PERPUSTAKAAN FTSP UII
HADIAH/BELI
TGL. TERIMA : 11 - 12 - 2007
NO. JUDUL : 0 2765
NO. INV. : 5120002765001
NO. INDUK : 002765

TA/TL/2007/0159

TUGAS AKHIR

PENURUNAN LOGAM BERAT Cr PADA LIMBAH PENYAMAKAN KULIT DENGAN TANAMAN ECENG GONDOK (Eichhornia crssipes (Mart.) Solms) MENGGUNAKAN METODE WETLAND

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia untuk memenuhi persyaratan memperoleh derajat Sarjana Teknik Lingkungan

Oleh :

Nama : Hamka Dilapanga

No. MHS : 01 513 043

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JOGJAKARTA

2007

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

Inti Sari

Khromium (Cr) merupakan salah satu jenis logam berat yang termasuk katagori limbah Bahan Berbahaya dan Beracun(B3) karena dapat membahayakan makhluk hidup dan mencemari lingkungan. Untuk mengurangi atau menghilangkan efek toksiknya diperlukan pengolahan dan yang umum dilakukan adalah pengolahan secara biologis dengan menggunakan tumbuhan air. Dalam penelitian ini digunakan limbah penyamakan kulit dan tanaman uji yang digunakan adalah eceng gondok (*Eichhornia crssipes (Mart.)*.Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kemampuan tumbuhan eceng gondok (*Eichhornia crssipes (Mart.)* dalam mengakumulasi unsur logam berat khromium (Cr) dan mengetahui organ (akar, dan daun) yang paling banyak mengakumulasi unsur logam berat dan juga mengetahui peran tumbuhan eceng gondok (*Eichhornia crssipes (Mart.)* dalam mengurangi kandungan logam berat khromium (Cr) yang ada di limbah penyamakan kulit.

Pengaruh penyerapan logam khromium oleh tanaman eceng gondok dilihat dengan variabel pola tanam (isolasi) dan waktu kontak (3, 6, 9 dan 12 hari), juga dipelajari efek toksisitas logam khromium melalui pengamatan morfologi tanaman. Preparasi sampel akar dan daun tanaman menggunakan metode distruksi basah dengan menggunakan larutan HNO_3 dan analisis konsentrasi logam menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom .Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara statistik Uji ANOVA

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyerapan logam khromium dipengaruhi oleh pola tanam dan waktu kontak. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan efektivitas penurunan kandungan logam Cr terbesar oleh tanaman eceng gondok pada waktu kontak 12 hari dengan konsentrasi 100%, yaitu sebesar 9,57 ppm sedangkan efisiensi serapan logam Cr terbesar oleh tanaman eceng gondok pada konsentrai 50%, dengan efisiensi serapan sebesar 97,2%. Waktu kontak sangat berpengaruh terhadap penyerapan logam Cr oleh tanaman eceng gondok.

Kata kunci : Eceng gondok, fitoremediasi, khromium (Cr), limbah penyamakan kulit, waktu kontak.

MOTTO

"Bila Allah menolongmu, tidak ada yang dapat mengalahkan kamu, sebaliknya kalau Allah meninggalkan kamu, siapa lagi yang dapat menolongmu selain Dia. Maka kepada Allahlah para mukmin harus bertawakal".

(Q.S. Al Imran : 160)

"Mohonlah pertolongan Allah dengan sabar dan shalat. Hal itu sungguh sangat berat kecuali bagi mereka yang khusyuk".

(QS Al Baqarah : 45)

"Sungguh, bersama kesukaran pasti ada kemudahan"

(QS Al As Syarh:5)

Mencintai seseorang bukanlah apa-apa

Dicintai seseorang adalah sesuatu

Dicintai oleh orang yang kau cintai sangatlah berarti

Tapi dicintai oleh Sang Pencinta adalah segalanya

KATA PENGANTAR

Assalamu alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **PENURUNAN LOGAM BERAT Cr TERHADAP LIMBAH PENYAMAKAN KULIT DENGAN TANAMAN ECENG GONDOK (Eichhornia crssipes (Mart.) Solms) MENGGUNAKAN METODE WETLAND.**

Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan yang harus ditempuh untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tentunya penyusun tidak lepas dari kesalahan-kesalahan dan kekurangan sehingga penyusun menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penyusun sangat mengharapkan kritik dan saran kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Selama menyelesaikan tugas akhir ini, penyusun telah banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT.
2. Rasulullah Muhammad SAW, keluarga dan para sahabatnya
3. Bapak Prof. Dr. Drs. Edy Suandi Hamid, MEc selaku Rektor Universitas Islam Indonesia.

4. Bapak Ir. H. Ruzardi, MS selaku dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Luqman Hakim ST, Msi selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia dan juga selaku pembimbing I Tugas Akhir, yang telah bersedia meluangkan waktu dan membimbing, mendukung serta mencurahkan pikirannya untuk memberi masukan-masukan kepada penulis.
6. Bapak Ir.Kasam , ST selaku dosen Jurusan Teknik Lingkungan yang selalu memberikan nasehat dan dukungan.
7. Bapak Eko Siswoyo, ST selaku pembimbing II Tugas Akhir, yang telah bersedia meluangkan waktu dan membimbing, mendukung serta mencurahkan pikirannya untuk memberi masukan-masukan kepada penulis.
8. Bapak Hudori, ST selaku dosen Jurusan Teknik Lingkungan.
9. Bapak Andik Yulianto, ST selaku dosen Jurusan Teknik Lingkungan.
10. Bapak Agus Adi Prananto, selaku staf Jurusan Teknik Lingkungan.
11. Bapak Tasyono, Amd dan Mas Iwan Amd selaku laboran di laboratorium kualitas lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan.
12. Ayah dan Ibu tercinta, yang telah memberi do'a, dukungan moril dan materil yang tak terhingga, serta ketiga saudaraku yang telah memberikan do'a dan dorongan semangat sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

13. Teman-teman angkatan 2001, dari 01513001 sampai 01513107, dari yang perduli sampai yang 'nggak perduli, dari yang dianggap sampai 'nggak menganggap, dari Sragen sampai Lampung, dari Lombok sampai Jambi atau dari Pekan Baru yang sampai mana aja, terimakasih buat semuanya.
14. Teman-teman Teknik Lingkungan dari 1999 sampai 2006
15. Semua pihak yang telah memberi bantuan yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Akhirnya penyusun sangat berharap agar tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penyusun sendiri maupun bagi semua pihak yang menggunakan laporan ini.

Wassalamu alaikum Wr. Wb.

Jogjakarta, 12 April 2007

Penyusun

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i

HALAMAN PENGESAHAN ii

INTI SARI iii

ABSTRACT iv

HALAMAN PERSEMBAHAN v

HALAMAN MOTTO viii

KATA PENGANTAR xii

DAFTAR ISI xiii

DAFTAR GAMBAR xiv

DAFTAR LAMPIRAN xv

BAB I PENDAHULUAN .....

1.1 Latar Belakang Masalah 1

1.2 Rumusan Masalah 1

1.3 Tujuan Penelitian 2

1.4 Manfaat Penelitian 3

1.5 Batasan Masalah 3

3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....

2.1 Industri Penyamakan Kulit 4

2.1.1 Bahan Penyamakan Kulit 4

2.1.2 Sumber Limbah Cair..... 4
2.1.3 Baku Mutu Limbah Cair..... 6
2.2. Fitoremediasi..... 7
2.3 Taksonomi dan Morfologi Tanaman Eceng Gondok..... 8
2.4 Syarat Hidup Eceng Gondok..... 9
2.5 Penyerapan Logam Berat oleh Eceng Gondok..... 13
2.6 Logam Berat..... 14
2.6.1 Logam Khromium..... 17
2.6.1.1 Khromium Dalam Lingkungan..... 18
2.7 Fitotoksisitas Dalam Tanaman..... 21
2.8 Hipotesis..... 22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... 24
3.1 Jenis Penelitian..... 25
3.2 Waktu dan Tempat..... 25
3.3 Parameter Penelitian..... 25
3.4 Variabel Penelitian..... 25
3.5 Operasional Penelitian..... 25
3.6. Bahan dan Alat..... 26
3.6.1 Bahan..... 26
3.6.2 Alat..... 26
3.7 Cara Kerja..... 26
3.7.1 Pelaksanaan Penelitian..... 27
3.8 Preparasi Sampel..... 27

3.8.1 Sampel Akar..... 30
3.8.2 Sampel Air..... 30
3.9 Analisis Sampel..... 30
3.10 Sistematika Kerja..... 30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... 32
4.1 Hasil Pengujian Awal Kadar Pada Limbah Penyamakan Kulit Sebelum Perlakuan..... 33
4.2 Kadar Cr Setelah Perlakuan..... 33
4.3 Hasil Pemeriksaan pH Pada Limbah Cair Penyamakan Kulit Setelah Perlakuan..... 35
4.4 Hasil Penelitian Terhadap Tanaman Eceng Gondok..... 39
4.1.1 Fiktotoksisitas..... 41
42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... 42
5.1 Kesimpulan..... 47
5.2 Saran..... 47
47
DAFTAR PUSTAKA..... 47
LAMPIRAN..... 48
49

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Baku Mutu Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit..... 7

Tabel 2.2 Sifat-sifat Khromium..... 21

Tabel 4.1 Kandungan Khrom Terhadap Limbah Penyamakan Kulit..... 34

Tabel 4.2 Kandungan Cr Dalam Air Limbah Penyamakan Kulit Setelah Perlakuan..... 36

Tabel 4.3 Efisiensi Penurunan Logam Cr Oleh Tanaman Eceng Gondok... 38

Tabel 4.4 Ph Limbah Penyamakan Kulit Setelah Perlakuan..... 40

Tabel 4.5 Hasil Penelitian Perubahan Kondisi Tanaman Eceng Gondok Selama 12 Hari..... 41

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian..... 32

Gambar 4.2 Kandungan Khrom Setelah Perlakuan..... 36

Gambar 4.3 Efisiensi (%) Penurunan Logam Khrom Oleh Tanaman Eceng Gondok..... 38

Gambar 4.5 Tanaman Eceng Gondok Pada Konsentrasi 25%..... 43

Gambar 4.6 Tanaman Eceng Gondok Pada Konsentrasi 50%..... 44

Gambar 4.7 Tanaman Eceng Gondok Pada Konsentrasi 75%..... 45

Gambar 4.8 Tanaman Eceng Gondok Pada Konsentrasi 100%..... 46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I	Standar pengujian sampel
	Hasil uji laboratorium
Lampiran II	Hasil perhitungan statistik
Lampiran III	Dokumentasi

TUGAS AKHIR

PENURUNAN LOGAM BERAT Cr PADA LIMBAH PENYAMAKAN KULIT DENGAN TANAMAN ECENG GONDOK (Eichhornia crssipes (Mart.) Solms) MENGGUNAKAN METODE WETLAND

Nama : **Hamka Dilapanga**
No Mahasiswa : **01 513 043**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Lugman Hakim, ST, Msi
Dosen Pembimbing I

Tanggal : 10 / 7 2024

Eko Siswoyo, ST
Dosen Pembimbing II

Tanggal : 9-07-07

Abstract

Chromium (Cr) is one of heavy metal which is classify as hazardous waste because of its capability to endanger living organism and environmental pollution. Generally, biological treatment using aquatic plant. The research used the waste of leather processing and water hyacinth (*Eichhornia crssipes (Mart.)* As the test plant. The aims of the research are to observe the water hyacinth capability to occumulate heavy metal elements and to understand deeper observation of water hyacinth (*Eichhornia crssipes (Mart)* organs : root and leaves, according to accumulate heavy metal element and to observe the role of water hyacinth due to reduce heavy metal element (Cr) which may pollute in waste of leather processing.

The effect of absorption on chromium metal by water hyacinth was studied with variables of cultivation pattern (isolation) and contacting time (3, 6, 9 and 12 days). The toxicity effect of chromium metal was studied with description on the plant morphology. Wet destruction by using $HN0_3$ methods was used to prepare root sample and chromium metal was measured by Atomic Absorption Spectrophotometry. The main data observation is analysis satistically by using ANOVA Test.

Result of research indicate the absorbtion of metal khromium influenced by pattern plant and time contact. Pursuant to result analyse to show the obstetrical degradation effectiveness of biggest metal (Cr) by (*Eichhornia crssipes (Mart)* when contact 12 day with the concentration 100%, that is equal to 9,57 ppm while efficiency of biggest metal (Cr) absorption by thyroid (*Eichhornia crssipes (Mart)* at concentration 50%, with the absorption efficiency of equal to 97,2%. Time contact very having an effect on to absorbtion of metal Cr by (*Eichhornia crssipes (Mart)*.

Keywords : Eichhornia crssipes, fitoremediation, chromium (Cr), time contact, waste water of leather hyacinth.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Kupersembahkan buah karyaku kepada :

Ibunda tercinta, tiada hari tanpa kerja keras dan do'a tulus yang engkau dedikasikan demi anakmu. Has Dilapanga (Alm) dan Machmud Ibrahim (Alm), Thanks pa'.

Adikku Uwa' yang selalu menjadi penyemangat dan memberikan harapan, Mama dan Une terima kasih atas dukungan dan dorongannya

Kawan-kawan MBUII, Marching Band Universitas Islam Indonesia Jogjakarta yang telah memberikan pelajaran dan pengalaman berharga.

Kepada orang-orang yang telah mewarnai hidupku.

Jogjakarta, 2007

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Salah satu pengolahan lokasi yang telah tercemar logam berat adalah dengan metode pemulihan (remediasi). Metode ini merupakan tindakan pemulihan yang perlu dilakukan agar lahan yang tercemar dapat digunakan kembali. Disamping metode remediasi yang biasa digunakan berbasis pada rekayasa fisika dan kimia. Pada satu atau dua dasawarsa terakhir ini perhatian peneliti tertuju pada penggunaan tanaman air sebagai agen pembersih lingkungan tercemar yang terus meningkat yang dikenal dengan *fitoremedias.* Metode ini mengandalkan peran tanaman yang dapat menyerap, mendegradasi, mentransformasi dan memobilisasi bahan pencemar, baik logam berat maupun senyawa organik (Priyanto dan prayitno, 2004).

Penggunaan fitoremediasi ini disebabkan sejumlah tanaman memiliki sifat menghilangkan logam berat. logam tersebut diserap oleh akar, translokasi didalam tubuh tumbuhan dan lokalisasi logam pada jaringan. Model translokasi didalam tubuh tumbuhan berupa logam dibawa masuk ke sel akar kemudian jaringan pengangkut yaitu xylem dan floem, ke bagian tumbuhan lain. Sedangkan lokalisasi logam pada jaringan untuk mencegah peracunan logam terhadap sel, maka tanaman akan melakukan detoksifikasi, misalnya menimbun logam ke dalam organ tertentu seperti akar.

Tanaman yang digunakan adalah dari jenis tanaman air dan hasil penelitian menunjukan ada beberapa tanaman air yang mampu menyerap logam berat antara lain eceng gondok, typha, wlingi *(scripus)* dan kayu apuh *(Pistia statiotes L)*. Tanaman tersebut banyak dijumpai di daerah Banten dan beberapa tempat diluar Jawa (Anonim, 2002).

Pada penelitian ini tanaman air yang digunakan untuk menyerap logam berat adalah eceng gondok *(Eichhornia crassipes)*. Eceng gondok merupakan salah satu jenis tumbuhan air yang pertama kali ditemukan oleh Kalrvon Mortius pada tahun 1824 di sungai Amazon, Brazilia karena kecepatan pertumbuhan eceng gondok yang tinggi tumbuhan ini dianggap sebagai gulma yang dapat merusak lingkungan perairan. Pemanfaatan eceng gondok untuk memperbaiki kualitas air yang tercemar relatif murah dan sederhana. Khususnya terhadap limbah domestik dan industri. Eceng gondok memiliki kemampuan menyerap zat tercemar yang tinggi dari pada jenis tumbuhan lainya (Falan, 2004).

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Berapa besar efektivitas penyerapan yang dipengaruhi oleh konsentrasi awal logam Cr dan waktu kontak terhadap kemampuan penyerapan logam oleh tanaman eceng gondok?
2. Bagaimanakah pengaruh logam Cr terhadap pertumbuhan tanaman eceng gondok.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilaksanakannya penelitian ini adalah :

1. Mempelajari efektifitas penyerapan yang dipengaruhi oleh konsentrasi awal logam Cr dan waktu kontak terhadap kemampuan penyerapan logam oleh tanaman eceng gondok.
2. Bagaimana cara untuk mengetahui konsentrasi logam Cr pada Limbah Penyamakan Kulit.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukannya penelitian ini antara lain sebagai berikut :

1. Memberikan informasi tentang logam berat Khromium (Cr) yang dapat diserap oleh tanaman air eceng gondok.
2. Memberikan informasi tentang potensi eceng gondok sebagai salah satu tanaman air yang dapat digunakan untuk mengurangi pencemaran air oleh logam berat, khususnya untuk logam Khromium (Cr).

1.5 Batasan Masalah

Sesuai dengan tujuan penelitian, agar penelitian ini lebih mudah perlu adanya batasan-batasan sebagai berikut :

1. Logam yang digunakan yaitu khromium (Cr).
2. Limbah yang akan dipakai yaitu limbah penyamakan kulit.
3. Variasi konsentrasi limbah adalah 0%, 25%,50%,75% dan 100%.
4. Pengamatan parameter dilakukan pada hari 0, 3, 6, 9 dan 12.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Industri Penyamakan Kulit

2.1.1 Bahan Penyamakan Kulit

Bahan penyamak khrom merupakan bahan penyamak yang paling penting diantara bahan penyamak mineral seperti bahan penyamak aluminium dan bahan penyamak *zirconium*. Hal ini dikarenakan adanya sifat-sifat khusus yang dimiliki oleh bahan penyamak khrom yang berhubungan dengan struktur molekul atom khrom itu sendiri. Ada dua valensi atom khrom bang dikenal dalam penyamakan kulit yaitu khrom bervalensi 6^+ (Cr^{6+}) dan atom yang bervalensi 3^+ (Cr^{3+}). Khrom dengan valensi 6^+ tidak mempunyai kemampuan untuk beraksi atau penyamakan kulit sebelum direduksi menjadi khrom bervalensi 3^+.

Bahan penyamak khrom yang digunakan adalah garam yang mengandung atom-atom yang bervalensi 3^+ (garam khrom trivalen) sebagai chromium oksida (Cr_2O_2) dipasaran kadarnya 25%. Garam yang trivalen ini dapat membentuk ikatan dengan asam-asam amonio cabang dalam struktur protein yang reaktif (Purnomo, 1994). Terjadinya ikatan antara penyamak khrom dalam hal ini khrom bervalensi 3^+ dengan protein kulit adalah melalui jembatan gugus-gugus hidroksida (OH). Jika gugus hidroksida (OH) berikatan dengan atom bervalensi 3^+ (Cr^{3+}) serta berikatan dengan gugus asam amonio sehingga merupakan jembatan.

Jembatan-jembatan yang terbentuk ini disebut juga ikatan silang *(cross linked)*. Ikatan silang yang terbentuk selama penyamakan yang menyebabkan kulit mentah berubah sifatnya menjadi kulit termasak dengan sifat-sifat tertentu baik secara fisik maupun kimia. Jika dibanding dengan khrom yang bervalensi 6^+ (Cr^{6+}) dengan khrom yang bervalensi 3^+(Cr^{3+}), maka khrom yang bervalensi 3^+ lebih bersifat stabil dan mudah terdispersi didalam air.

Bahan untuk penyamakan kulit terbagi menjadi empat golongan besar, yaitu:

1. Bahan penyamak nabati

   Adalah bahan penyamak yang berasal dari tumbuh-tumbuhan baik kulit kayu, buah atau daun-daun seperti : kulit kayu, pinang, mahoni, dll.

2. Bahan penyamak sintesis

   Adalah bahan penyamak yang terdiri dari bahan-bahan phenol yang telah dibesarkan molekulnya dengan melebihi kondensasi dan sulfinasi. Dalam perdagangan telah merupakan bahan penyamak yang siap dipakai dengan nama antara lain : irganton, tanigan, dll yang mana jenis ini banyak digunakan untuk penyamakan kulit reptil yang membutuhkan warna asli dari kulit tersebut.

3. Bahan penyamak minyak

   Adalah bahan yang biasanya berasal dari minyak ikan hiu atau lainnya, yang dalam perdagangannya disebut minyak ikan kasar.

4. Bahan penyamak khrom

Adalah bahan penyamak khrom dengan dua valensi atom khrom, yaitu valensi +3 dan +6, bahan ini digunakan untuk menyamak jaket, kulit box, dsb. Bahan penyamak khrom dalam perdagangan dikenal dengan *chromium powder, chrom alunin,*dsb.

2.1.2 Sumber Limbah Cair

Limbah cair pabrik penyamakan berasal dari larutan yang digunakan unit pemprosesan itu sendiri yaitu perendaman air, penghilangan bulu, pemberian bubur kapur, perendaman amonia, pengasaman, penyamaan, pemucatan, pemberian warna coklat, dan pewarnaan dan dari bekas cuci, tetesan serta tumpahan. Penghilangan bulu dengan kapur dan sulfida biasanya merupakan penyumbang utama beban pencemaran dalam pabrik penyamaan. Limbah dengan COD dan BOD tinggi berasal dari cairan bekas perendaman, cairan kapur bekas dan cairan penyamaan nabati. Cairan samak khrom mengandung khrom-trivalen kadar tinggi. Perendaman ammonia meninggalkan banyak campuran nitrogen-amonia dan sedikit bahan organik. Limbah cair dari operasi penghilangan bulu mengandung bulu dan sulfida.

Parameter-parameter berikut ini penting dalam mendefenisikan daya cemar limbah dari kegiatan penyamakan kulit: BOD, COD, Khrom (total), minyak dan lemak, sulfida, nitrogen total dan Ph (Darmono, 1995).

2.1.3 Baku Mutu Limbah Cair

Laju air limbah dalam proses operasi yang ada sekarang mungkin dapat mencapai 100 m^3/ton bahan baku, akan tetapi penghematan air dan daur ulang dapat mengurangi penggunaan air 70% - 80%. Operasi penyamakan penuh dapat menggunakan hanya 35m^3/ton kulit mentah (kering). Jika beberapa proses dilakukan di tempat lain, seprti perendaman air, pengapuran, penghilangan bulu maka penggunaan air dapat mencapai 25m^3/ton bahan baku (Devi Nuraini , 2004).

Baku mutu pada Tabel 2.1 memperlihatkan teknologi pengolahan terbaik yang tersedia sekarang dan secara ekonomi dapat diterapkan. Baku mutu pada tabel ini dapat diterapkan pada seluruh pabrik penyakan pada tahun 1995 dan harus digunakan untuk semua industri baru atau perluasannya saat ini. Baku mutu limbah cair pada Tabel 2.2 memperlihatkan teknologi praktisi terbaik bagi industri penyamakan kulit yang sekarang beroperasi di Indonesia. Baku mutu ini harus dicapai oleh seluruh industri saat sekarang.

Berikut Tabel 2.1 baku mutu limbah cair industri penyamakan kulit yang berlaku bagi industri baru atau yang di perluas dan semua industri baru :

Tabel 2.1. Baku Mutu Limbah KepMenKes No. 907/MENKES/SK/VII/2002

No	Parameter	Satuan	Persyaratan	Teknik Pengujian
	FISIKA			
1.	Bau	-	tidak berbau	Organoleptik
2.	Rasa	-	normal	Organoleptik
3.	Warna	TCU	maks.15	Spektrofotometri
4.	Total Padatan Terlarut (TDS)	mg/l	maks. 1000	Gravimetri
5.	Kekeruhan	NTU	maks. 5	Spektrofotometri
6.	Suhu	°C	Suhu udara ± 3°C	Termometer
	KIMIA			
7.	Besi (Fe)	mg/l	maks 0.3	AAS
8.	Kesadahan sebagai $CaCO_3$	mg/l	maks. 500	Titrimetri
9.	Klorida (Cl)	mg/l	maks 250	Argentometri

10.	Mangan (Mn)	mg/l	maks 0.1	AAS
11.	pH	-	6.5 - 8.5	pH meter
12.	Seng (Zn)	mg/l	maks. 8	AAS
13.	Sulfat (SO_4)	mg/l	maks 250	Spektrofotometri
14.	Tembaga (Cu)	mg/l	maks. 1	AAS
15.	Klorin (Cl_2)	mg/l	maks. 5	Titrimetri
16.	Amonium (NH_4)	mg/l	maks 0.15	Spektrofotometri (Nesler)
	KIMIA ANORGANIK			
17.	Arsen (As)	mg/l	maks. 0.01	AAS
18.	Fluorida (F)	mg/l	maks 1.5	Spektrofotometri
19.	Krom heksavalen (Cr^{6+})	mg/l	maks 0.05	AAS
20.	Kadnium (Cd)	mg/l	maks. 0.003	AAS
21.	Nitrat (NO_3)	mg/l	maks 50	Spektrofotometri (Brusin)
22.	Nitrit (NO_2)	mg/l	maks 3	Spektrofotometri (NED)
23.	Sianida (CN)	mg/l	maks 0.07	Destilasi
24.	Timbal (Pb)	mg/l	maks. 0.01	AAS
25.	Raksa (Hg)	mg/l	maks 0.001	AAS
	MIKROBIOLOGI			
24.	E. Coli	APM/100ml	negatif	MPN
25.	Total Bakteri Koliform	APM/100ml	negatif	MPN

Sumber: Limbah Cair Berbagai Industri di Indonesia ; Pengendalian dan Baku Mutu EMDIBAPEDAL 1994

2.2 Fitoremediasi

Fitoremediasi berasal dari bahasa Inggris *Phytoremediation,* kata ini tersusun atas dua bagian kata, yaitu *phyto* yang berasal dari kata latin *remedium* ("menyembuhkan") dalam hal berarti juga "menyelesaikan masalah dengan cara memperbaiki kekurangan atau kesalahan (Anonim, 1999).

Dengan demikian *fitoremediasi* dapat didefinisikan sebagai : penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan, memidahkan, menstabilkan atau menghancurkan bahan pencemar baik itu senyawa organik maupun anorganik. Fitoremediasi dapat dibagi menjadi fitoekstraksi, rizofiltrasi, fitodegrasi, fitostabilisasi.

1. Fitoekstraksi

   Ini mencakup penyerapan kontaminan oleh akar tumbuhan dan translokasi atau akumulasi senyawa itu ke bagian tumbuhan seperti akar, daun atau batang.

2. Fitodegradasi dan atau Fitotransformasi

   Ini merupakan metabolisme kontaminan di dalam jaringan tumbuhan, misalnya oleh enzim dehalogenase dan oksigenase.

3. Rizofiltrasi

   Ini merupakan pemanfaatan kemampuan akar tumbuhan untuk menyerap, mengendapkan dan mengakumulasi logam dari aliran limbah.

4. Fitostabilisasi

   Ini merupakan suatu fenomena diproduksinya senyawa kimia tertentu untuk mengimobilisasi kontaminan di daerah rizofer.

5. Fitovolatilisasi.

   Fitovolatilisasi terjadi ketika tumbuhan menyerap kontaminan dan melepaskannya ke udara lewat daun, dapat pula senyawa kontaminan mengalami degradasi sebelum dilepas lewat udara. Pemanfaatan tumbuhan untuk mereduksi polutan dari udara.

2.3 Taksonomi dan Morfologi Tanaman Eceng Gondok

Kedudukan eceng gondok dalam taksonomi tumbuhan adalah sebagai berikut (Soerjan, 1975):

Divisio : Spermatophyta

Sub division : Angiospermae

Kelas : Monocotyledone

Ordo : Farinosae

Familia : Pontederiaceae

Gennus : Eichhornia

Spesies : Eichhornia Crassipes (Mart) Solms

Ditinjau dari anatominya (ekoanatomi) eceng gondok khususnya atau tumbuhan akuatik (*hydrophyt)* pada umumnya mempunyai struktur anatomi yang spesifik baik akar, batang, ataupun daunnya.

Akar :

Akar eceng gondok mempunyai rambut berjumlah banyak sesuai dengan fungsinya, yakni untuk menyerap zat-zat hara yang terlarut dalam air.

Batang :

Batangnya sangat pendek dan tidak mempunyai percabangan dengan jaringan palisade yang berupa jaringan bunga karang, berfungsi sebagai rongga udara.

Daun :

Permukaan daunnya dilapisi oleh zat lilin sebagai pelindung terhadap kemelimpahan air di tempat hidupnya. Pada daun dan tangkai daun terdapat aerenkim yang berfungsi sebagai alat pengampung tubuh. Pada daun dan tangkai daun dapat melaksanakan fotosintesis karena adanya klorofil, demikian juga respirasi.

Ciri khasnya adalah batang dan tangkai daun dalam perkembangannya mempunyai bilik udara yaitu rongga dengan dinding penyekat selaput CIPIS (Rusmiyanto, 1998). Tanaman ini bereproduksi dan melakukan pertumbuhan secara cepat ke arah lateral hingga menutupi permukaan air, baru melakukan pertumbuhan vertikal. Eceng gondok ini merupakan salah satu tumbuhan berfotosintesis paling produktif di dunia. Dari 10 tanaman ini dapat berlipat jumlahnya selama reproduksi vegetatif menjadi 600.000 tanaman dalam waktu 8 bulan, menutupi area perairan.

Secara fisiologis penyerapan zat-zat dapat melalui akar, stomata, lentisel dan sebagainya. Pada tanaman eceng gondok terutama yang ditumbuhkan dalam air limbah, penyerapan zat-zat yang paling banyak melalui akarnya, yaitu melalui 2 cara:

1. Masuk ke sistem apoplast yang terdiri dari bagian tak hidup dari tanaman (kutikula, dinding sel, ruang interseluler dan saluran xylem).
2. Masuk ke sistem simplast, yang terdiri dart bagian hidup dari tanaman (epidemis, mesofil, floem, rambut akar, korteks, dan lain-lain).

Perkembangan penelitian dalam mengolah air limbah secara biologis sampai pada penggunaan kolam air limbah dengan tanaman air. Ini dilakukan adanya keuntungan konkrit dari penggunaan tanaman baik secara ekologis maupun efisiensinya yang lebih baik (Yuliawati, 1995).

Distribusi tumbuhan ini meliputi daerah yang sangat luas, karena didukung oleh sifatnya yang dapat dengan mudah memisahkan diri dari kelompoknya (Daubeermine, 19974 ; Weaver, 1980).

Beberapa kajian ilmiah bahwa eceng gondok dapat menetralisir kandungan logam berat yang ada di dalam air, tempat bernaungnya ikan, tempat bertelurnya ikan dan lain-lain. Dari segi teknologi bahwa eceng gondok memiliki kadar serat yang tinggi. Serat tersebut dapat dimanfaatkan secara komersil baik secara tradisional sampai industri yang mutakhir. Eceng gondok sebagai bahan baku untuk kerajinan rakyat dan sangat diminati oleh para turis asing. Dari kajian secara industri bahwa eceng gondok dapat digunakan sebagai bahan baku campuran industri papan partikel, papan serat, pulp dan kertas.

Eceng gondok tumbuh sangat cepat sekali, bahkan dalam waktu 3-4 bulan mampu menutupi lebih 70% permukaan danau, pertumbuhan yang sangat cepat dari eceng gondok inilah memerlukan penangganan secara serius. Pemberantasan secara mekanik, kimia dan biologi dibeberapa negara tidak pernah memberikan hasil yang optimal. Pengalaman di Thailand, bahwa eceng gondok saat sekarang sudah menjadi komodite petani dan dibuat plot-plot seperti pencetakan sawah-sawah di Jawa. Eceng gondok di Thailand menjadi suatu komodite bahan baku untuk industri kerajinan rakyat. Sudah saatnya Kalimantan Timur, khususnya Kutai Kartanegara dan Kutai Barat memikirkan pemberdayaan masyarakat sebagai pelopor industri kerajinan dan industri penyiapan bahan baku.

Eceng gondok merupakan herba yang mengapung, kadang-kadang berarak dalam tanah, menghasilkan tunas merayap yang keluar dari ketiak daun yang dapat tumbuh lagi menjadi tumbuhan baru dengan tinggi 0,4-0,8m tumbuhan ini memiliki bentuk fisik berupa daun-daun yang tersusun dalam bentuk radikal (roset). Setiap tangkai pada helaian daun yang dewasa memiliki ukuran pendek

dan berkerut. Helaian daun (lamina) berbentuk bulat telur lebar dengan tulang daun yang melengkung rapat panjang 7-25 cm, gundul dan warna daun hijau licin mengkilat (Moenandir, 1990).

Lebih lanjut (Masanm, 1981) menerangkan, bahwa kerangka bunga berbentuk bulir, bertangkai panjang, berbunga 10-35, tangkai dengan dua daun pelindung yang duduknya sangat dekat, yang terbawa dengan helaian kecil dan pelepah yang berbentuk tabung dan bagian atas juga berbentuk tabung. Poros bulir sangat bersegi, tabung tenda bunga 1,5-2 cm panjangnya dengan pangkal hijau dan ujung pucat.

Moenandir (1990) menyebutkan, bahwa pada konsentrasi 3,5-4,8 ppm perkembangbiakan eceng gondok dapat berjalan dengan cepat. Dijelaskan oleh (Neis, 1993) bahwa eceng gondok memiliki akar yang bercabang-cabang halus, permukaan akarnya digunakan oleh mikroorganisme sebagai tempat pertumbuhan.

Muramoto dan Oki Sudibyo (1989) menjelaskan, bahwa eceng gondok dapat digunakan untuk menghilangkan polutan, karena fungsinya sebagai sistem filtrasi biologis, menghilangkan nutrien mineral, untuk menghilangkan logam berat seperti cuprum, aurum, cobalt, strontium, merkuri, timah, kadmium dan nikel.

2.4 Syarat Hidup Eceng Gondok

Eceng gondok tumbuh baik pada intensitas cahaya dan temperatur yang tinggi. Temperatur optimum untuk pertumbuhan eceng gondok adalah 27°C-30°C. Eceng gondok tumbuh paling cepat pada temperatur 28°C-30°C.

Eceng gondok berhenti tumbuh pada temperatur di bawah 10°C dan di atas 40°C.

Eceng gondok hanya dapat tumbuh pada air tawar dan tidak toleran terhadap salinitas. Petumbuhannya semakin baik pada air yang tercemar oleh sampah, karena eceng gondok dapat menggunakan nitrogen, fosfor dan nutrien lain yang terdapat di dalamnya.

pH untuk pertumbuhan optimum eceng gondok berkisar antara 4,0-8,0 sedangkan kisaran pH untuk pertumbuhan terletak di antara 4,0 dan 10,0. Eceng gondok yang tumbuh pada air yang lebih asam atau lebih basa cenderung mengubah pH sehingga terletak di dalam kisaran pH optimum (Asiyatun, 1993).

2.5 Penyerapan Logam Berat oleh Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes(Mart) Solms*)

Tumbuhan ini mempunyai daya regenerasi yang cepat karena potongan-potongan vegetatifnya yang terbawa arus air akan terus berkembang menjadi eceng gondok dewasa. Eceng gondok sangat peka terhadap keadaan yang unsur haranya di dalam air kurang mencukupi, tetapi responnya terhadap kadar unsur hara yang tinggi juga besar, menyebabkan eceng gondok dapat dimanfaatkan sebagai pengendali pencemaran lingkungan (Soejani, 1975).

Sel-sel akar umumnya mengandung ion dengan konsentrasi yang lebih tinggi dari pada medium sekitarnya dan biasanya bermuatan negatif. Penyerapan ini melibatkan energi, sebagai konsekuensi dan keberadaannya, kation

memperlihatkan adanya kemampuan masuk dalam sel secara pasif ke dalam gradien elektrokimia, sedangkan anion harus diangkut secara aktif ke dalam sel akar tanaman sesuai dengan keadaan gradien konsentrasi melawan gradien elektrokimia (Foth, 1991).

Kemampuan eceng gondok dalam menyerap logam berat juga telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Widyanto dan Susilo (1981) melaporkan bahwa dalam waktu 24 jam, eceng gondok mampu menyerap logam cadmium (Cd), merkuri (Hg) dan nikel (Ni), masing-masing sebesar 1,35 mg/g, 1,77 mg/g, clan 1,16 mg/g bila logam itu telah bercampur. Eceng gondok juga menyerap Cd 1,23 mg/g, Hg 1,88 mg/g dan Ni 0,35 mg/g berat kering apabila logam-logam itu berada dalam keadaan tercampur dengan logam lain. Lubis dan Sofyan menyimpulkan logam krom (Cr) dapat diserap oleh eceng gondok secara maksimal pada pH 7. Dalam penelitiannya, logam Cr semula berkadar 15 ppm turun hingga 51,85% (Hasim, 2000).

Penyerapan dan akumulasi logam berat oleh tumbuhan dapat dibagi terjadi 3 proses yang berkesinambungan yaitu

A. Penyerapan logam oleh akar.

Telah diketahui, bahwa agar tumbuhan dapat menyerap logam maka logam harus dibawa ke dalam larutan di sekitar akar (rizosfer) dengan beberapa cara bergantung pada spesies tumbuhannya

1. Perubahan pH

Pada *Thlaspi cearulescens*, mobilisasi seng dipacu dengan terjadinya penurunan pH pada daerah perakaran sebesar 0,2 - 0,4 unit.

2. Ekskresi zat khelat.

   Mekanisme penyerapan besi lewat pembentukan suatu zat khelat disebut fitosiderofor. Molekul fitosiderofor yang terbentuk ini akan mengikat (mengkhelat) besi dan membawanya ke dalam sel akar melalui peristiwa transport aktif selain aktif terhadap besi, fitosiderofor dapat mengikat logam lain seperti seng (Zn), tembaga (Cu) dan mangan (Mn).

3. Pembentukan reduktase spesifik logam.

   Di dalam meningkatkan penyerapan besi, tumbuhan membentuk suatu molekul reduktase di membran akarnya. Reduktase ini berfungsi mereduksi logam yang selanjutnya diangkut melalui kanal khusus di dalam membran akar.

B. Translokasi di dalam tubuh tumbuhan.

Setelah logam dibawa masuk ke dalam sel akar, selanjutnya logam harus diangkut melalui jaringan pengangkut yaitu xylem dan floem ke bagian tumbuhan lain. Untuk meningkatkan efisiensi pengangkutan logam diikat oleh molekul khelat. Berbagai molekul khelat yang berfungsi mengikat logam dihasilkan oleh tumbuhan, misalnya histidin yang terikat pada Ni.

C. Lokalisasi logam pada jaringan.

Untuk mencegah peracunan logam terhadap sel, tumbuhan mempunyai mekanisme detoksifikasi, misalnya dengan menimbun logam di dalam organ tertentu seperti akar, trikhoma, dan lateks (Priyanto dan Prayitno, 2004).

2.6 Logam Berat

Logam berat adalah logam atau setengah logam yang mempunyai berat atom besar. Dapat pula dikatakan bahwa logam berat adalah unsur-unsur dengan nomor atom 22 sampai 92 dan terletak pada periode 3 sampai 7 di dalam susunan berkala atau sistem periodik (Mailman, 1980).

Logam merupakan bahan pertama yang dikenal oleh manusia dan digunakan sebagai alat-alat yang berperan penting dalam sejarah peradaban manusia. Logam mula-mula diambil dari pertambangan di bawah tanah (kerak bums), yang kemudian dicairkan dan dimurnikan dalam pabrik menjadi logam-logam murni. Logam lain dibentuk dan dapat dipergunakan untuk peralatan pertanian (besi), perhiasan (emas, perak) dan bahkan logam jenis tertentu dalam ukuran yang sangat kecil dapat digunakan sebagai bahan pengganti energi minyak (uranium). Proses pemurnian logam tersebut yaitu dari pencairan sampai menjadi logam, sebagian darinya terbuang ke dalam lingkungan. Secara alami siklus perputaran logam bermula dari kerak bumi kemudian ke lapisan tanah, kemudian ke mahluk hidup (tanaman, hewan dan manusia), ke dalam air, mengendap dan akhirnya kembali ke kerak bumi.

Toksisitas logam pada manusia menyebabkan timbulnya penyakit seperti kerusakan jaringan, terutama jaringan hati dan ginjal menyebabkan kanker dan mempunyai sifat teratogenik (abnortnalitas pertumbuhan embrio). Timbulnya toksisitas ini dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kadar logam yang termakan lamanya mengkonsumsi jenis kelamin, kebiasaan memakan makanan tertentu, umur, spesies, kondisi ftsik dan kemampuan jaringan tubuh (Darmono, 1995).

2.6.1 Logam Khromium

Khromium adalah logam kristalin yang putih, tak begitu liat dan tak dapat ditempa. Kromat logam biasanya adalah zat-zat padat berwarna, yang menghasilkan larutan kuning bila dapat larut dalam air. Asam mineral encer, yaitu ion-ion hidrogen, kromat berubah menjadi dikromat; yang terakhir ini menghasilkan larutan yang merah jingga. Logam khromium murni tidak pernah ditemukan di alam, namun ada bentuk persenyawaan padat/mineral dengan unsur-unsur lain. Khromium melebur pada suhu 1765 °C, logam ini larut dalam asam klorida encer atau pekat. Jika tak terkena udara, akan terbentuk ion-ion kromium (II):

$$Cr + 2H^+ \longrightarrow Cr^{2+} + H_2(g)$$

$$Cr + 2HCl \longrightarrow Cr^{2+} + 2Cr^- + H_2O$$

Dengan adanya oksigen dari atmosfir, kromium sebagian atau separuhnya menjadi teroksidasi keadaan trivalent :

$$4Cr^{2+} + O^2 + 4H^+ \longrightarrow 4Cr^{3+} + 2H_2O$$

Asam nitrat, baik yang encer maupun yang pekat, membuat khromium menjadi pasif, begitu pula asam sulfat pekat dingin dan air raja (Vogel, 1990).

Logam ini tidak dapat teroksidasi oleh udara yang lembab, dan bahkan pada proses pemanasan cairan logam khromium teroksidasi dalam jumlah yang sangat sedikit sekali. Akan tetapi dalam udara yang mengandung CO_2 dalam konsentrasi tinggi, logam khromium dapat mengalami peristiwa oksidasi dan membentuk Cr_2O_3. Khromium merupakan logam yang mudah bereaksi, secara langsung dapat bereaksi dengan nitrogen, karbon, silica, dan boron. (Palar, 1994).

Konfigurasi yang dimiliki menyebabkan logam Cr bersifat resisten terhadap reaksi kimia seperti korosi pada suhu yang sangat tinggi. Oleh karena itu logam Cr banyak digunakan sebagai pelapis logam lain (Cotton dkk, 1989). Dalam bentuk kromat, CrO_4^{2-} atau dikromat, $Cr_2O_7^{2-}$, anion khromium adalah heksavalen, dengan keadaan oksidasi +6. Ion-ion kromat berwarna kuning, sedangkan dikromat berwarna jingga. Kromat mudah diubah menjadi dikromat dengan penambahan asam.

$$2\ CrO_4^{2-} + 2\ H^+ \rightarrow Cr_2O_7^{2-} + H_2O$$

Reaksi ini reversible. Dalam larutan netral (atau basa) ion kromat stabil. Sedangkan jika diasamkan, akan terdapat terutama ion-ion kromat dan dikromat merupakan zat pengoksid yang kuat (Vogel, 1990). Logam khrom dan garamnya banyak dipergunakan dalam industri penyamakan kulit, industri katalis, industri cat, pembasmi serangga, industri keramik dan gelas dalam fotografi, pelapisan khrom, sebagai control kerusakan dan sebagai lapisan pelindung atau lapisan alloy.

Logam Cr yang umum masuk ke strata lingkungan yang umum diduga paling banyak adalah dari kegiatan-kegiatan pengindustrian, kegiatan rumah tangga dan dari pembakaran serta mobilisasi bahan-bahan bakar. Dalam badan perairan Cr dapat masuk melalui dua cara secara alamiah dan non alamiah. Masuknya Cr secara alamiah disebabkan oleh beberapa faktor fisika, seperti erosi yang terjadi pada batuan mineral. Disamping itu debu-debu dan partikel-partikel Cr yang di udara akan di bawa turun oleh air hujan. Masuknya Cr yang terjadi secara non alamiah lebih merupakan dampak atau efek dari aktivitas yang dilakukan manusia. Sumber-sumber Cr yang berkaitan dengan aktivitas manusia dapat berupa limbah atau buangan industri sampai buangan rumah tangga (Palar, 1994).

Tabel 2.3. Sifat-sifat Khromium

No	Sifat fisik Cr	Keterangan
1	Lambang	Cr
2	Nomor atom	24
3	Massa atom relatif (Ar)	51,996
4	Konfigurasi electron	$3d^5 4s^1$
5	Jari-jari atom (nm)	0,117
6	Jari-jari ion M^{3+} (nm)	0,069
7	Keelektronegatifan	1,6
8	Energi Ionisasi (I) $kj/_{mol}$	659
9	Kerapatan (gcm^{-3})	7,19
10	Titik leleh (°c)	1890

11	Titik didih (°c)	2475
12	Titik lebur (°c)	1903
13	Bilangan oksidasi	2+, 3+, dan 6+

2.6.1.1. Khromium Dalam Lingkungan

Logam khromium dapat masuk dalam semua strata lingkungan, apakah itu pada strata perairan, tanah, ataupun udara (lapisan atmosfer). Khromium yang masuk ke dalam strata lingkungan dapat datang dari bermacam-macam sumber. Dalam sistem perairan (air alam atau air limbah industri) khromium berada dalam keadaan trivalen atau heksavalen. Menurut (Cotton dkk, 1989) khrom heksavalen terutama dalam bentuk ion kromat (CrO_4^{-2}) dan dikromat ($Cr_2O_7^{-2}$) tergantung pada pH sistem perairan. Logam khrom sebagai logam transisi juga diperlukan keberadaan di dalam kehidupan terutama khrom dengan valensi III. O_2 yang terlarut di dalam perairan dapat menyebabkan khrom (III) teroksidasi menjadi khrom (IV) tetapi apabila berada dalam temperatur kamar kecepatan oksidasinya sangat lambat. khrom (IV) memiliki efek racun yang sangat berbahaya (Vogel, 1990).

Melaporkan (Langard, 1982); (ATSDR, 1998); (Bragt and Van dura, 1983); (Hamilton and Watterhahn, 1998) bahwa terdapat perbedaan sifat penyerapan khrom (III) dan khrom (IV). Sifat khrom (IV) mudah terserap tubuh terutama dalam hati, liver, dalam sel darah merah dan sel darah putih. Penyerapan ini akan menyebabkan reduksi enzimatis di dalam tubuh yang berpotensi menimbulkan kanker dan perubahan gen karena sifat logam yang tidak

terdegradasi dalam tubuh (Cotton dkk, 1989). Dalam badan perairan khromium dapat masuk melalui 2 cara yaitu secara alamiah dan non-alamiah. Masuknya secara alamiah disebabkan oleh beberapa faktor fisika, seperti erosi yang terjadi pada batuan mineral,. Disamping itu debu-debu dan partikel-partikel khrom yang diudara akan dibawa turun oleh air hujan. Masuknya secara non-alamiah lebih merupakan dampak atau efek dari aktivitas yang dilakukan manusia (Palar, 1994).

2.8 Fitotoksisitas Dalam Tanaman

Tanaman yang diturnbuhkan dalam media air atau tanah yang mengandung senyawa toksik akan memberikan respon sensitif atau respon resisten. Respon sensitif ditandai dengan pertumbuhan tidak normal balikan kematian. Respon resisten ditandai dengan kemampuan tanaman untuk bertahan hidup dan berproduksi (Wang dan Evangeloe, 1995).

Logam berat dapat menimbulkan fitotoksisitas dengan cara:

1. Mengganggu kontak air dengan tanaman sehingga menyebabkan tanaman mengalami gangguan metabolisme.
2. Meningkatkan permeabilitas membran plasma sel akar sehingga akar menjadi lemah dan berkurang kemampuan seleksinya
3. Menghambat fotosintesis dan respirasi.
4. Menurunkan aktivitas enzim metabolik.

Ambang batas tanaman terhadap logam berat berbeda-beda untuk tiap tanaman. Bila ambang batas terlampaui maka menyebabkan meningkatnya aktivitas enzim clan protein dalam pembentukan khelat bersifat toksik (Jamil dan

Parkash, 1993). Konsentrasi logam yang melampaui batas maksimum menurut (Connel dan Miller, 1984) dapat menyebabkan reduksi terhadap organ-organ tanaman, ukuran tumbuhan menjadi kerdil, bunga menjadi lebih kecil dari ukuran normal atau bahkan tidak terbentuk, menyebabkan klorosis, efek fatal adalah menimbulkan kematian.

Indikator yang menunjukkan toksisitas morfologi pada tanaman adalah sebagai berikut :

1. Bagian akar, rambut akar terlihat jarang dan berwarna coklat kehitaman serta sebagian bulu-bulu akar akan rontok.
2. Pengaruh toksisitas dapat juga terlihat pada bagian batang yang membusuk dan berwarna hijau keputihan.
3. Pada bagian daun, terlihat dari warna daun hijau kecoklatan. Daun yang berwarna hijau terlihat ujung-ujungnya pucat, gugur dan layu. Maka daun tidak dapat berkembang dengan baik dan akhirnya menggulung.
4. Tunas yang sudah dihasilkan sebelum penanaman akan terhenti pertumbuhannya (Ahmady, 1993).

Menurut (Giordano dan Martveld, 1975) khromium merupakan logam berat yang bersifat racun bagi tumbuhan. Kromium mempengaruhi penyerapan beberapa elemen penting seperti kalsium, potassium, dan fosfor oleh akar dan juga transfer ketiga unsur tersebut ke bagian atas tanaman. Toksisitas khromium tergantung pada pH media, keadaan ion logam (bebas atau terikat), dan juga tergantung pada kation, nutrisi, dan logam berat yang lain di dalam media.

2.8 Hipotesis

Berdasarkan tinjauan pustaka dan kajian teori, maka dapat disusun hipotesis sebagai berikut :

1. Efisiensi tanaman eceng gondok (*Echhornia crassiper (Mart) Solm*) dalam menyerap logam Cr.
2. Terjadi akumulasi logan Cr pada morfologi tumbuhan eceng gondok (akar, batang dan daun).

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan adalah berada pada skala laboratorium dengan tahapan-tahapan.

3.2 Waktu dan Tempat

Penelitian ini direncanakan selama enam bulan. Pembuatan dan pengujian sampel dilakukan di Griya Perwita Wisata, jalan Kaliurang Km.13,5, sedang untuk analisis parameter kualitas air limbah dilakukan di laboratorium Kimia Analitik Instrument MIPA UGM.

3.3 Parameter Penelitian

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah :

1. Konsentrasi awal logam.
2. Pengaruh konsentrasi logam dan waktu kontak terhadap kemampuan penyerapan logam oleh tanaman.
3. Perubahan pH pada masing-masing konsentrasi.
4. Distribusi akumulasi logam Cr pada bagian tanaman.
5. Kapasitas serapan terbesar logam pada bagian tanaman.

3.4 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Variabel bebas

   Variabel bebas (berpengaruh) dalam penelitian ini adalah jenis tanaman yang digunakan, yaitu tanaman Eceng Gondok yang mempunyai panjang akar, jumlah daun dan lebar daun yang sama.

2. Variabel terikat

Variabel terikat (berpengaruh) dalam penelitian ini adalah kandungan logam khrom dan pH.

3.5. Operasional Penelitian

1. Sampel yang digunakan sesuai dengan uji ketahanan hidup tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes (Mart.) Solms)* pada limbah cair penyamakan kulit.
2. Tanaman yang digunakan diupayakan sama dalam hal panjang akar, panjang daun dan lebar daun.
3. Variasi yang dugunakan adalah variasi konsentrasi limbah yaitu 0%, 25%, 50%, 75%, 100% tanpa tanaman sebagai kontrol dan 0%, 25%, 50%, 75%, 100% dengan tanaman sebagai perlakuan.
4. Variasi pengambilan sampel yaitu pada hari ke 0, 3, 6, 9 dan 12

3.6 Bahan dan Alat

3.6.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

1. Eceng Gondok (*Echhornia crassiper (Mart)*
2. HNO_3
3. HCl
4. Larutan standart khrom

3.6.2 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Erlenmeyer
2. Kertas saring
3. pH meter
4. Corong
5. Pipet
6. Timbangan
7. Labu ukur

8. Cawan Petri
9. Spektroskopi Serapan atom
10. Ember Plastik
11. Kalkulator

3.7 Cara Kerja

3.7.1 Pelaksanaan Penelitian

Tahap pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan tahap-tahap sebagai berikut :

1. **Tahap penyediaan lahan**

   Mempersiapkan lahan guna menempatkan ember-ember percobaan. Ember tersebut ditempatkan di tempat yang intensitas sinar matahari sedang atau ternaungi tumbuhan lain agar tanaman tetap dapat melakukan proses metabolisme secara normal.

2. **Tahap persiapan tanaman**

   Tanaman dipilih berdasarkan keseragaman, dipindahkan dari habitat alami ke dalam ember agar diperoleh daya adaptasi yang baik sebelum diperlakukan. Dipilih tanaman yang relative sama, baik panjang akar, panjang daun dan lebar daun.

3. **Tahap uji pendahuluan**

   Dimana uji pendahuluan ini dilakukan pada konsentrasi kandungan khrom. Pada tahap pendahuluan dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

   a. Tanaman eceng gondok dipilih berdasarkan keseragaman panjang daun, lebar daun, dan panjang akar.
   b. Akar tanaman eceng gondok dibersihkan dari tanah yang melekat dengan air bersih yang mengalir.
   c. Tanaman eceng gondok kemudian dimasukkan ke dalam ember yang berisi limbah sesuai dengan konsentrasinya sebanyak 5 liter dan aklimatisasikan selama 10 hari.
   d. Dari uji ketahanan diatas maka dipilih kandungan khrom yang paling baik tumbuhnya tanaman eceng gondok

4. Media tanaman

a. Media tanam berupa ember dengan volume 10 liter sebanyak 15 ember, 5 ember sebagai kontrol dan 10 ember untuk perlakuan dengan variasi konsentrasi limbah.

b. Limbah penyamakan kulit sesuai konsentrasinya dipindahkan ke dalam ember.

5. Tahap pelaksanaan

a. Penelitian dilakukan dengan menggunakan 15 ember masing-masing bervolume 10 liter yang dibagi sebanyak 6 kelompokdan diberi label dengan tahap berikut :

- 5 ember sebagai kontrol tanpa tanaman dengan konsentrasi limbah 0%, 25%, 50%,75%, 100%.
- 5 ember ditanami dengan tanaman eceng gondok dengan konsentrasi limbah 0%.
- 5 ember ditanami dengan tanaman eceng gondok dengan konsentrasi limbah 25%.
- 5 ember ditanami dengan tanaman eceng gondok dengan konsentrasi limbah 50%.
- 5 ember ditanami dengan tanaman eceng gondok dengan konsentrasi limbah 75%.
- 5 ember ditanami dengan tanaman eceng gondok dengan konsentrasi limbah 100%.

b. Pengaliran limbah pada ember dilakukan selama 12 hari kemudian dilakukan analisis laboratorium pada variasi waktu 0, 3, 6, 9, 12 hari.

c. Parameter tanaman yang diamati dalam penelitian ini terdiri dari :

6. Tahap Pemeriksaan

Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahap analisa kualitas air limbah di laboratorium dengan pengukuran parameter-parameter yang diuji. Tahap-tahap dalam analisa laboratorium yaitu :

a. Analisa awal, dilakukan pada saat pengambilan limbah penyamakan kulit sebagai data awal konsentrasi limbah.
b. Analisa terhadap variasi waktu, dilakukan sebanyak 4 kali pengambilan sampel yaitu pada hari ke 0, 3, 6, 9, dan 12 hari, sedang untuk pengambilan sampel pada tanaman dilakukan pada hari ke 0, 3, 6, 9, 12. Setiap sampel dilakukan 3 kali pengujian di laboratorium *(triple)*.

3.7 Analisa Data

Setelah data diperoleh selanjutnya diolah dan dianalisis dengan uji Anova (*Analysis of Variance*), Untuk acak lengkap guna mengetahui pengaruh variasi konsentrasi limbah dan pengaruh waktu pengambilan sampel yang berbeda terhadap penurunan kandungan khrom pada limbah cair penyamaan kulit. Tabel uji Anova dapat dilihat pada table 3.2

3.8 Preparasi Sampel

3.8.1 Sampel Akar

Masing-masing sampel akar tanaman eceng gondok dipotong kecil-kecil dan ditimbang 10 gram sampel berat basah ditempatkan di dalam gelas beker 100 ml ditambahkan 25 ml HNO_3 63 % kemudian ditutup dengan gelas arloji dan kemudian didiamkan selama 48 jam. Setelah itu suspensi dipanaskan sambil diaduk dengan magnetic stirrer pada suhu 200 °C dengan kecepatan 100 rpm selama 1 jam. Lalu suspensi didinginkan. Kemudian ditambahkan 25 mL aquades, dipanaskan dan diaduk kembali selama 5 menit. Kadungan suspensi disaring dengan kertas whatman 41. Larutan yang telah jernih dimasukkan ke dalam gelas beker dan dipanaskan diatas kompor listrik hingga volume larutan tersisa 10 mL.

Larutan yang tersisa ditambahkan 50 mL aquades dan disimpan didalam botol kaca dan ditutup rapat pada suhu 4°C untuk dianalisis (Sastre dkk, 2002).

3.8.2 Sampel Air

1000 ml air sisa penanaman disaring dengan menggunakan kertas saring whatman 41. Air dipanaskan hingga volume akhir 25 ml, kemudian didinginkan dan ditambahkan 5 ml HNO_3 65 %. Disimpan dalam botol dan ditutup rapat untuk dianalisis.

3.9 Analisis Sampel

Analisis sampel dilakukan dengan tahapan-tahapan :

1. Optimasi AAS

   Optimasi pada pelaratan AAS agar memberikan wacana dan sejauh mana sensivitas dan batas deteksi alat terhadap sampel yang akan dianalisis, optimasi pada peralatan AAS disajikan pada table 4.3 ini :

Tabel 3.3 Optimasi AAS

Parameter	Unsur Logam	Satuan
	Cr	
Panjang Gelombang	357.9	nm
Laju alir-asetilen	2	L/menit
Laju alir-udara	10	L/menit
Lebar celah	0.7	nm
Jenis gas pembakaran	Udara-asetilen	L/menit
Batas deteksi	5	mg?L

2. Pembuatan Kurva Kalibrasi

   Pembuatan kurva standart logam Cr dengan beberapa variasi konsentrsi. Sesuai dengan linearitas logam pencemar. Tiap konsentrasi diukur absorbansinya sehingga dari hubungan variasi konsentrasi standart dan absorbansi dapat dibuat kurva standar. Persamaan garis yang didapat dari kurva kalibrasi dengan $R^2 \geq 0{,}999$:

$$Y = bx + a$$

Keterangan : Y = Absorbansi dari sampel

a = intersept dari kurva kalibrasi standart

b = slope dari kurva kalibrasi standart

x = konsentrasi logam-logam pencemar pada sample akar/ air

3. Mengukur indeks serapan logam Cr pada samplel akar dan sampel air dengan AAS.
4. Menghitung kadar konsentrasi logam Cr pada sample akar dan sampel air. Kadar konsentrasi logam Cr dapat dicari melalui persamaan kalibrasi standar yang telah didapat :

$$Y = bx + a$$

Keterangan : Y = Absorbansi dari sampel

a = Intersept dari kurva kalibrasi standart

b = Slope dari kurva kalibrasi standart

x = Konsentrasi logam-logam pencemar pada sampel akar/ air

5. Menghitung kadar logam pencemar dalam sampel akar maupun air.
6. Menghitung koefisien rhizofiltrasi.

3.10 Sistematika Kerja

Sistematika kerja pada penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir penelitian yang telah dilakukan, seperti yang terlihat pada Gambar 3.1 di bawah ini :

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan air limbah sangat penting dilakukan untuk mengetahui apakah air limbah yang akan dibuang kebadan air tersebut telah memenuhi standar kualitas air buangan atau belum. Oleh karena itu dalam penelitian ini mencoba untuk mengolah dan memeriksa air limbah yang berasal dari industri penyamakan kulit PT. ASA Wonosari. Pengolahan air limbah ini menggunakan tanaman eceng gondok dengan metode wetland. Dengan menggunakan tanaman eceng gondok diharapkan air hasil pengolahan telah memenuhi standar kualitas air buangan.

Adapun pemeriksaan dilakukan dengan durasi waktu hari yaitu 0, 3, 6, 9, dan 12 hari. Pemeriksaan dilakukan untuk mengetahui kandungan logam Cr, yang terkandung dalam air limbah penyamakan kulit tersebut. Pemeriksaan parameter Cr, dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan, Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia, laboratorium Balai Pengujian Konstruksi dan Lingkungan, Pemerintah Propinsi DIY dan Laboratorium Kimia Analitik, Universitas Gadjah Mada.

4.1 Kadar Cr Pada Limbah Penyamakan Kulit Sebelum Perlakuan

Dalam penelitian ini eceng gondok ditanam pada media tanam berupa limbah cair penyamakan kulit dengan konsentrasi kandungan Khrom sebesar 11,17 ppm sebanyak 5 liter.

Pada pelaksanaanya percobaan dilakukan sebanyak tiga kali, ini dilakukan karena percobaan pertama dan kedua mengalami kegagalan yaitu tanama eceng gondok hanya mampu bertahan hidup kurang dari 3 hari. Hal ini disebabkan oleh kandungan khrom terhadap limbah penyamakan kulit terlalu tinggi. Dari ketiga percobaan ini yang bisa dianalisis adalah percobaan yang ketiga ini dikarena dilakukan pengenceran limbah 1:3 dari kandungan khrom terhadap limbah percobaan pertama dan kedua. Dari hasil pemeriksaan laboratorium kandungan khrom yang dilakukan di laboratorium Teknik Lingkungan,Universitas Islam Indonesia terhadap limbah penyamakan kulit dengan konsentrasi 0%, 25%, 50%, 75%, 100% .Dapat dilihat pada Tabel 4.3 setelah dilakukan pengenceran 1:3

Hasil pengujian parameter awal sebelum dilakukan proses pengenceran konsentrasi Cr yang didapat dari limbah penyamakan kulit PT. ASA Wonosari yaitu sebesar 24,695 ppm.

Hasil pengujian awal terhadap parameter Cr yang akan diamati pada limbah penyamakan kulit yang telah dihomogenkan yang berasal dari seluruh proses penyamakan kulit yang menghasilkan limbah cair dari Industri penyamakan kulit PT.ASA Wonosari, Yogyakarta dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Kandungan Khrom Dalam Limbah Cair Penyamakan Kulit

No	Kode Smple	Parameter	Hasil Pengukuran (ppm)			Rata-rata (ppm)
			I	II	III	
1	25%	Cr	0.642	0.712	0.783	0.712
2	50%	Cr	4.351	4.457	4.492	4.433
3	75%	Cr	8.547	8.653	8.512	8.571
4	100%	Cr	10.959	11.1	11.171	11.076

Sumber : Data Primer

Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa kualitas air buangan penyamakan kulit PT.ASA , Wonosari Yogyakarta untuk parameter khrom belum memenuhi syarat untuk dapat dibuang ke badan air karena masih jauh berada diatas ambang batas dari Baku Mutu Limbah Cair berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan No. 907/MENKES/SK/VII/2002.

Dalam Penelitian ini eceng gondok ditanam pada media tanam berupa limbah cair penyamakan kulit dengan konsentrasi kandungan khrom 11,08 ppm sebanyak 5 liter. Hasil penelitian pendahuluan menunjukkan bahwa konsentrasi awal limbah penyamakan kulit 24,69 ppm pada pH 9 eceng gondok layu dan mati. Pada konsentrasi yang sama dengan pH 4, eceng gondok tetap layu dan mati. Limbah dengan konsentrasi awal diencerkan 1:3 sampai konsentrasi limbah penyamakan kulit 11,08 ppm, ternyata pada konsentrasi 11,08 ppm dengan pH 8 tanaman eceng gondok dapat hidup.

4.2 Kadar Cr Setelah Perlakuan

Pada pelaksanaanya, analisis terhadap sampel limbah dilakukan sebanyak 5 kali sesuai dengan durasi waktu yang ditentukan yaitu 0, 3, 5, 9 dan 12 hari. dengan catatan bahwa pada 0 hari air limbah yang diperiksa belum menggunakan tanaman (limbah murni) dengan beberapa kali dilakukan pengenceran sampai pada konsenterasi maksimal 11,08 ppm dan pH 8, hal ini dilakukan agar supaya tanaman Eceng gondok dapat bertahan hidup sampai pada hari ke 12.

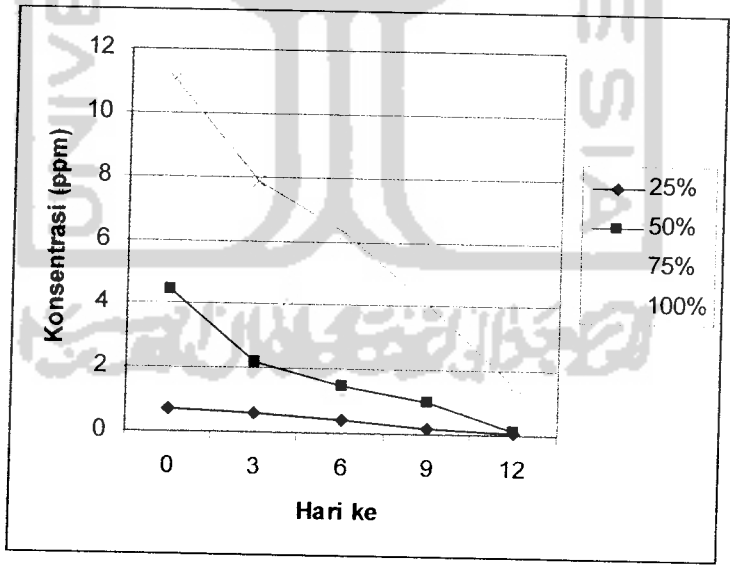
Berikut hasil pengukuran akhir kadar Cr setelah dilakukan percobaan:

Tabel 4.2 Kandungan Cr Dalam Air Limbah Penyamakan Kulit Setelah Perlakuan

No	Hari ke	Konsentrasi Limbah (mg/l)			
		25%	50%	75%	100%
1	0	0,71	4,43	8,57	11,08
2	3	0,61	2,2	4,75	7,89
3	6	0,39	1,5	2,32	6,28
4	9	0,17	0,99	1,78	4,01
5	12	0,08	0,12	0,81	1,51

Sumber : Data primer 2007

Berdasarkan Tabel 4.2 diatas dapat dibuat gambar hubungan antara kenaikan kandungan khrom dengan variasi konsentrasi limbah dan variasi waktu kontak setelah proses pengolahan. Berikut Gambar 4.2 hasil analisis kandungan khrom setelah perlakuan :



Gambar 4.2 Kandungan Khrom (Cr) Setelah Perlakuan

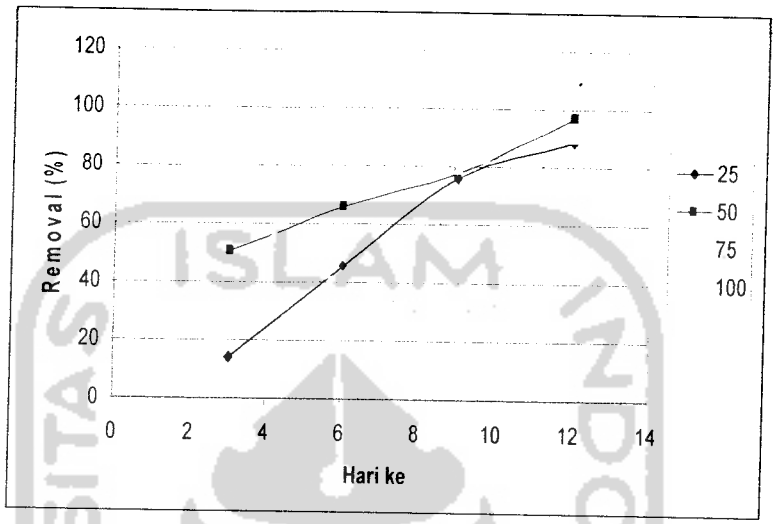
Dari Gambar 4.2 diatas dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi limbah dan semakin lama waktu kontak pada limbah penyamakan kulit maka tingkat penurunan khrom akan semakin besar. Dapat dilihat pada konsentrasi limbah 75% dan 100% terjadi penurunan yang cukup besar. Akan tetapi tanaman eceng gondok akan cepat menjadi lemah akibat pengaruh limbah penyamakan kulit yang konsentrasinya sangat tinggi. Data ini didukung dengan teori yang mengatakan bahwa di dalam tanaman eceng gondok terdapat gugus amino yang mudah terpolarisasi berfungsi sebagai ligan khelat, sehingga membentuk kompleks yang sangat stabil (Mawardi, 1997). Menurut teori (Bowen, 1996) dan (Dwi R, 2002) logam mengikat gugus-gugus amino dan sulfihidril didalam enzim tersebut. Akibatnya kerja enzim pada tubuh tanaman akan terganggu dan hal ini mempengaruhi juga pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Semakin tinggi kadar ion-ion logam yang masuk dalam tanaman, semakin tinggi jumlah enzim-enzim yang kerjanya terganggu dalam tubuh tanaman tersebut. Hal ini berarti semakin menghambat perkembangan dan pertumbuhan tanaman.

Dari hasil penelitian besarnya serapan logam Cr oleh tanaman maka dapat dicari efisiensinya dengan cara yang dapat dilihat pada lampiran dan hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.3 Efisiensi Penurunan Logam Khrom Oleh Tanaman Eceng gondok

Konsentrasi Limbah (%)	Efisiensi Setalah Hari Pengambilan (%)			
	3	6	9	12
25	14,3	45,2	76,1	88,7
50	50,4	66,1	77,6	97,2
75	44,5	72,9	79,2	90,5
100	28,7	43,3	63,7	86,3

Dari tabel diatas maka dapat dibuat grafik efisiensi penyerapan logam khrom oleh tanaman eceng gondok yang didapat dilihat pada Gambar 4.3 dibawah ini :



Gambar 4.3 Efisiensi (%) Penurunan Logam Khrom Oleh Tanaman Eceng Gondok

Dari Gambar 4.3 efisiensi (%) removal logam Khrom oleh tanaman eceng gondok mengalami peningkatan untuk setiap konsentrasi air limbah penyamakan kulit dari durasi waktu kontak 0, 3, 6, 9 dan 12 hari. Efisiensi serapan logam khrom oleh tanaman eceng gondok terbesar adalah pada konsentrasi 50%. Hal ini dikarenakan tanaman eceng gondok pada konsentrasi 50% mempunyai efisiensi penyerapan yang tinggi dibandingkan pada konsentrasi 25%, 75% dan 100%. Akan tetapi untuk penyerapan logam Cr terbesar ada pada konsentrasi limbah 100%. Tetapi perlu diketahui bahwa efisiensi penyerapan akan semakin kecil karena semakin besar konsentrasi limbah dan semakin lama waktu kontak efisiensi penyerapan akan semakin berkurang karena tanaman akan menjadi lemah

(Mawardi, 1997). Dapat dilihat pada kondisi fisik tanaman seperti yang dijelaskan pada Tabel 4.8.

Pada pengujian anova tiap variasi konsentrasi limbah 25%, 50%, 75% dan 100% diperoleh bahwa dengan menggunakan tingkat signifikan $\alpha = 0,05$ maka Ho ditolak jika $F < 0,05$ dan Ho diterima jika probalitas $F > 0,05$. Bahwa nilai probabilitas F (sig) = 0,263 karena nilai probabilitas < 0,05, maka Ho ditolak. Dengan demikian, perbedaan rata-rata kenaikan kadar Cr pada tiap variasi konsentrasi limbah adalah signifikan.

4.3 Hasil Pemeriksaan pH Pada Limbah Cair Penyamakan Kulit Setelah Perlakuan

Hasil pemeriksaan pH pada limbah penyamakan kulit setelah perlakuan tanpa tanaman dan dengan tanaman dapat dilihat pada table dibawah ini:

Tabel 4.4 pH Limbah Penyamakan Kulit Setelah Perlakuan

Konsentrasi Limbah (%)	Variasi Pengambilan Sampel (Hari)			
	3	6	9	12
25	8.6	8.6	8.5	8.5
50	8.6	8.5	8.4	8.4
75	8.4	8.4	8	8
100	8	7.8	7.5	7.5

Sumber : Data Primer / 2007

Pada Tabel 4.4 menunjukkan hasil pemeriksaan pH pada limbah penyamakan kulit setelah perlakuan dengan variasi waktu kontak 3, 6, 9 dan 12 hari. Berdasarkan Tabel diatas bahwa terjadi penurunan pH pada waktu kontak antara 3 – 12 hari. Semakin besar konsentrasi limbah maka nilai pH-nya semakin kecil.

Perlu diketahui bahwa pH limbah penyamakan kulit sebelum dilakukan pengeceran limbah dengan perbandingan 1:3 berada pada pH 4.5. Ini berarti bahwa limbah penyamakan kulit PT. ASA Wonosari bersifat asam.

Sudah dijelaskan sebelumnya bahwa limbah penyamakan kulit pada konsentrasi 100% terjadi penururnan kadar khrom yang tinggi. Dari hasil pengukuran pH menunjukkan bahwa konsentrasi air limbah 100% menunjukkan pH 7.5 – 8. Hal ini berartI bahwa tanaman eceng gondok melakukan penyerapan yang baik pada pH 7.5 – 8.

4.4 Hasil Penelitian Terhadap Fisik Tanaman Eceng Gondok

Hasil penelitian pada asil penelitian pada fisik tanaman eceng gondok ini menliputi panjang akar, jumlah daun, warna daun dan warna akar. Hasil tersebut dapat dilihat pada Table sebagai berikut

Tabel 4.5 Hasil Penelitian Perubahan Kondisi Tanaman Eceng Gondok Selama 12 Hari

Fisik	KONSENTRASI LIMBAH (%)	Sebelum Penelitian	Sesudah Penelitian
Warna daun	0	Hijau	Hijau
	25	Hijau	Hijau
	50	Hijau	Hijau, Dipnggir daun berwarna kuning kehijau-hijauan
	75	Hijau	Hijau pinggir daun sudah layu
	100	Hijau	Hijau pinggir daun sudah layu
Warna akar	0	Putih & hitam	Putih & hitam
	25	Putih & hitam	Putih & hitam
	50	Putih & hitam	Putih & hitam kehijauan terdapat partikel khrom
	75	Putih & hitam	Putih & hitam kehijauan terdapat partikel khrom
	100	Putih & hitam	Putih & hitam kehijauan terdapat partikel khrom

Dari hasil pengamatan pada Tabel 4.5 terlihat bahwa pertumbuhan tanaman eceng gondok pada masing-masing konsentrasi terjadi pertumbuhan yang berbeda-beda pada setiap tanaman. Ini dapat dilihat dari perubahan panjang akar, daun, lebar daun dan pertambahan jumlah daun pada tanaman eceng gondok. Hal ini disebabkan karena setiap tanaman memiliki tingkat kemampuan untuk tumbuh yang berbeda-beda setelah tanaman tersebut menyerap logam berat khrom.

4.4.1 Fiktoksisitas

Logam berat dapat menimbulkan fitotoksisitas dengan cara:

1. Mengganggu kontak air dengan tanaman sehingga menyebabkan tanaman mengalami cekaman air (layu).
2. Meningkatkan permeabilitas membran plasma sel akar sehingga akar menjadi lemah dan berkurang kemampuan seleksinya.
3, Menghambat fotosintesis dan respirasi.
4. Menurunkan aktivitas enzim metabolik (Carlson et al, 1975).

Kemampuan tanaman eceng gondok dalam menyerap logam berat terbatas karena semakin banyak ion logam menumpuk dalam jaringan tumbuhan semakin tinggi pula daya toksisitasnya sehingga mengganggu proses metabolisme yang dilakukan oleh tumbuhan tersebut.

Indikator yang menunjukan toksisitas pada morfologi tanaman adalah :

1. Pada bagian akar tanaman, rambut akar terlihat jarang dan berwarna putih kehijau-hijauan sebagian sebagian bulu rontok.

2. Pengaruh toksisitas dapat juga terlihat pada daun dari warna daun hijau kekuningan, daun yang berwarna hijau terlihat ujung-ujungnya pucat, layu. Kuncup daun tidak dapat berkembang dengan baik.

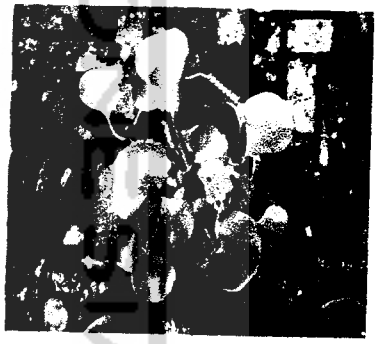
Fiktotosisitas ini dialami oleh tanaman pada tiap konsentrasi dengan gejala-gejala sebagai berikut:

1. Tanaman Pada Konsentrasi 25%

Pada konsentrasi 25% pada waktu kontak 3 hari belum tampak gejala-gejala keracunan logam.Begitu juga waktu kontak 6, 9 dan 12 belum ada perubahan gejala-gejala keracunan logam terhadap tanaman eceng gondok. Dapat dilihat pada gambar 4.3 tanaman eceng gondok dibawah ini.



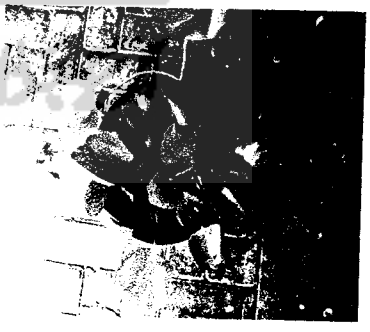
3 hari



6 hari



9 hari

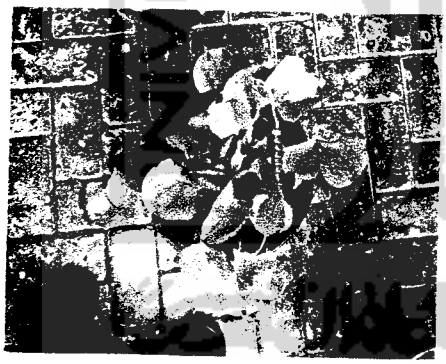


12 hari

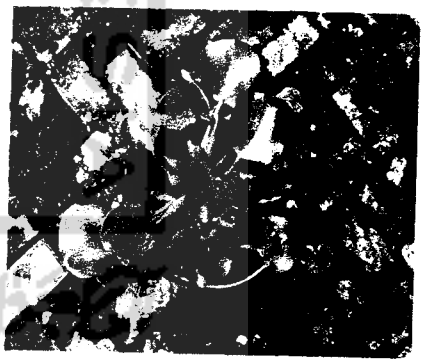
Gambar 4.4 Tanaman Eceng Gondok Pada Konsentrasi 25%

2. Tanaman Pada Konsentrasi 50%

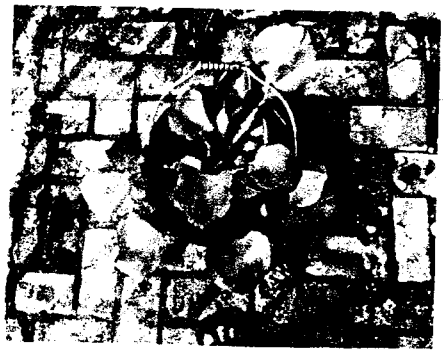
Pada konsentrasi 50 % pada waktu kontak hari ke-3 dan hari ke-6 belum ada tanda-tanda kerusakan pada daun dan akar. Keadaan daun kelihatan segar, daunnya banyak ,hijau dan berukuran besar. Demikian juga dengan akar, rambut-rambut akar panjang dan berkembang dengan baik. Hampir tidak ada perubahan antara hari ke-3 dan hari ke-6. Pada hari ke-9 pada tanaman eceng gondok mengalami perubahan pada daun eceng gondok, daun kelihatan mulai ada tanda-tanda keracunan. Pada pinggir daun kelihatan berwarna kuning kehijau-hijauan. Pada hari ke-12 perubahan morfologi tanaman kelihatan lebih jelas, walaupun tidak banyak perubahan dari hari sebelumnya. Perubahan morfologi pada waktu kontak hari ke-3 sampai hari ke-12 dapat dilihat pada gambar 4.4 dibawah ini.



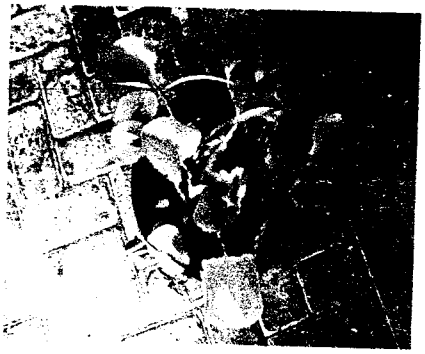
3 hari



6 hari



9 hari



12 hari

Gambar 4.5 Tanaman Eceng Gondok Pada Konsentrasi 50%

3. Tanaman Pada Konsentrasi 75%

Konsentrasi 75 % pada waktu kontak hari ke-3 dan hari ke-6 terlihat layu, daun sudah berwarna kuning kehijau-hijauan, jadi tanaman sudah mengalami tanda-tanda keracunan. Untuk waktu kontak hari ke-9 dan hari ke-12 tanaman eceng gondok sudah tampak layu. Tanaman eceng gondok semakin lama ditanam pada konsentrasi 75% limbah maka pertumbuhan eceng gondok terhambat. Kondisi tanaman eceng gondok dengan konsentrasi 75% dapat dilihat pada gambar 4.5 dibawah ini.



3 hari



6 hari





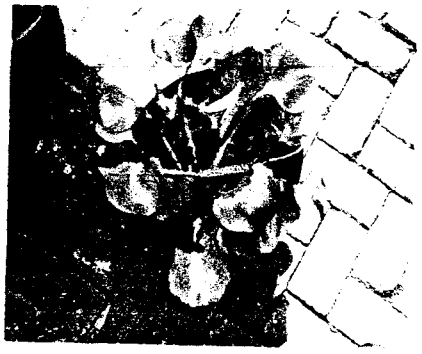
9 hari 12 hari

Gambar 4.6 Tanaman Eceng Gondok Pada Konsentrasi 75

4. Tanaman Pada Konsentrasi 100%

Pada konsentrasi 100% ini pada waktu kontak hari ke-3 sudah tampak gejala-gejala keracunan logam, akar yang berwarna putih dan hitam kehijau-hijauan dan pada daun terlihat layu ataupun ada beberapa daun yang akan mengalami kematian. Pada waktu kontak hari ke-6 sangat jelas beberapa daun mulai mati dan dipinggir daun kelihatan berwarna kuning kehijau-hijauan. Tanaman eceng gondok mulai terhambat perkembangannya. Pada hari ke-9 keadaannya sama seperti pada hari ke-6 tapi di hari ke-9 ini daun sangat banyak yang layu dikarenakan konsentrasi limbah penyamakan kulit sangat tinggi. Pada hari terakhir yaitu hari ke-12 tanaman eceng gondok sangat terlihat lemah. Daun eceng gondok semakin banyak yang layu dari pada hari sebelumnya. Perkembangan tanaman eceng gondok semakin berkurang, ini akan menimbulkan Perkembangan tanaman eceng gondok semakin berkurang, ini akan menimbulkan berkurangnya daya serap terhadap logam khrom.

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL
PERPUSTAKAAN
YOGYAKARTA



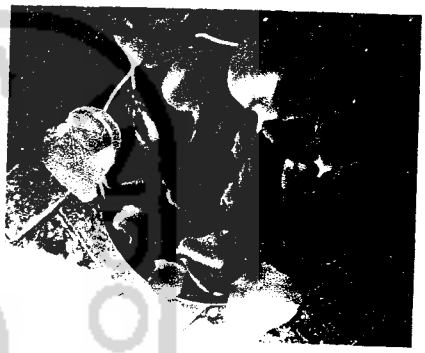
3 hari



6 hari



9 hari



12 hari

Gambar 4.7 Tanaman Eceng Gondok Pada Konsentrasi 100%

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Efektifitas penyerapan logam Cr dalam limbah penyamakan kulit pada waktu kontak 12 hari dengan konsentrasi limbah Cr 25 % sebesar 0,53 ppm, 50% sebesar 2,08 ppm, 75 % sebesar 3,94 ppm dan 100 % sebesar 6,38 ppm.
2. Waktu kontak sangat berpengaruh terhadap penyerapan logam Cr oleh tanaman eceng gondok. Semakin lama ditanam maka semakin banyak logam yang diserap oleh tanaman eceng gondok akan tetapi semakin besar logam yang diserap akan semakin kecil efisiensi serapan tanaman eceng gondok.
3. Besarnya kemampuan penyerapan tanaman eceng gondok dapat dijadikan suatu parameter bahwa tanaman eceng gondok dapat digunakan untuk menjadi salah satu fitoremediator pencemaran di sistem periran tawar.

5.2 Saran

1. Diperlukan kajian lebih lanjut tentang kemampuan tanaman eceng gondok dalam penyerapan logam-logam lainnya maupun untuk menyerap zat-zat organik, sehingga dapat digunakan sebagai pengolah limbah yang cukup aman dan efisien.
2. Perlu diteliti lebih lanjut untuk kandungan logam Cr pada bagian batang yang terdapat pada media tanaman eceng gondok.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2002 *Limbah Penyamakan Kulit* http://www.kompas.com/kompas-cetak/0307/02/inspirasi/404854.06/11/06

Ahmady. D.,1993, *Efektivitas Penyerapan Hg dan Pengaruhnya Pada Eceng Gondok, Skripsi Fakultas Biologi*, UGM, Jogjakarta

Bowen H, J, M., 1966., *Trace Element In Bio Chemistry*, Academic Press, London And New York, P.90

Carlson, R.W.,F.A., Bazzaz and G.I., Reafle, 1975, *The Effect Of Heavy Metal On Plant* : II.Net *Phytosinthesis and Transpiration Of Whole Corn and Sunflower Plant Treated With Pb, Cd, Ni, and Ti*, Environ.

Center, T.D., Hill, M.P., Cordo, H., Julien, M.H., 2002: *Waterhyacinth. In*: Van Driesche, R., et a: *Biological Control Of Invasive Plants In The Eastern United States. USDA Forest Service Publication FHTET-2002-04, 41-64.*

Catton,F.A., Wilkinson.G.,Carlos A.m., and Bochman, M.,1989, *Advanced Inorganik Chemistry*, Sixth Edition, Jhon Wiley and Sons, New York.

Darmono, 1995, *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*, UI Pres, Jakarta.
Djuarsih, W., Benito, Dan H.Salim, 1982, *Aspek Taksikologi Lingkungan*, Lembaga Ekologi Universitas Padjajaran, Bandung.

Devi N.K, 2004, *Pengelolaan Limbah Cair Pada Industri Penyamakan Kulit dan Industri Pulp dan Kertas Industri Kelapa Sawit,* Universitas Sumatera Utara..

de Casabianca, M.-L., Laugier, T., 1995 *: Eichhornia crassipes Production On Petroliferous Wastewaters:* effects of salinity. Bioresource Technology 54, 39-43.

Dian A dan Alia D., *Study Of Effectiveness Reducing Chromium (Cr) In Waste Water Using Water Hyacinth (Eichhorniae Crassipes).*Engineering Invironmental, ITS.

Dwidjoseputro, D.,1996. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan* , PT.Gramedia , Jakarta.
Dwi R, 2003., *Fitoremediasi Logam Berat Cr Oleh Tanaman Air Kayu Apuh. Fakultas MIPA* .Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

Foth, H.D., 1991, *Dasar-dasar Ilmu Tanah*, Gadjah Mada University Press, Jogjakarta.

Fitter,A.H, and Hay.R.K.M.,1981, *Fisiologi Lingkungan Tanaman*, Gadjah Mada University Press, Jogjakarta.

Giardano,P.M., J.J Mortvedt and D.A Mays,1975, *Effect Of Manicipal Wasts On Crop Yields and Uptake Of Heavy Metal,* Enviromental Quality, 4:2:345

Hasim, DEA., 2004, *Eceng Gondok Pembersih Polutan Logam Berat.* URL; http://www.kompas.com, 06/11/06

Hidayati,L.,2002, *Pengaruh Peningkatan Kualitas Air Limbah Batik Dengan Perlakuan Kayu Apuh (Pistia Stratiotes) Terhadap Densitas Plankton,* UGM.

Kelly,J.M.,G.R Parker and W.M.Mc Kee, 1997, *Heavy Metal Accumulation and Growth Of Secdling Of Five Forest Species as Influenced by Soil Cadmium Level* , J, Inviromental Quality ;8:3:361

Kumar, P.B.A.N; Dushenkov, V.; Motto, H. and Raskin, I. *The Use Of Plants to Remove Heavy Metals From Soils.* Environmental Science and Technology, 1995

Loveless, A.R, 1987, *Prinsip-prinsip Biologi Tumbuhan Untuk Daerah Tropis,* Gramedia, Jakarta, Hal 333-359.

Mawardi,1997, *Biasorpsi Timbal dan Boimassa Saccharomyces Cerevisiae,* Tesis, Jurusan Kimia, FMIPA, UGM.

Maine, M.A., Sune, N.L., Panigatti, M.C., Pizarro, M.J., 1999: *Relationships Between Water Chemistry and Macrophyte Chemistry in Lotic and Lentic Environment.* Arch. Hydrobiol.

Mialman, R.B.,1980, *Heavy Metal Dalam* F.E.Guthrie and J.J Perry (Eds) *Introduction to Enviromental Toxicology,* Elsevier North Holland,Inc, New York.

Narsito, 1992, *Dasar-dasar Spektrofotometri Serapan Atom,* UGM, Jogjakarta.

Negri C, Hinchman R (1996), *Plants That Remove Contaminants From The Environment.* Lab Med 27:36-40

Palar, H., 1994, *Pencemaran dan Teknologi logam Berat,* PT Rineka Cipta, Jakarta.

Priayanto B dan Prayitno J.,2004, *Fitoremediasi Sebagai Sebuah Teknologi Pemulihan Pencemaran, Khususnya Logam Berat.,* http:/www.itl,bppt.com/sublab/ifloral.htm..

Soerjani, S.W., 1975, *Eceng Gondok Sebagai Penyerap Pencemar,* SEAMEO, Biotrop, Bogor.

Supradata, 1992, *Peningkatan Kualitas Air Limbah Pabrik Baja PT Kratau Steel Cilegon, Jawa Barat Menggunakan Eceng Gondok dan Kayu Apuh,* Skripsi Fakultas Biologi UGM. Jogja.

Suryani,A., 2005, *Pengaruh Pola Tanam Terhadap Fitoremediasi Logam Khromium Oleh Tanaman Kayu Apuh.*

Thompson, J.Muller P.W., Fluekiger W and A.J Rutter,1984, *The Effect Of Duston Photosintesis and Its Significance For Road Side Plants*, Inviromental Pollution , (Series A) 34:171-180)

Vogel, 1990, *Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*, jilid 1, PT. Kalman Media Pustaka ,Jakarta.

Weaver,J.E and F.E Cleament, 1980, *Plant Ecology,* Mc Graw-hill Inc., New Delhi.

Wardhana, W.A., 2001, *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Andi Offset, Jogjakarta.

Yuliawati,E.,1995, *Pengaruh Limbah Pabrik Cat Sebelum dan Setelah Perlakuan Dengan Eceng Gondok*, Skripsi Fakultas Biologi, UGM, Jogjakarta.

LAMPIRAN I

- STANDAR PENGUJIAN SAMPEL
- HASIL UJI LABORATORIUM

ISITAS GADJAH MADA

ORATORIUM KIMIA ANALITIK
AN KIMIA
AS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

Sekip Utara PO Box B
Yogyakarta 55281 Telp. (0274) 902740, 545188 pe
Faks. 0274-5

HASIL ANALISIS

No. : 1410/HA-KA/11/06
Pengirim : **Hamka D./Imam AS.,** Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta.
Jumlah sampel : 4
Penentuan : Kadar Cr dalam sampel larutan.
Tgl. Analisis : 21 November 2006

NO	KODE SAMPEL	PARA METER	HASIL PENGUKURAN (ppm)			METODE
			I	II	III	
1.	25%	Cr	0,642	0,712	0,783	Atomic Absorption Spect.
2.	50%	"	4,351	4,457	4,492	"
3.	75%	"	8,547	8,653	8,512	"
4.	100%	"	10,959	11,100	11,171	"

PEMERINTAH PROPINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
DINAS PERMUKIMAN DAN PRASARANA WILAYAH
BALAI PENGUJIAN KONSTRUKSI DAN LINGKUNGAN
JL. RING ROAD UTARA MAGUWOHARJO DEPOK SLEMAN YOGYAKARTA.Telp. (0274) 489622

HASIL ANALISA KROM

Pengirim : Hamka
Tanggal Penerima :
Sample : Air

No	Sample	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)
1	3 25%	0.0134	0.61
2	3 50%	0.0217	2.2
3	3 75%	0.0334	4.75
4	3 100%	0.0486	7.89
5	6 25%	0.0123	0.39
6	6 50%	0.0177	1.5
7	6 75%	0.0217	2.32
8	6 100%	0.0408	6.28
9	9 25%	0.0113	0.17
10	9 50%	0.0152	0.99
11	9 75%	0.0191	1.78
12	9 100%	0.0298	4.01
13	12 25%	0.0108	0.08
14	12 50%	0.0110	0.12
15	12 75%	0.0144	0.81
16	12 100%	0.0177	1.51

Keterangan :
tt = tidak terdeteksi

Diperiksa oleh:
Penyelia Penguji Mutu Air

PEMERINTAH PROPINSI DIY
BPKL
DINAS PERMUKIMAN DAN PRASARANA WILAYAH

Wahyu Hidayat, BSc
NIP. 110021897

Tabel 4.4 pH Limbah Penyamakan Kulit Setelah Perlakuan

Konsentrasi Limbah (%)	Variasi Pengambilan Sampel (Hari)			
	3	6	9	12
25	8.6	8.6	8.5	8.5
50	8.6	8.5	8.4	8.4
75	8.4	8.4	8	8
100	8	7.8	7.5	7.5

Sumber : Data Primer

Tabel 4.5 Hasil Penelitian Perubahan Kondisi Tanaman Eceng Gondok Selama 12 Hari

Fisik	KONSENTRASI LIMBAH (%)	Sebelum Penelitian	Sesudah Penelitian
Warna daun	0	Hijau	Hijau
	25	Hijau	Hijau
	50	Hijau	Hijau, Dipnggir daun berwarna kuning kehijau-hijauan
	75	Hijau	Hijau pinggir daun sudah layu
	100	Hijau	Hijau pinggir daun sudah layu
Warna akar	0	Putih & hitam	Putih & hitam
	25	Putih & hitam	Putih & hitam
	50	Putih & hitam	Putih & hitam kehijauan terdapat partikel khrom
	75	Putih & hitam	Putih & hitam kehijauan terdapat partikel khrom
	100	Putih & hitam	Putih & hitam kehijauan terdapat partikel khrom

Tabel 4.1 Kandungan Khrom Dalam Limbah Cair Penyamakan Kulit

No	Kode Smple	Parameter	Hasil Pengukuran (ppm)			Rata-rata (ppm)
			I	II	III	
1	25%	Cr	0.642	0.712	0.783	0.712
2	50%	Cr	4.351	4.457	4.492	4.433
3	75%	Cr	8.547	8.653	8.512	8.571
4	100%	Cr	10.959	11.1	11.171	11.076

Sumber : Data Primer

Tabel 4.2 Kandungan Cr Dalam Air Limbah Penyamakan Kulit Setelah Perlakuan

No	Hari ke	Konsentrasi Limbah (mg/l)			
		25%	50%	75%	100%
1	0	0,71	4,43	8,57	11,08
2	3	0,61	2,2	4,75	7,89
3	6	0,39	1,5	2,32	6,28
4	9	0,17	0,99	1,78	4,01
5	12	0,08	0,12	0,81	1,51

Sumber : Data primer

Tabel 4.3 Efisiensi Penurunan Logam Khrom Oleh Tanaman Eceng gondok

Konsentrasi Limbah (%)	Efisiensi Setalah Hari Pengambilan (%)			
	3	6	9	12
25	14,3	45,2	76,1	88,7
50	50,4	66,1	77,6	97,2
75	44,5	72,9	79,2	90,5
100	28,7	43,3	63,7	86,3

Sumber : Data Primer

LAMPIRAN II

- HASIL PERHITUNGAN STATISTIK

Oneway

ANOVA

konsentrasi

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	22,482	3	7,494	1,508	,263
Within Groups	59,615	12	4,968		
Total	82,097	15			

Oneway

Descriptives

konsentrasi

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
3 hari	4	3,8625	3,18073	1,59036	-1,1987	8,9237	,61	7,89
6 hari	4	2,6225	2,56339	1,28169	-1,4564	6,7014	,39	6,28
9 hari	4	1,7375	1,65145	,82573	-,8903	4,3653	,17	4,01
12 hari	4	,6300	,67562	,33781	-,4451	1,7051	,08	1,51
Total	16	2,2131	2,33948	,58487	,9665	3,4597	,08	7,89

Test of Homogeneity of Variances

konsentrasi

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2,137	3	12	,149

ANOVA

konsentrasi

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	22,482	3	7,494	1,508	,263
Within Groups	59,615	12	4,968		
Total	82,097	15			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: konsentrasi

	(I) hari	(J) hari	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	3 hari	6 hari	1,24000	1,57606	,859	-3,4392	5,9192
		9 hari	2,12500	1,57606	,552	-2,5542	6,8042
		12 hari	3,23250	1,57606	,224	-1,4467	7,9117
	6 hari	3 hari	-1,24000	1,57606	,859	-5,9192	3,4392
		9 hari	,88500	1,57606	,942	-3,7942	5,5642
		12 hari	1,99250	1,57606	,601	-2,6867	6,6717
	9 hari	3 hari	-2,12500	1,57606	,552	-6,8042	2,5542
		6 hari	-,88500	1,57606	,942	-5,5642	3,7942
		12 hari	1,10750	1,57606	,894	-3,5717	5,7867
	12 hari	3 hari	-3,23250	1,57606	,224	-7,9117	1,4467
		6 hari	-1,99250	1,57606	,601	-6,6717	2,6867
		9 hari	-1,10750	1,57606	,894	-5,7867	3,5717
Bonferroni	3 hari	6 hari	1,24000	1,57606	1,000	-3,7288	6,2088
		9 hari	2,12500	1,57606	1,000	-2,8438	7,0938
		12 hari	3,23250	1,57606	,377	-1,7363	8,2013
	6 hari	3 hari	-1,24000	1,57606	1,000	-6,2088	3,7288
		9 hari	,88500	1,57606	1,000	-4,0838	5,8538
		12 hari	1,99250	1,57606	1,000	-2,9763	6,9613
	9 hari	3 hari	-2,12500	1,57606	1,000	-7,0938	2,8438
		6 hari	-,88500	1,57606	1,000	-5,8538	4,0838
		12 hari	1,10750	1,57606	1,000	-3,8613	6,0763
	12 hari	3 hari	-3,23250	1,57606	,377	-8,2013	1,7363
		6 hari	-1,99250	1,57606	1,000	-6,9613	2,9763
		9 hari	-1,10750	1,57606	1,000	-6,0763	3,8613

Homogeneous Subsets

konsentrasi

	hari	N	Subset for alpha = .05
			1
Tukey HSD[a]	12 hari	4	,6300
	9 hari	4	1,7375
	6 hari	4	2,6225
	3 hari	4	3,8625
	Sig.		,224

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

LAMPIRAN III

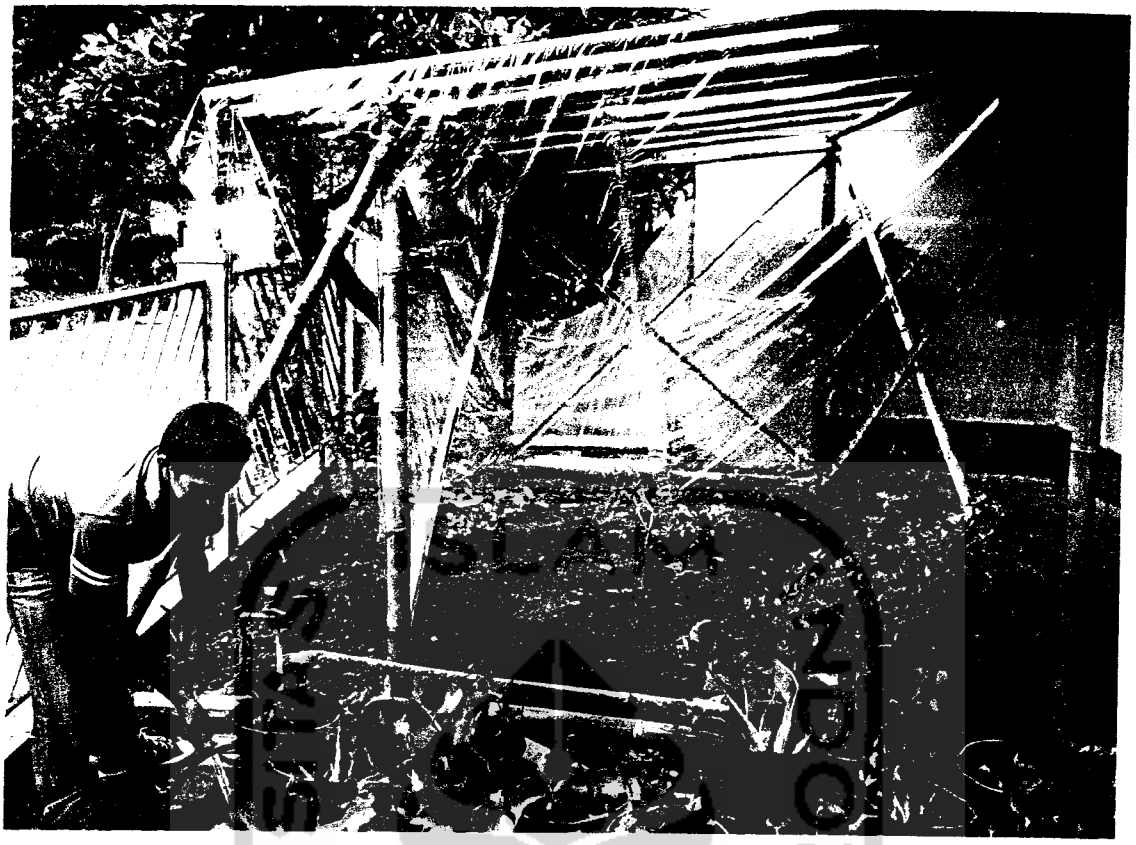
- DOKUMENTASI



Gambar Sampel Tanaman Eceng gondok



Gambar Lokasi Penanaman Eceng Gondok



Gambar Rumah Penanaman Eceng Gondok

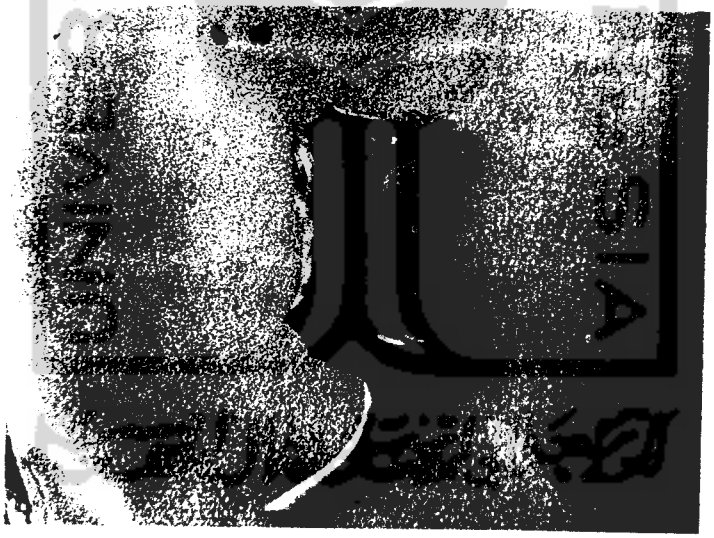
Kondisi Daun Tanaman Setelah Perlakuan



25%



75%



100%

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

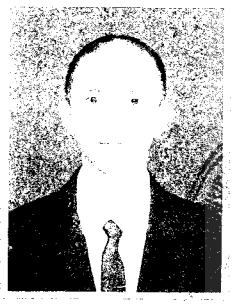
NO	NAMA	NO MHS	PRODI
1	Hamka Dilapanga	01513043	Teknik Lingkungan
2			

JUDUL TUGAS AKHIR : Penurunan Logam Berat Cr Terhadap Limbah Penyamakan Kulit dengan Tanaman Enceng Gondok Menggunakan Metode Wetland

PERIODE : IV
TAHUN : 2005/2006

No	kegiatan	Bulan Ke ;					
		Mei	Juni	Juli	Agt	Sep	Nov
1	Pendaftaran						
2	Penentuan Dosen pembimbing						
3	Pembuatan Proposal						
4	Seminar proposal						
5	Konsultasi Penyusunan TA						
6	Sidang - sidang						
7	Pendadaran						

DOSEN PEMBIMBIG I : Luqman Hakim, ST, MSI
DOSEN PEMBIMBING II : Eko Siswoyo, ST
DOSEN PEMBIMBING III :



Yogyakarta, 20-Nov-06
Koordinator TA

(Eko Siswoyo, ST)

Catatan

Seminar :.....
Sidang :.....
Pendadaran :.....

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

No	Tanggal	Catatan Konsultasi	Tanda Tangan	
			Pemb I	Pemb II
1	16/ 07			
2	26/ 07			
3	2/ 08			
4	3/ 08			