameter Suhu .....	15
8. Biomassa Akhir Tanaman.....	16



**DAFTAR GAMBAR**

	<b>Halaman</b>
1. Proses Penyamakan Kulit.....	5
2. Tipe Aliran Constructed Wetland's.....	6
3. Tanaman <i>Echinodorus palaefolius</i> .....	7
4. Tanaman <i>Iris pseudacorus</i> .....	7
5. Desain Reaktor SSF CW .....	9

©UKDWN

**DAFTAR LAMPIRAN**

	<b>Halaman</b>
1. Dokumentasi Desain Reaktor SSF CW.....	22
2. Data Anova Parameter Terukur (Fisik dan Kimia) .....	24
3. Konsentrasi Parameter Terukur (Fisik dan Kimia) Berdasarkan Baku Mutu Limbah Industri Penyamakan Kulit .....	30
4. Laporan Hasil Uji Parameter COD dan Krom-Total.....	35

©UKDW

# Efektivitas Reduksi Kromium pada Limbah Cair Penyamakan Kulit dengan Sistem *Constructed Wetland* Menggunakan *Echinodorus palaefolius* dan *Iris pseudacorus*

GIOVANI ARDYTA SAPUTRI

Program Studi Biologi Fakultas Bioteknologi , Universitas Kristen Duta Wacana

## Abstrak

Limbah cair penyamakan kulit mengandung garam, ammonia, klorid, sulfat, kromium, suspended solid, dan lain-lain. Kandungan kromium dalam air limbah berasal dari proses *tanning*. Senyawa kromium sangat berbahaya bagi makhluk hidup dan bersifat karsinogenik. Oleh karena itu, perlu adanya pengolahan lanjutan untuk menurunkan kadar kromium tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penurunan kromium dengan sistem *constructed wetland* menggunakan tanaman *Echinodorus palaefolius* dan *Iris pseudacorus*. Penelitian ini menggunakan 3 perlakuan yaitu, kontrol (tanpa tanaman), perlakuan dengan *E.palaefolius* dan dengan *I.pseudacorus*. Parameter yang diukur antara lain krom total, BOD, COD, pH, suhu, dan parameter biologi untuk mengetahui ketahanan tanaman selama sistem berjalan dengan HRT selama 3 hari. Analisis data menggunakan ANOVA menunjukkan bahwa efisiensi penurunan kromium oleh *E.palaefolius* sebesar 91,84%, sedangkan penurunan COD sebesar 58,57% dan BOD sebesar 75% oleh *I.pseudacorus*.

**Kata kunci:** chromium, *constructed wetlands*, *Echinodorus palaefolius*, *Iris pseudacorus*, limbah cair penyamakan kulit

# **The Effectiveness of Chromium Reduction in Tannery Wastewater with a Constructed Wetland System using *Echinodorus palaeifolius* and *Iris pseudacorus***

GIOVANI ARDYTA SAPUTRI

**Program Study of Biology, Biotechnology Faculty , Duta Wacana Christian University**

## **Abstract**

Tannery wastewater contains salt, ammonium, klorid, sulfate, chromium, suspended solid, and others. The content of chromium in wastewater derived from the tanning process. Chromium compounds are very harmful to living things and are carcinogenic. Thus, the need of the follow-up treatment to reduce the levels of chromium. Advanced processing can be an alternatif of the system of *constructed wetlands*. This research aims to know the effectiveness of the reduction of chromium with the system *constructed wetland* using *Echinodorus palaeifolius* and *Iris pseudacorus*. This study used 3 treatments, i.e control (without plants), the treatment of *E. palaeifolius*, and *I. pseudacorus*. The parameters measured are total chrome, BOD, COD, pH, temperature, and biological parameters with HRT for 3 days. ANOVA showed the reduce of chromium by *E. palaeifolius* of 91,84%, while the COD reduce of 58,57% and BOD of 75% with *I.pseudacorus*.

**Keyword:** chromium, *constructed wetlands*, *Echinodorus palaeifolius*, *Iris pseudacorus*, tannery wastewater

# Efektivitas Reduksi Kromium pada Limbah Cair Penyamakan Kulit dengan Sistem *Constructed Wetland* Menggunakan *Echinodorus palaefolius* dan *Iris pseudacorus*

GIOVANI ARDYTA SAPUTRI

Program Studi Biologi Fakultas Bioteknologi , Universitas Kristen Duta Wacana

## Abstrak

Limbah cair penyamakan kulit mengandung garam, ammonia, klorid, sulfat, kromium, suspended solid, dan lain-lain. Kandungan kromium dalam air limbah berasal dari proses *tanning*. Senyawa kromium sangat berbahaya bagi makhluk hidup dan bersifat karsinogenik. Oleh karena itu, perlu adanya pengolahan lanjutan untuk menurunkan kadar kromium tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penurunan kromium dengan sistem *constructed wetland* menggunakan tanaman *Echinodorus palaefolius* dan *Iris pseudacorus*. Penelitian ini menggunakan 3 perlakuan yaitu, kontrol (tanpa tanaman), perlakuan dengan *E.palaefolius* dan dengan *I.pseudacorus*. Parameter yang diukur antara lain krom total, BOD, COD, pH, suhu, dan parameter biologi untuk mengetahui ketahanan tanaman selama sistem berjalan dengan HRT selama 3 hari. Analisis data menggunakan ANOVA menunjukkan bahwa efisiensi penurunan kromium oleh *E.palaefolius* sebesar 91,84%, sedangkan penurunan COD sebesar 58,57% dan BOD sebesar 75% oleh *I.pseudacorus*.

**Kata kunci:** chromium, *constructed wetlands*, *Echinodorus palaefolius*, *Iris pseudacorus*, limbah cair penyamakan kulit

# **The Effectiveness of Chromium Reduction in Tannery Wastewater with a Constructed Wetland System using *Echinodorus palaeifolius* and *Iris pseudacorus***

GIOVANI ARDYTA SAPUTRI

**Program Study of Biology, Biotechnology Faculty , Duta Wacana Christian University**

## **Abstract**

Tannery wastewater contains salt, ammonium, klorid, sulfate, chromium, suspended solid, and others. The content of chromium in wastewater derived from the tanning process. Chromium compounds are very harmful to living things and are carcinogenic. Thus, the need of the follow-up treatment to reduce the levels of chromium. Advanced processing can be an alternatif of the system of *constructed wetlands*. This research aims to know the effectiveness of the reduction of chromium with the system *constructed wetland* using *Echinodorus palaeifolius* and *Iris pseudacorus*. This study used 3 treatments, i.e control (without plants), the treatment of *E. palaeifolius*, and *I. pseudacorus*. The parameters measured are total chrome, BOD, COD, pH, temperature, and biological parameters with HRT for 3 days. ANOVA showed the reduce of chromium by *E. palaeifolius* of 91,84%, while the COD reduce of 58,57% and BOD of 75% with *I.pseudacorus*.

**Keyword:** chromium, *constructed wetlands*, *Echinodorus palaeifolius*, *Iris pseudacorus*, tannery wastewater

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pesatnya berkembang dunia industri dikaitkan dengan semakin menurunnya kualitas lingkungan. Hal tersebut terjadi karena pencemaran oleh limbah industri melalui tanah, air, maupun udara. Limbah yang dihasilkan dari kegiatan industri biasanya mengandung sisa-sisa bahan kimia, minyak, padatan, nutrisi, dan logam berat.

Industri penyamakan kulit bertujuan mengolah kulit mentah (hewan) menjadi kulit jadi, sebagai bahan dasar untuk membuat sepatu, jaket, dompet, ikat pinggang, dan lain-lain. Produk-produk kulit tersebut memiliki kualitas ekspor. Beberapa negara yang berkembang pesat karena industri penyamakan kulit adalah Turki, China, India, Pakistan, Brazil dan Ethiopia. Sebagian besar Industri kulit di Indonesia merupakan industri rumah tangga yang berkembang di beberapa wilayah tertentu, seperti Yogyakarta, Semarang, Bandung, Garut, dan Magetan. Industri-industri tersebut berdiri dengan modal yang relatif kecil, proses produksi sederhana, dan belum memperhatikan keselamatan kerja dan lingkungan di sekitarnya.

Industri penyamakan kulit merupakan industri yang menggunakan bahan kimia dan air dalam jumlah besar. Menurut Purnomo (1985), proses penyamakan kulit terdapat tiga tahapan proses, yaitu proses pengerjaan basah (*beamhouse*), proses penyamakan (*tanning*) dan *finishing*. Tahapan-tahapan penyamakan kulit tersebut menghasilkan tiga jenis limbah yaitu limbah padat, cair, dan gas. Limbah padat yang dihasilkan berupa sisa-sisa potongan kulit dan bulu. Menurut Sunaryo (2011), limbah cair mengandung lemak dan protein, terdapat banyak sisa bahan-bahan kimia seperti sodium sulfida, kapur, amoniak, dan bahan organik. Rata-rata air limbah yang dihasilkan dari semua proses penyamakan kulit sebesar 15m<sup>3</sup>/ton kulit.

Air limbah penyamakan kulit mengandung kromium yang berasal dari proses penyamakan. Selama proses penyamakan terdapat 40% garam kromium yang tidak terserap oleh kulit, sehingga ikut dalam air limbah. Kromium yang ada dalam air limbah merupakan kromium bervalensi (III) yang tidak bersifat toksik bagi makhluk hidup. Akan tetapi, kromium (III) dalam air limbah maupun sludge dapat berubah menjadi kromium (VI) pada kondisi lingkungan basa yang merupakan jenis limbah B3 yang sangat berbahaya. Kromium (VI) termasuk dalam golongan logam berat dan bersifat karsinogen (penyebab kanker), korosif pada kulit dan membran mukusoid (selaput lendir). Apabila air limbah yang mengandung kromium langsung di buang ke perairan yang dapat mengganggu ekosistem perairan. Kandungan kromium dalam air limbah lebih berbahaya dibandingkan kandungan kromium yang terkandung dalam limbah padat (Said, 2011).

Teknologi pengolahan limbah untuk industri penyamakan kulit biasanya dilakukan secara fisik, kimia, atau kombinasi. Akan tetapi, pengolahan limbah cair penyamakan kulit secara fisik atau kimia memiliki beberapa kekurangan yaitu menghasilkan lumpur yang cukup banyak, biaya operasional tinggi, dan menggunakan bahan-bahan kimia yang dapat menambah beban bahan pencemar. Sehingga, diperlukan upaya pengolahan lanjutan yang mampu menghasilkan kualitas limbah yang baik dengan jumlah polutan yang rendah untuk air buangan (Goswami & Mazumder, 2014).

Pengolahan lanjutan dapat dilakukan secara biologi dengan sistem *constructed wetland*. Sistem *constructed wetland* merupakan sistem pengolahan air tercemar dengan menggunakan lahan basah buatan dengan bantuan vegetasi tanaman, media, dan mikroorganisme. Sistem ini memiliki beberapa keuntungan yaitu mekanisme kerja sederhana, *maintenance*, dan biaya operasional juga rendah. Beberapa negara yang sudah menerapkan *constructed wetland* antara lain Jepang, Inggris, Amerika, Jerman dengan menggunakan berbagai macam spesies tanaman. Sistem ini cukup cocok jika diterapkan di Indonesia karena berkaitan dengan kondisi lingkungan yang beriklim tropis, dimana perubahan suhu tidak terjadi secara signifikan, sehingga kinerja CW dapat optimal setiap tahunnya (Supradata, 2005). Selain itu, bahan yang digunakan dalam *constructed wetland* banyak tersedia yaitu batu, kerikil, tanah, dan berbagai jenis tanaman hias. Terdapat 3 sistem aliran dalam *constructed wetland* antara lain *free water surface* (FWS), *vertical flow wetland/VFW*, dan *subsurface water/SF* (EPA, 2000).

Desain penelitian ini menggunakan sistem *constructed wetland* dengan menggunakan tanaman hias yang mampu mereduksi bahan pencemar yang terdapat dalam air limbah penyamakan kulit. Dalam pemilihan tanaman hias yang digunakan juga harus diperhatikan yaitu tanaman yang mampu beradaptasi dan hidup di kondisi ekstrim, mampu meningkatkan kualitas air limbah, dan terlihat bagus dipandang. Tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Echinodorus palaefolius* dan *Iris pseudacorus* dengan konsep *single spesies*. Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, bahwa tanaman *Echinodorus palaefolius* dan *Iris pseudacorus* memiliki sistem perakaran yang sama yaitu berakar serabut dengan jumlah yang banyak yang akan menjadi tempat tumbuh mikrobia untuk membantu mendegradasi bahan pencemar dan kedua tanaman tersebut mampu hidup dengan kondisi lingkungan

yang tercemar. Penelitian yang dilakukan Caroline dan Moa (2015) bahwa melati air mampu mereduksi kandungan logam timbal (Pb) yang terdapat dalam air limbah industri peleburan tembaga dan kuningan dengan presentase penyisihan sebesar 81,72%. Sedangkan untuk *Iris pseudacorus* menunjukkan efisiensi reduksi BOD sebesar 86,2%, COD 87,8%, nitrat sebesar 83,98% , dan phospat sebesar 59,7% (Prawira; dkk).

©UKYDWN



## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dapat dirumuskan masalah yaitu berapa efektivitas penurunan (%) konsentrasi kromium air limbah penyamakan kulit dengan sistem *constructed wetland* menggunakan *Echinodorus palaefolius* dan *Iris pseudacorus*.

## 1.3 Tujuan

Mengetahui efektivitas penurunan konsentrasi kromium dari air limbah penyamakan kulit dengan sistem *constructed wetland* menggunakan *Echinodorus palaefolius* dan *Iris pseudacorus*.

## 1.4 Manfaat Penelitian

### 1. Bagi Pelaku Industri

Memberikan informasi mengenai teknologi sederhana untuk mengolah air limbah penyamakan kulit secara efektif dan efisien yang dapat diaplikasikan sebagai upaya untuk mengurangi masalah limbah penyamakan kulit

### 2. Bagi Pengelola Laboratorium Pengembangan Penyamakan dan Pengolahan Limbah Kulit (LP3LK) Piyungan sebagai penyedia inflen untuk penelitian

Mampu memberikan alternatif pengolahan limbah cair penyamakan kulit kepada pihak LP3LK Piyungan

### 3. Bagi Peneliti

Untuk menambah wawasan dan pengetahuan tentang pengolahan limbah cair penyamakan kulit menggunakan sistem *constructed wetland*.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Efektivitas penurunan konsentrasi kromium dalam air limbah penyamakan kulit dengan sistem *constructed wetland* dengan tanaman *Echinodorus palaefolius* sebesar 91,84% dan dengan tanaman *Iris pseudacorus* sebesar 85,6%.
2. Perlakuan yang baik untuk penurunan parameter COD dan BOD adalah dengan tanaman *Iris pseudacorus*

#### **B. Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan kesimpulan di atas, saran yang dapat diberikan yaitu:

1. Pemilihan tanaman yang digunakan dalam sistem, sebaiknya yang mudah beradaptasi dengan kondisi lingkungan di sekitarnya.
2. Perlu membandingkan jenis spesies yang digunakan berdasarkan hubungan kekerabatan yang dimiliki.
3. Perlu adanya pertimbangan dalam pemilihan tanaman yang digunakan seperti berat/ ukuran tanaman dan umur tanaman.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G. (1984). *Metoda Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Anonim. (2006). *Panduan Teknologi Ramah Lingkungan pada Industri Penyamakan Kulit*. Yogyakarta: Balai Besar Kulit, Karet, dan Plastik.
- Anonim. (2008). <http://www.flowgrow.de/db/aquaticplants/echinodorus-palaefolius>. 2 Februari 2016 pada pukul 19.00 WIB
- Anonim. (2012). [http://www.wastewatergardens.com/pdf/WWG\\_AboutConstructedWetlands.pdf](http://www.wastewatergardens.com/pdf/WWG_AboutConstructedWetlands.pdf). Diakses 3 Februari 2016 pada pukul 15.00 WIB
- Asmadi, & Suharno. (2012). *Dasar-Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Yogyakarta: Goysen Publishing.
- Caroline, J., & Moa, G. A. (2015). Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) Menggunakan Tanaman Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) Pada Limbah Industri Peleburan Tembaga dan Kuningan. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III 2015*, ISBN 978-602-98569-1-0.
- Catharina, a., Purna, S., Wibisono, G., Masrevaniah, A., & Arfiati, D. (2009). Analisis Luasan Constructed Wetland Menggunakan Tanaman Iris dalam Mangolah Air Limbah Domestik (Greywater), 1–7.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- EPA. (1993). *Subsurface Flow Constructed Wetlands for WasteWater Treatment*. US: USEPA.
- EPA. (2000). *Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters*. US: USEPA.
- Evasari, J. (2012). Pemanfaatan Lahan Basah Buatan dengan Menggunakan Tanaman *Thypha latifolia* untuk Mengolah Limbah Cair Domestik [skripsi]. Universitas Indonesia, Depok: [Indonesia]
- Fardiaz, S. (1992). *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius.
- Goswami, S., & Mazumder, D. (2014). Scope of biological treatment for composite tannery wastewater. *International Journal of Environmental Sciences Volume 5, No 3*, ISSN 0976 – 4402.
- Hartanti, P. I., Aji, A. S., & Wirosodarmo, R. (n.d.). Pengaruh Kerapatan Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia craiipes*) Terhadap Penurunan Logam Chromium Limbah Cair Penyamakan Kulit. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*.
- Jacobs, J., Graves, M., & Mangold, J. (2010). *Plant guide for paleyellow iris (Iris pseudacorus)*. Bozeman, Montana 59715: USDA-Natural Resources Conservation Service, Montana State Office.

- Kresnadipayana, D. (2012). Pemanfaatan Zeolit Alam dan Limbah Kayu Aren (*Arenga pinnata*) untuk Menurunkan Logam Cr (VI) pada Limbah Cair Batik [thesis].
- Lasindrang, M., Suwarno, Susanto, H., Tandjung, S. D., & Nitisastro, K. H. (2014). Adsorpsi Pencemaran Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit oleh Kitosan yang Melapisi Arang Aktif Tempurung Kelapa. *Jurnal Tekno Sains*, 81-166.
- Listiana. (2013 ). [http://eprints.walisongo.ac.id/1606/4/093711032\\_Bab4.pdf](http://eprints.walisongo.ac.id/1606/4/093711032_Bab4.pdf). Diakses 18 Agustus 2016 pada pukul 21.30 WIB
- Lofrano, G., Meriç, S., Zengin, G. E., & Orhon, D. (2013). Science of the Total Environment. *Science of the Total Environment*, 461-462, 265–281.
- Malik, R. A., Surakusumah, W., & Surtikanti, H. K. (2016). Potensi Tanaman Air Sebagai Fitoakumulator Logam Kromium dalam Limbah Cair Tekstil. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri* .
- Mayasari, H. E., & Sholeh, M. (2016). Kajian Adsorpsi Krom dalam Limbah Cair Penyamakan Kulit . *Jurnal Kimia Mulawarman* .
- Metcalf, & Eddy. (1991). *Wastewater Engineering; treatment, disposal, reuse*. New York: McGraw Hill, Inc.
- Musyawah.  
(2011).<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/23532/4/Chapter%20II.pdf>. Diakses 18 Agustus 2016 pada pukul 19.30 WIB
- Nurwati, E. (2009). Pengaruh Limbah Cair Penyamakan Kulit Terhadap Kadar Kromium dalam Tanaman Jahe (*Zingiber officianale*) [skripsi]. UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta. [Indonesia].
- Peraturan Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor: 7 Tahun 2010
- Prawira , J., Razaí, T. S., & Nancy , W. (n.d.). Efektivitas Sistem Lahan Basah Buatan Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Iris pseudacorus .
- Prayitno. (2013). Pengurangan COD dan BOD Limbah Cair Terolah Industri Penyamakan Kulit Menggunakan Tanaman Air dengan Tanaman Melati Air, Balai Besar Kulit, Karet, dan Plastik. Yogyakarta
- Priyatno, B., & Prayitno, J. (2004). *Fitoremediasi Sebagai Salah Satu Teknologi Pemulihan Pencemaran, Khususnya Logam Berat*.  
<http://tl.bppt.tripod.com/sublab/lflora1.htm>. Diakses pada tanggal 20 Agustus 2016
- Purnomo, E. (1985). *Pengetahuan Dasar Teknologi Penyamakan Kulit*. Yogyakarta: Akademi Kulit Yogyakarta.
- Said, M. I. (n.d.). *Teknologi Pengolahan Limbah Industri Kulit*.
- Sri Purna, A. S., Wibisono, G., Masrevaniah, A., & Arfiati, D. (2008). Analisis Luasan Constructed Wetland Menggunakan Tanaman Iris dalam Mengolah Air Limbah

- Domestik (*Greywater*). *Indonesian Green Technology Journal*, E-ISSN.2338-1787.
- Sato, A., Utomo, P., Sustantyo, H., & Abineri, B. (2015). Pengolahan Limbah Tahu Secara Anaerobik-Aerobik Kontinyu . *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III*, ISBN 978-602-98569-1-0.
- Sultana, M., Akrotos, C. S., Vayenas, D. V., & Pavlo, S. (n.d.). *Constructed wetlands in the treatment of agro-industrial wastewater : A review*.  
<http://doi.org/10.2298/HEMIND150121018S>
- Sunaryo. (2011). *Petunjuk Teknis Pengolahan Limbah Penyamakan Kulit*. Semarang: Balai Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- Supradata. (2005). Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (SSF-Wetlands) [thesis].
- Sutyasmi, S., & Susanto, H. B. (2013). Penggunaan Tanaman Air (Bambu Air dan Melati Air) Pada Pengolahan Air Limbah Penyamakan Kulit Untuk Menurunkan Beban Pencemar Dengan Sistem Wetland dan Adsorpsi.