

TA/TL/2008/0238

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIAH/BELI	
TGL. TERIMA :	18 - 04 - 2008
NO. JUDUL :	28 29
NO. INV. :	5100002829001
NO. INDUK :	0028 29

TUGAS AKHIR

**FITOREMEDIASI CHEMICAL OXIGEN DEMAND (COD) DAN
TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) PADA LIMBAH PENYAMAKAN
KULIT DENGAN TANAMAN ECENG GONDOK
MENGUNAKAN METODE WETLAND**

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



Disusun oleh :

NAMA : Novi Prihantini
No. Mhs : 02 513 081

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2008**

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**FITOREMEDIASI CHEMICAL OXIGEN DEMAND (COD) DAN
TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) PADA LIMBAH PENYAMAKAN
KULIT DENGAN TANAMAN ECENG GONDOK
MENGUNAKAN METODE WETLAND**

Nama : Novi Prihantini

NIM : 02 513 081

Program Studi Teknik Lingkungan

Telah diperiksa & disetujui oleh:

Pembimbing I


Ir.H.Kasam, MT

Pembimbing II


Eko Siswoyo, ST

Mengetahui:
Ketua Jurusan Teknik Lingkungan


Luqman Hakim, ST.MSi

Kupersembahkan Dengan Sepenuh hati dan
Cinta, Hadiah Ku dan Karyaku Kepada :



ALLAH. SWT
(*KeajaibanMu yang selalu membuatku kuat menjalani hidup*)

KELUARGAKU TERSAYANG
(*Maaf lama menunggu novi kelar kuliahNYA*)

SETIO HADI PURWANTO
(*Yang InsyaALLAH akan menjadi pendampingku*)

AA 4327 KA
(*MotorKu yang selalu setia mengantarKu kemana pun*)

MOTTO

“ Bacalah dengan nama tuhanmu. Yang menciptakan. Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah. Bacalah dan tuhanmu lah yang paling pemurah. Yang telah mengajarkan (manusia) dengan perantara kalam. Dia telah mengajarkan kepada manusia apa yang tidak diketahuinya.”
(Qs. Al Alag ayat 1 sampai dengan 5)

“ Sesungguhnya sesudah ada kesulitan itu ada kemudahan ”
(Qs. Alam Nasrah Ayat 6)

“ Barang siapa bersungguh – sungguh dalam melaksanakan suatu pekerjaan niscaya akan berhasil “

“ Jalani hidup seperti air mengalir “

” Cinta adalah mencintai orang yang tak sempurna secara sempurna”

“ Yakinkanlah kekuatan yang ada dibelakangmu itu lebih besar dari masalah yang ada di depanmu “

FITOREMEDIASI CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD) DAN TOTAL SUSPENDED SOLID(TSS) PADA LIMBAH PENYAMAKAN KULIT DENGAN TANAMAN ECENG GONDOK MENGGUNAKAN METODE WETLAND

Eko Siswoyo¹⁾, Kasam²⁾, Novi Prihantini³⁾

INTISARI

Limbah cair industri penyamakan kulit dapat menyebabkan masalah apabila pembuangannya mencemari lingkungan secara fisik, kimia dan biologis. Wetland merupakan teknologi alternatif yang dapat membantu mengatasi permasalahan akan limbah industri penyamakan kulit sebelum dibuang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat efektifitas optimum tanaman eceng gondok dalam menurunkan konsentrasi COD (Chemical oxygen demand) dan TSS (Total suspended solid) yang terkandung dalam limbah penyamakan kulit.

Penelitian ini menggunakan reaktor yang terbuat dari ember sebanyak 20 buah. Reaktor tersebut diberi perlakuan dengan konsentrasi limbah yang bervariasi (100%, 75%, 50%, 25%, dan 0%), dan waktu pengambilan sampel (0, 3, 6, 9, 12 hari). Pengujian penelitian COD (Chemical oxygen demand) dan TSS (Total suspended solid) dengan menggunakan metode SSA (Spektrofotometri Serapan Atom)

Hasil dari penelitian ini adalah bahwa eceng gondok dapat menurunkan COD (Chemical oxygen demand) dengan konsentrasi efektifitas optimum sebesar 41% dari 153,6 mg/L menjadi 63,6 mg/L dan TSS (Total suspended solid) terjadi kenaikan. Dengan penggunaan limbah penyamakan kulit ini, tanaman dapat hidup dengan subur.

Kata kunci : Wetland, COD dan TSS, Eceng Gondok, Limbah Penyamakan Kulit

¹⁾ Staf Pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan – Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

²⁾ Staf Pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan – Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

³⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan – Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

FITOREMEDIASI OF CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD) AND TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) FROM WASTE OF LEATHER PROCESSING INDUSTRY WITH CROP OF WATER HYACINTH USING WETLAND METHOD

Eko Siswoyo¹⁾, Kasam²⁾, Novi Prihantini³⁾

Abstract

Waste of leather processing industry has possibility to cause problems if the disposal has polluted environment in physical, chemical and biological. Wetland is an alternative technology to solve the problems of Waste of leather processing industry before disposal. This research has purpose to know the optimum effectiveness level of water hyacinth in degradation of COD (Chemical oxygen demand) and TSS (Total suspended solid) which are contain in Waste of leather processing.

In this research used reactor made from wood given by crop counted 20. The reactor given by treatment with waste concentration which vary (100%, 75%, 50%, 25%, and 0%) and time intake of sample (0, 3, 6, 9, 12 days). Examination of COD (Chemical oxygen deman) and TSS (Total suspended solid) by using AAS (Atomic Absorben Spectrophotometry).

In this research, we have as conclusion that Water Hyacinth is able to reduce COD(Chemical oxygen demand) concentration with optimum effectiveness which is 41% equal to 153,6 mg/L to 63,6 mg/L and TSS (Total suspended solid) up. With the using of Waste of leather processing, plants was able to fertile growth.

Keyword : Wetland, COD and TSS , Water Hyacinth, Waste of leather processing.

¹⁾ Staf Pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan – Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

²⁾ Staf Pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan – Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

³⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan – Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

السَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-NYA, sehingga penulisan tugas akhir dengan judul “Fitoremediasi Chemical Oxygen Demand (COD) Dan Total Suspended Solid (TSS) Pada Limbah Penyamakan Kulit Dengan Tanaman Eceng Gondok Menggunakan Metode Wetland” ini dapat diselesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh untuk dapat menyelesaikan Program Sarjana Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Disadari bahwa selama pelaksanaan Tugas akhir di lapangan dan di laboratorium sampai selesainya laporan ini banyak pengarahan, bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. H. Ruzardi, MS, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Luqman Hakim, ST, MSi, selaku Ketua Jurusan Teknik lingkungan, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Eko Siswoyo, ST, selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir, yang telah memberikan kesempatan, bimbingan dan pengarahan kepada kami dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

4. Bapak Ir. H. Kasam, MT, selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir, yang telah memberikan masukan dan kesabaran hingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Andik Yulianto, ST, Bapak Hudori ST, Mas Agus dan seluruh Dosen yang mengajar di Jurusan Teknik Lingkungan, Terima kasih atas ilmunya selama ini.
6. Pak Hartono dan semuaNYA yang ada di pengajaran, terima kasih atas bantuanNYA(maaf bikin repot).
7. Pak Tas, Mas Iwan, terima kasih atas kerjasamanya selama saya di laboratorium.
8. Ibu Rusdiana dan staf BPKL, terima kasih atas semua pelayanan dalam menganalisis hasil penelitianku.
8. Dengan sepenuh hati, cinta dan sayang Kupersembahkan Tugas Akhir ini kepada BundaKu Tersayang (maaf selalu buat bun marah...),n tak lupa juga Ayahku.
9. Rumah keduku di magelang (Alm) Pak Tar, Bu tri,my sister mia (tetep semangat dalam mencari ???),n masKu gudel,,eh mas yudi (tak tinggal,ojo nakal yo!!). Keluarga ku di Purworejo Pakde Turut, Bude tus, Mas paryoto, Mbak Susi, Dek Anis, Dek Yogi, Mas Tono, Mbak Tugiyem, Dek Pipin.
10. My sweet family,(Alm) Pakde Dito, Bude Yanie, Mbak Kar, Dek Haryo (Masa kecilKu banyak kuhabiskan bersama mereka.maaf ya bude dulu novi nakal bgt ya?mb' Kar liat deh foto2 qt waktu kecil lucu2 bgt,d' haryo jagain ma2 ya)

11. KeluargaKu di Magelang Pakde Hendro, Bu Tik, Mbak Putri, Mas Yudho, Mbak Yanti, Dek Yoyo, Dek Bila, Om Mungi, Bu lik Har, Dek Pherint, Dek Arief, Mas Karman, Mbak budi, Dek Ghanesa, Dek Zahra, Mas Narto, Mbak Sri, Dek Adi, Dek Indra, n U'UN_ku.
12. TemenKu seperjuangan Tugas Akhir (Hamka n Pay), terima kasih atas kerjasama dan ide – ide nya. Di sini aku jadi ratu coz cewek sendiri jadi di manja...he.Tapi sering ATIT © 3 X ngulang bukan berarti kita menyerah!!
13. TIOku (Makasih ya maz atas dukungan dan motivasiNya selama ini, dengan lulusNya Novi semoga apa yang kita cita2 kan akan cepat terlaksana..Amien).
14. SobatKu Santie(Jangan lupa ma aku ya say!! Kalo nikah ma kak Adri Undangan nya jangan lupa), Niza (Jeng Niza cepet cari pendamping yang bener,jangan gonta – ganti keburu tua lho,kita penasaran bgt kamu nikah ma sapa nih??), Rintiz (Kalo lagi wawancara jangan gerogi..berdoa n sebut aja nama noppi 9x kelak semua yang ada didepan kita terasa mudah Amien!!),Lala (Yang semangat ya kulNya,jangan bolos2 biar cepet kelar!)
15. Cah-cah kost (Melati 02) => Mas mid, Mbak Grenti, Mbak Rani, Mbak Herni Mbak Leen(maafin aku ya mb'leen), Mbak Ayik(kapan dapet keponakan nih?), Mbak Juang, Mbak Asih, Mbak Rona, Mbak Novi pekalongan, Mbak Tista, Meti, Epi, Upik,Mbak Nova, Anin , CHUbi (makasih ud Jd teman terbaikKU,hari2 bersamu takkan ku lupakan).
16. SahabatKu Ratna, Balgis, Acong.(Sorry aku gak pernah kasih kabar ke kalian, yang pasti i miz u all ...AkhirNya satu persatu dari kita maried, walo uda jadi ibu2 tetep kumpul2...tetep gila2An Yah)

17. Anak – anak kos Biru DapidPUnk(dimanaKAH gerangan kau pid?), Kris, Dilla, Adi (kapan nih di ajak jalan2 ke Ciamis), Hariz, Didi, Esa, Mas Arif, Yeyen, Eko,

18. Temen – temen Lingkungan 01-06.(Semoga lebih kompak lagi !!)

19. Dan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Dengan keterbatasan kemampuan penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna dan banyak terdapat kekurangan dan kesalahan, untuk itu segala kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Akhirnya penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan mahasiswa Teknik Lingkungan pada khususnya.

وَالسَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Yogyakarta, Maret 2008
Penulis,

Novi Prihantini

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
INTISARI	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTARLAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Ruang Lingkup.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pencemaran Lingkungan.....	6

2.2	Gangguan Terhadap Kesehatan.....	6
2.3	Industri Penyamakan Kulit.....	9
2.3.1	Proses	9
2.3.2	Sumber Limbah Cair	10
2.3.3	Pengolahan Limbah Cair.....	10
2.3.4	Parameter Utama	11
2.3.5	Baku Mutu Limbah Padat.....	11
2.3.6	Baku Mutu Limbah Cair.....	11
2.4	Fitoremediasi.....	12
2.4.1	Taksonomi Dan Morfologi Tanaman Eceng Gondok.....	14
2.5	Fitoksisitas Dalam Tanaman.....	15
2.5.1	Ciri-ciri Fisiologi Eceng Gondok	17
2.5.2	Manfaat Eceng Gondok.....	19
2.5.3	Kerugian Eceng Gondok.....	19
2.6	Mekanisme Sistem Pengolahan Wetland.....	20
2.7	Parameter.....	22
2.7.1	COD (Chemical Oxigen Demand).....	22
2.7.2	TSS (Total Suspended Solid).....	26
2.8	Hipotesis.....	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		30
3.1	Diagram Alir Metode Penelitian.....	30
3.2	Waktu dan Tempat.....	31

3.3	Parameter Penelitian.....	31
3.4	Variabel Penelitian	31
3.5.	Operasional Penelitian.....	32
3.6	Bahan dan Alat.....	32
3.6.1	Bahan.....	32
3.6.2	Alat.....	32
3.7	Cara Kerja	33
3.7.1	Pelaksanaan Penelitian.....	33
3.8	Analisis Data.....	35
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1	Hasil Konsentrasi COD (Chemical Oxigen Demand).....	37
4.2	Hasil Konsentrasi TSS (Total Suspended Solid).....	37
4.3	Kondisi Tanaman.....	46
		51
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	
5.1	Kesimpulan.....	53
5.2	Saran.....	53
	DAFTAR PUSTAKA.....	54
	LAMPIRAN.....	56

DAFTAR TABEL

<i>Tabel 2.1</i>	<i>Komposisi air buangan domestik.....</i>	8
<i>Tabel 2.2</i>	<i>Baku Mutu Limbah Cair Penyamakan likut.....</i>	12
<i>Tabel 4.1</i>	<i>Data konsentrasi COD</i>	37
<i>Tabel 4.2</i>	<i>Pengaruh Variasi Konstrasi Air Limbah Penyamakan Kulit dan Waktu Terhadap Penurunan Kadar COD.....</i>	45
<i>Tabel 4.3</i>	<i>Data konsentrasi TSS.....</i>	46
<i>Tabel 4.4</i>	<i>Pengaruh Variasi Konstrasi Air Limbah Penyamakan Kulit dan Waktu Terhadap Penurunan Kadar TSS.....</i>	50
<i>Tabel 4.5</i>	<i>Hasil Penelitian Pertumbuhan Tanaman Eceng Gondok Selama 12 Hari.</i>	51
<i>Tabel 4.6</i>	<i>Hasil Penelitian Perubahan kondisi Tanaman Eceng Gondok Selama 12 Hari.</i>	52

DAFTAR GAMBAR

<i>Gambar 2.1</i>	<i>Proses – proses Fitoremediasi Pada Tumbuhan</i>	13
<i>Gambar 2.2</i>	<i>Eceng Gondok.....</i>	16
<i>Gambar 2.3</i>	<i>Skema Zat Padat Total.....</i>	28
<i>Gambar 3.1</i>	<i>Diagram Alir Penelitian.....</i>	30
<i>Gambar 4.1</i>	<i>Konsentrasi COD.....</i>	37
<i>Gambar 4.2</i>	<i>Tanaman Eceng Gondok Pada hari ke 3.....</i>	39
<i>Gambar 4.3</i>	<i>Tanaman Eceng Gondok Pada hari ke 6.....</i>	40
<i>Gambar 4.4</i>	<i>Tanaman Eceng Gondok Pada hari ke 9.....</i>	41
<i>Gambar 4.5</i>	<i>Tanaman Eceng Gondok Pada hari ke 12.....</i>	42
<i>Gambar 4.6</i>	<i>Konsentrasi TSS.....</i>	46
<i>Gambar 4.7</i>	<i>Limbah Penyamakan kulit.....</i>	48



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran I Data Hasil Pengukuran Dan Grafik
- Lampiran II Analisa Statistik Unianova
- Lampiran III Hasil Analisa Air Limbah
- Lampiran IV Dokumentasi
- Lampiran V Pengendalian Dan Baku Mutu EMDIBAPEDAL 1994



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Air merupakan kebutuhan utama bagi proses kehidupan di bumi. Tidak akan ada kehidupan seandainya di bumi tidak ada air. Air yang bersih sangat didambakan oleh manusia, baik untuk keperluan hidup sehari-hari, keperluan industri, sanitasi kota, maupun untuk keperluan pertanian dan lain sebagainya (Wardhana,2001).

Pertumbuhan dan perkembangan industri yang begitu pesat tidak dapat dihindari. Sebab industri-industri itu ada untuk memproduksi barang-barang kebutuhan manusia yang semakin lama semakin beragam. Namun dibalik itu semua ternyata industri menghasilkan berbagai jenis buangan yang berasal dari berbagai aktivitas yang dapat menyebabkan pencemaran air, tanah dan udara. Salah satu buangan yang dapat menyebabkan pencemaran adalah logam berat yang sasaran utamanya adalah sistem perairan, seperti : sungai, danau, dan lain-lain.

Dewasa ini air menjadi masalah yang perlu mendapat perhatian yang seksama dan cermat. Untuk mendapatkan air yang baik, sesuai standar tertentu, saat ini menjadi barang yang mahal, karena air sudah banyak tercemar oleh bermacam-macam limbah dari hasil kegiatan manusia, baik limbah dari kegiatan rumah tangga, limbah dari kegiatan industri, dan kegiatan-kegiatan lainnya (Wardhana,2001).

Pencemaran air adalah limbah (baik padatan maupun cairan) yang masuk ke air lingkungan dan menyebabkan terjadinya penyimpangan dari keadaan normal air (Wardhana,2001). Berdasarkan Keputusan Menteri Kependudukan Dan Lingkungan Hidup No.2/MENKLH/1998, yang dimaksud dengan *pencemaran* adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi, dan atau komponen lain ke dalam air atau udara dan atau berubahnya tatanan (komposisi) air atau udara oleh kegiatan manusia atau proses alam, sesuai dan peruntukannya.

Pada lingkungan perairan apabila sudah terkontaminasi oleh limbah mengakibatkan material organik dan anorganik yang terkandung pada perairan tersebut mempunyai kemampuan untuk mengabsorpsi logam, akibatnya pencemaran logam yang lebih cepat akan terjadi. Pada umumnya logam berat didalam air jarang sekali berbentuk atom tersendiri, biasanya terikat oleh senyawa lain, ikatan itu berupa garam organik, seperti senyawa metal, etil, fenil, maupun garam anorganik berupa oksida, klorida sulfide, karbonat hidrosida dan sebagainya. Bentuk ion dari senyawa tersebut terserap dan kemudian tertimbun dalam tanaman (Darmono,1995).

Constructed Wetlands merupakan salah satu alternatif pengolahan air buangan sebelum dibuang ke badan air penerima. Pengolahan limbah dengan *Constructed Wetlands* memanfaatkan mikroorganisme dalam tanah dan tanaman dalam areal tersebut. Dalam sistem ini terjadi aktivitas pengolahan seperti sedimentasi, filtrasi, gas transfer, adsorpsi, pengolahan kimia dan pengolahan biologis karena aktivitas mikroorganisme dalam tanah dan aktivitas tanaman untuk proses fotosintesis, pengoksida dan *plant uptake* (Metcalf & Eddy, 1993). Dalam beberapa hal sistem ini menguntungkan karena biayanya murah, sederhana, dan memiliki kemampuan proses meminimalisasi limbah yang tinggi.

Ada tiga fungsi dasar dari *wetlands* yang menjadikan sistem pengolahan limbah cair dari ini sangat potensial, yaitu :

- a. Secara fisik mampu menahan atau menangkap kandungan polutan yang terdapat di permukaan tanah dan senyawa-senyawa organik dalam limbah.
- b. Memanfaatkan (*Utilization*) dan sebagai *transformation* dari berbagai macam jenis mikroorganisme.
- c. Memerlukan energi dan syarat pemeliharaan yang sangat rendah dan mudah untuk menghasilkan pengolahan yang baik.

Penggunaan fitoremediasi ini disebabkan sejumlah tanaman memiliki sifat menghilangkan COD (*Chemical oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*). COD (*Chemical oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) tersebut diserap oleh akar, translokasi didalam tubuh tumbuhan dan lokalisasi COD (*Chemical oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) pada jaringan. Model translokasi didalam tubuh tumbuhan berupa bahan organik dibawa masuk ke sel akar kemudian jaringan pengangkut yaitu xylem dan floem, ke bagian tumbuhan lain. Sedangkan lokalisasi COD (*Chemical oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) pada jaringan untuk mencegah peracunan COD (*Chemical oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) terhadap sel, maka tanaman akan melakukan detoksifikasi, misalnya menimbun COD (*Chemical oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) ke dalam organ tertentu seperti akar.

Tanaman yang digunakan adalah dari jenis tanaman air dan hasil penelitian menunjukkan ada beberapa tanaman air yang mampu menyerap COD (*Chemical oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) antara lain eceng gondok, typha, wlingi (*scirpus*) 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 COD (*Chemical oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) 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 lainnya (Falan,2004).

Rangkaian penelitian seputar kemampuan eceng gondok dalam menyerap COD (*Chemical oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) yang telah

dilakukan oleh para pakar. Widyanto dan Susilo (1981) melaporkan bahwa dalam waktu 24 jam eceng gondok mampu menyerap COD (*Chemical oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*).

Dalam penelitian ini akan dikaji kemampuan tanaman eceng gondok dalam menurunkan COD (*Chemical oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*). Parameter yang mempengaruhi kemampuan absorpsi tanaman eceng gondok yaitu konsentrasi, pH dan pola tanam terhadap tanaman eceng gondok yang akan diteliti.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat di rumuskan masalah sebagai berikut :

1. Berapa besar penurunan yang dipengaruhi oleh konsentrasi awal COD (*Chemical oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*), terhadap kemampuan penyerapan oleh tanaman eceng gondok?
2. Berapa lama waktu yang dibutuhkan oleh tanaman Eceng gondok untuk penurunan konsentrasi COD (*Chemical oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*), pada limbah penyamakan kulit?

1.3 Tujuan

Adapun Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui eceng gondok dalam menurunkan konsentrasi COD (*Chemical oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) pada limbah penyamakan kulit.
2. Mengetahui besarnya penurunan kadar COD (*Chemical oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) pada limbah penyamakan kulit.

1.4 Manfaat penelitian

Dari penelitian diharapkan diperoleh manfaat sebagai berikut :

1. Memberikan informasi tentang COD (*Chemical oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*), 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 kandungan COD (*Chemical oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*).

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian mencakup :

1. Parameter yang digunakan yaitu COD (*Chemical oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*), Limbah yang dipakai yaitu limbah penyamakan kulit
2. Parameter pengamatan seberapa besar tingkat penurunan kadar COD (*Chemical oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) pada limbah penyamakan kulit dengan menggunakan tanaman Eceng gondok.
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 Pencemaran Lingkungan

Air limbah berasal dari dua jenis sumber yaitu air limbah rumah tangga dan air limbah industri. Secara umum didalam limbah rumah tangga tidak terkandung zat-zat berbahaya, sedangkan didalam limbah industri harus dibedakan antara limbah yang mengandung zat-zat yang berbahaya dan yang tidak. Untuk yang mengandung zat-zat yang berbahaya harus dilakukan penanganan khusus tahap awal sehingga kandungannya bisa di minimalisasi terlebih dahulu sebelum dialirkan ke *sewage plant*, karena zat-zat berbahaya itu bisa memetik fungsi mikro organisme yang berfungsi menguraikan senyawa-senyawa di dalam air limbah. Sebagian zat-zat berbahaya bahkan kalau dialirkan ke *sawage plant* hanya melewatinya tanpa terjadi perubahan yang berarti, misalnya logam berat. Penanganan limbah industri tahap awal ini biasanya dilakukan secara kimiawi dengan menambahkan zat-zat kimia yang bisa mengeliminasi zat-zat yang berbahaya.

Sesuai dengan batasan air limbah yang merupakan benda sisa, maka sudah barang tentu bahwa air limbah merupakan benda yang sudah tidak dipergunakan lagi. Akan tetapi tidak berarti bahwa air limbah tersebut tidak perlu dilakukan pengelolaan, karena apabila limbah tersebut tidak dikelola secara baik akan dapat menimbulkan gangguan, baik terhadap lingkungan maupun terhadap kehidupan yang ada.

2.2 Gangguan Terhadap Kesehatan

Selain sebagai pembawa dan kandungan kuman penyakit maka air limbah juga dapat mengandung bahan-bahan beracun, penyebab iritasi, bau dan bahkan suhu yang tinggi serta bahan-bahan lainnya yang mudah terbakar. Keadaan demikian ini sangat dipengaruhi oleh sumber asal air limbah. Kasus yang terjadi di Teluk Minamata pada tahun 1953 adalah contoh yang nyata di mana para

nelayan dan keluarganya mengalami gejala penyempitan ruang pandang, kelumpuhan, kulit terasa menebal dan bahkan dapat menyebabkan kematian. Kejadian yang demikian adalah sebagai akibat termakannya ikan oleh nelayan, sedangkan ikan tersebut telah mengandung air raksa sebagai akibat termakannya kandungan air raksa yang ada di dalam teluk. Air raksa ini berasal dari air limbah yang tercemar oleh adanya pabrik yang menghasilkan air raksa pada buangan limbanya. Selain air raksa masih banyak lagi racun lainnya yang dapat membahayakan kesehatan manusia antara lain:

1. Timah Hitam

Apabila manusia terpapar oleh timah hitam, maka orang tersebut dapat terserang penyakit anemia, kerusakan fungsi otak, serta kerusakan pada ginjal.

2. Khrom

Khrom dengan senyawa bervalensi tujuh lebih berbahaya bila dibandingkan dengan khrom yang bervalensi tiga. Apabila terpapar oleh khrom ini dapat menyebabkan kanker pada kulit dan saluran pencernaan.

3. Sianida

Senyawa ini sangat beracun terhadap manusia karena dalam jumlah yang sangat kecil sudah dapat menimbulkan keracunan dan merusak organ hati.

Sumber air buangan dapat dibedakan menjadi:

1. Air buangan domestik

Limbah domestik adalah limbah yang terutama berasal dari daerah tempat tinggal (pemukiman), daerah komersial (perdagangan), daerah perkantoran dan fasilitas - fasilitas umum (Veenstra, 1995)

Air limbah domestik adalah sumber utama pencemar badan air di daerah perkotaan. Masuknya air limbah domestik ke lingkungan tanpa diolah akan mengakibatkan menurunnya kualitas air di badan air penerima seperti sungai, yang pada akhirnya menyebabkan beberapa masalah yaitu kerusakan keseimbangan ekologi di aliran sungai, masalah kesehatan penduduk yang memanfaatkan air sungai secara langsung, yang dapat menurunkan derajat kesehatan masyarakat dan meningkatkan angka kematian akibat infeksi air. bertambahnya biaya pengolahan air minum oleh perusahaan air minum (PAM) .

Tabel 2.1. Komposisi Limbah Domestik

Kontaminan	Satuan	Konsentra si Rendah	Konsentra si Medium	Konsentra si Tinggi
Total Solid (TS)	mg/L	390	720	1230
Total Dissolved Solid (TDS)	mg/L	270	500	860
Fixed	mg/L	160	300	520
Volatil	mg/L	110	200	340
Total Suspended Solid (TSS)	mg/L	120	210	400
Fixed	mg/l	25	50	85
Volatil	mg/L	95	160	315
Settleable Solids	mL/L	5	10	20
BOD ₅ , 20°C	mg/L	110	190	350
Total Organik Karbon (TOC)	mg/L	80	140	260
COD	mg/L	250	430	800
Nitrogen (Total sbg N)	mg/L	20	40	70
Organik	mg/L	8	15	25
Amoniak bebas	mg/L	12	25	45
Nitrit	mg/L	0	0	0
Nitrat	mg/l.	0	0	0
Phospor (Total Sbg Phospor)	mg/L	4	7	12
Organik	mg/L	1	2	4
InOrganik	mg/L	3	5	10
Klorida	mg/L	30	50	90
Sulfat	mg/L	20	30	50
Minyak dan Lemak	mg/L	50	90	100
VOCs	mg/L	<100	100-400	>400
Total Coliform	No./100 mL	10 ⁶ -10 ⁸	10 ⁷ -10 ⁹	10 ⁷ -10 ¹⁰
Fecal Coliform	No./100 mL	10 ³ -10 ⁵	10 ⁴ -10 ⁶	10 ⁵ -10 ⁸

Sumber: Metcalf & Eddy, 2003, Wastewater Engineering Treatment and Reuse.

2. Air Buangan Non - Domestik

Limbah non domestik adalah limbah yang berasal dari industri, pabrik, pertanian, peternakan, perikanan, transportasi, dan sumber-sumber lain (Pranoto, 2002). Limbah ini sangat bervariasi, lebih-lebih untuk limbah industri. Limbah pertanian biasanya terdiri atas bahan padat bekas tanaman yang bersifat organik, pestisida, bahan pupuk yang mengandung nitrogen, dan sebagainya.

2.3 Industri Penyamakan Kulit

2.3.1 Proses

Kulit terbentuk dari reaksi serat kalogen di dalam kulit hewan dan tannin, khrom, tawas atau zat penyamak lain. Pada dasarnya untuk mengubah kulit hewan digunakan dua proses : proses rumah-balok, kulit hewan dibersihkan dan disiapkan untuk operasi penyamakan. Pertama-tama, kulit direndam dalam air untuk menghilangkan kotoran, darah, garam dan pupuk. Kemudian kulit dibersihkan dengan mesin atau tangan untuk menghilangkan sisa-sisa daging yang ada. Penghilangan bulu dilakukan secara kimia dengan tangan dan atau mesin. Bubur kapur tohor digunakan untuk melepaskan bulu, kemudian apabila bulu itu akan digunakan dapat dilarutkan dengan natrium sulfida. Langkah pertama dalam proses penyamakan adalah perendaman kulit hewan dalam larutan garam amonia dan enzim. Semua kulit hewan untuk penyamaan krom harus mengalami pengasaman. Pengasaman membuat kulit hewan bersifat asam dengan menggunakan asam sulfat dan natrium chlorida. Penyamakan itu sendiri dilakukan di dalam tong yang berisi tanin nabati (kulit pohon, kayu, buah atau akar), atau campuran kimia yang mengandung khrom sulfat. Pemucatan, pemberian warna coklat, cairan lemak dan pewarnaan digunakan untuk kulit khusus. Langkah-langkah akhir seperti pengeringan, perentangan dan penekanan kulit adalah proses kering dan tidak menghasilkan limbah cair.

2.3.2 Sumber Limbah Cair

Limbah cair pabrik penyamaan berasal dari larutan yang digunakan unit pemrosesan itu sendiri yaitu perendaman air, penghilangan bulu, pemberian bubuk 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 khrom dan bahan organik 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.

2.3.3 Pengolahan Limbah Cair

Kadang-kadang aliran limbah perlu diolah sendiri-sendiri untuk mengurangi konsentrasi beberapa zat pencemar dalam limbah cair. Aliran yang mengandung sulfida dapat dioksidasi untuk mengurangi kadar sulfida. Khrom hampir selalu trivalent karena tidak perlu dilakukan reduksi bentuk heksavalennya. Aliran mengandung krom dapat diendapkan dengan menggunakan tawas, garam besi atau polimer pada pH tinggi. Khrom mungkin dapat diperoleh kembali dengan menyaring endapan, melarutkannya kembali dalam asam dan menggunakannya untuk penyamaan. Proses pengolahan primer lain meliputi penyaringan, ekualisasi dan pengendapan untuk mengurangi COD (*Chemical oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) dan memperoreh padatan kembali. Pengolahan secara kimia dengan menggunakan tawas, kapur tohor, fero-chlorida atau polielektrolit lebih lanjut dapat mengurangi PTT dan COD (*Chemical oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*). Sistem pengolahan secara biologi bekerja efektif. Keragaman laju alir dan kadar limbah mungkin besar. Karena itu, harus digunakan sistem penyamaan atau sistem laju alir tinggi. Sistem anaerob efektif, tetapi akan mengeluarkan bau tajam dan mengganggu daerah pemukiman. Sistem-sistem parit oksidasi, kolam aerob dan lumpur teraktifkan

sudah banyak digunakan. Danau (anaerob dan aerob) merupakan sistem yang murah dan efektif, apabila dirancang dan dioperasikan secara baik dan apabila tanah tersedia. Apabila diperlukan, dapat digunakan suatu sistem untuk menghilangkan tingkat nitrogen yang tinggi. Dalam operasi baru telah digunakan adsorpsi (penyerapan) karbon dan pengayakan mikro untuk mengurangi zat pencemar sampai tingkat rendah.

2.3.4 Parameter Utama

Parameter-parameter berikut ini penting dalam mendefinisikan daya cemar limbah dari kegiatan penyamakan kulit: TSS, COD (*Chemical oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*), PTT, Khrom (keseluruhan), minyak dan lemak, sulfida, nitrogen total dan pH.

2.3.5 Penanganan Limbah Padat

Banyak limbah padat penyamakan kulit dapat dijual sebagai hasil sampingan, yaitu pangkasa, bulu, daging, dan lain-lainnya. Sebagian besar limbah padat lainnya, meliputi sisa organik dari tong, total nabati dan kulit kayu untuk penyamakan, lumpur kapur dan lumpur dari pengolah air limbah bersifat merusak tetapi tidak beracun dan biasanya dapat disebar di atas tanah atau ditimbun dalam tanah. Lumpur dan limbah lain yang mengandung khrom lebih berbahaya dan ini harus disimpan ditempat penimbunan yang aman.

2.3.6 Baku Mutu Limbah Cair

Laju air limbah dalam proses operasi yang ada sekarang mungkin dapat mencapai 100 m³/ton bahan baku, akan tetapi penghematan air dan daur ulang dapat mengurangi penggunaan air 70% - 80%. Operasi penyamakan penuh dapat menggunakan hanya 35m³/ton kulit mentah (kering). Jika beberapa proses dilakukan di tempat lain, seperti perendaman air, pengapuran, penghilangan bulu maka penggunaan air dapat mencapai 25m³/ton bahan baku (Devi Nuraini ,2004)

Baku mutu pada tabel 3.1 memperlihatkan teknologi pengolahan terbaik yang tersedia sekarang dan secara ekonomi dapat diterapkan. Baku mutu pada

tabel ini dapat diterapkan pada seluruh pabrik penyamakan pada tahun 1995 dan harus digunakan untuk semua industri baru atau perluasannya saat ini. Baku mutu limbah cair pada tabel 3.2 memperlihatkan teknologi praktisi terbaik bagi industri penyamakan kulit yang sekarang beroperasi di Indonesia. Baku mutu ini harus dicapai oleh seluruh industri saat sekarang.

Tabel 2.2 Baku Mutu Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit yang sudah Beroperasi

Parameter	Kadar Maksimum	Beban Pencemaran Maksimum (g/m ³)
BOD	150	10,50
COD	300	21,0
TSS	150	10,5
Sulfida (sebagai H ₂ S)	1,0	0,07
Krom Total	2,0	0,14
Minyak dan Lemak	5,0	0,35
Ammonia Total	10,0	0,70
PH 6,0-9,0 Debit Limbah Cair maksimum 70m ³ kubik per ton		

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

2.4 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, memisahkan, 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

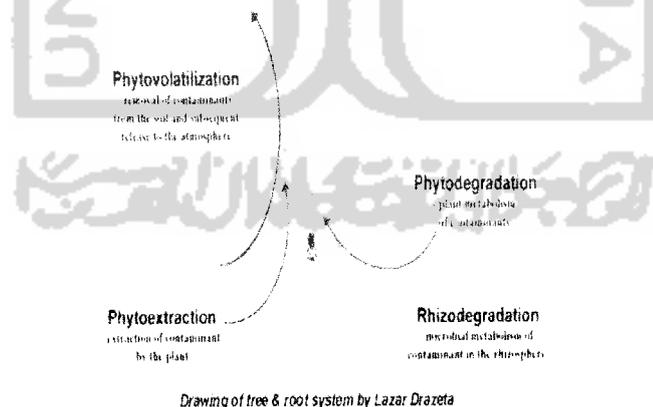
Ini merupakan pemanfaatan kemampuan akar tumbuhan untuk menyerap, mengendapkan dan mengakumulasi logam dari aliran limbah.

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.



Gambar 2.1 Proses – proses Fitoremediasi Pada Tumbuhan

2.4.1 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
Genus	: 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.

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

2.5. Fitotoksisitas Dalam Tanaman

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.

Eceng gondok juga memiliki ciri-ciri morfologi sebagai berikut : eceng gondok merupakan tumbuhan perennial yang hidup dalam perairan terbuka, yang mengapung bila air dalam dan berakar didasar bila air dangkal. Perkembangbiakan eceng gondok terjadi secara vegetatif maupun secara generatif, perkembangan secara vegetatif terjadi bila tunas baru tumbuh dari ketiak daun, lalu membesar dan akhirnya menjadi tumbuhan baru.

Setiap 10 tanaman eceng gondok mampu berkembangbiak menjadi 600.000 tanaman baru dalam waktu 8 bulan, hal inilah membuat eceng gondok banyak dimanfaatkan guna untuk pengolahan air limbah. eceng gondok dapat mencapai ketinggian antara 40-80 cm dengan daun yang licin dan panjangnya 7 - 25 cm.



Gambar 2.2 Eceng Gondok

Faktor lingkungan yang menjadi syarat untuk pertumbuhan eceng gondok adalah sebagai berikut :

1. Cahaya matahari, PH dan Suhu

Pertumbuhan eceng gondok sangat memerlukan cahaya matahari yang cukup, dengan suhu optimum antara 25 °C- 30 °C, hal ini dapat dipenuhi dengan baik di daerah beriklim tropis. Di samping itu untuk pertumbuhan yang lebih baik, eceng gondok lebih cocok terhadap pH 7,0 - 7,5, jika pH lebih atau kurang maka pertumbuhan akan terlambat (Dhahiyat,1974).

2. Ketersediaan Nutrien Derajat keasaman (pH) air

Pada umumnya jenis tanaman gulma air tahan terhadap kandungan unsur hara yang tinggi. Sedangkan unsur N dan P sering kali merupakan faktor pembatas. Kandungan N dan P kebanyakan terdapat dalam air buangan domestik. Jika pada perairan kelebihan nutrien ini maka akan terjadi proses eutrofikasi. Eceng gondok dapat hidup di lahan yang mempunyai derajat keasaman (pH) air 3,5- 10. Agar pertumbuhan eceng gondok menjadi baik, pH air optimum berkisar antara 4,5 – 7.

Pemilihan tanaman eceng gondok pada *Constructed Wetlands* ini didasarkan pada pertimbangan – pertimbangan berikut ini :

1. Tanaman eceng gondok merupakan jenis tanaman yang banyak dijumpai di Indonesia.
2. Dari segi ekonomi tanaman eceng gondok harganya relatif murah.
3. Tidak memerlukan perawatan khusus, sehingga dalam sistem *Constructed Wetlands* pemeliharaan sangat mudah.

2.5.1. Ciri-ciri Fisiologis Eceng Gondok

Eceng gondok memiliki daya adaptasi yang besar terhadap berbagai macam hal yang ada disekelilingnya dan dapat berkembang biak dengan cepat. Eceng gondok dapat hidup ditanah yang selalu tertutup oleh air yang banyak mengandung makanan. Selain itu daya tahan eceng gondok juga dapat hidup ditanah asam dan tanah yang basah (Anonim, 1996). Kemampuan eceng gondok untuk melakukan proses-proses sebagai berikut :

a. Transpirasi

Jumlah air yang digunakan dalam proses pertumbuhan hanyalah memerlukan sebagian kecil jumlah air yang diadsorpsi atau sebagian besar

dari air yang masuk kedalam tumbuhan dan keluar meninggalkan daun dan batang sebagai uap air. Proses tersebut dinamakan proses transpirasi, sebagian menyerap melalui batang tetapi kehilangan air umumnya berlangsung melalui daun. Laju hilangnya air dari tumbuhan dipengaruhi oleh kwantitas sinar matahari dan musim penanaman. Laju transpirasi akan ditentukan oleh struktur daun eceng gondok yang terbuka lebar yang memiliki stomata yang banyak sehingga proses transpirasi akan besar dan beberapa factor lingkungan seperti suhu, kelembaban, udara, cahaya dan angin (Anonim, 1996).

b. Fotosintesis

Fotosintesis adalah sintesa karbohidrat dari karbondioksida dan air oleh klorofil. Menggunakan cahaya sebagai energi dengan oksigen sebagai produk tambahan.

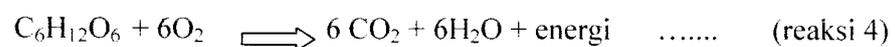
Reaksi fotosintesis :



Dalam proses fotosintesis ini tanaman membutuhkan CO_2 dan H_2O dan dengan bantuan sinar matahari akan menghasilkan glukosa dan oksigen dan senyawa-senyawa organik lain. Karbondioksida yang digunakan dalam proses ini berasal dari udara dan energi matahari (Sastroutomo, 1991).

c. Respirasi

Sel tumbuhan dan hewan mempergunakan energi untuk membangun dan memelihara protoplasma, membran plasma dan dinding sel. Energi tersebut dihasilkan melalui pembakaran senyawa-senyawa. Dalam respirasi molekul gula atau glukosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) diubah menjadi zat-zat sederhana yang disertai dengan pelepasan energi (Tjitrosomo, 1983), reaksi kimia adalah :



2.5.2 Manfaat Eceng Gondok

Little (1968) dan Lawrence dalam Moenandir (1990), Haider (1991) serta Sukman dan Yakup (1991), menyebutkan bahwa eceng gondok banyak menimbulkan masalah pencemaran sungai dan waduk, tetapi mempunyai manfaat sebagai berikut :

1. Mempunyai sifat biologis sebagai penyaring air yang tercemar oleh berbagai bahan kimia buatan industri.
2. Sebagai bahan penutup tanah dan kompos dalam kegiatan pertanian dan perkebunan.
3. Sebagai sumber gas yang antara lain berupa gas ammonium sulfat, gas hidrogen, nitrogen dan metan yang dapat diperoleh dengan cara fermentasi.
4. Bahan baku pupuk tanaman yang mengandung unsur NPK yang merupakan tiga unsur utama yang dibutuhkan tanaman.
5. Sebagai bahan industri kertas dan papan buatan.
6. Sebagai bahan baku karbon aktif.

2.5.3 Kerugian Eceng Gondok

Kondisi merugikan yang timbul sebagai dampak pertumbuhan eceng gondok yang tidak terkendali di antaranya adalah:

- Meningkatnya evapotranspirasi.
- Menurunnya jumlah cahaya yang masuk kedalam perairan sehingga menyebabkan menurunnya tingkat kelarutan oksigen dalam air (DO: *Dissolved Oxygens*).
- Mengganggu lalu lintas (transportasi) air, khususnya bagi masyarakat yang kehidupannya masih tergantung dari sungai seperti di pedalaman Kalimantan dan beberapa daerah lainnya.
- Meningkatnya habitat bagi vektor penyakit pada manusia.
- Menurunkan nilai estetika lingkungan perairan.

2.6 Mekanisme Sistem Pengolahan *Wetlands*

Pengolahan limbah dengan *Constructed Wetlands* memanfaatkan aktivitas mikroorganisme dalam tanah dan tanaman dalam area tersebut. Adapun air limbah yang akan diolah biasanya mengandung *solid* dan bahan organik dalam jumlah tertentu

Dalam proses pengolahan dengan sistem *Constructed Wetlands* ada beberapa faktor yang mempengaruhi, yaitu :

1. Tanaman

Tanaman air merupakan komponen terpenting dari *wetlands* dan memberikan dukungan berupa transformasi nutrisi melalui proses fisik, kimia dan *microbial*. Tanaman mengurangi kecepatan aliran, meningkatkan waktu detensi dan memudahkan pengendapan dari partikel *suspended*. Mulai dari jenis *duckweed* sampai tanaman berbulu (*reeds*, *cattail*) dan alang-alang dapat dimanfaatkan sebagai tanaman pada sistem *Constructed Wetlands*. Jika menggunakan tanaman *cattail* atau *reeds* akan lebih praktis, karena tanaman ini dapat dibersihkan hanya satu kali dalam setahun (Vymazal, 1998 dalam Faisal, 2005).

2. Media Reaktor

Media yang digunakan pada pengolahan *Constructed Wetlands* terdiri dari : tanah, pasir, dan kerikil. Adapun fungsi dari media tanah pada sistem ini adalah :

- Sebagai tempat hidup dan tumbuhnya tanaman
- Sebagai tempat berkembang biaknya mikroorganisme
- Sebagai tempat terjadinya proses fisik, yaitu proses sedimentasi dalam penurunan konsentrasi *solid* air limbah.

3. Mikroorganisme

Mikroorganisme yang diharapkan dapat berkembang dalam sistem ini adalah mikroorganisme *heterotropik aerobic*, sebab pengolahan dengan mikroorganisme ini dapat berjalan lebih cepat dibanding secara *anaerobic* (Vymazal, 1999 dalam Faisal, 2005). Untuk menunjang kehidupan mikroorganisme ini, maka diperlukan pengaturan jarak tanam tanaman

cattail. Dengan jarak yang diatur sedemikian rupa diharapkan tanaman *cattail* akan mampu memberikan transfer oksigen yang cukup bagi kehidupan mikroorganisme yang hidup dalam tanah.

4. Temperatur

Temperatur dari air limbah berpengaruh pada kualitas *effluent* air limbah karena mempengaruhi waktu detensi air limbah dalam reaktor dan aktivitas mikroorganisme dalam pengolahan air limbah. Temperatur yang cocok untuk *Constructed Wetlands* dengan menggunakan tanaman *cattail* adalah $20^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$ (Wood, 1993 dalam Faisal, 2005).

Sistem *Constructed Wetlands* mempunyai kelebihan dibandingkan dengan sistem pengolahan konvensional yang menggunakan sistem *ponds* atau *lagoon*. Kendala-kendala yang sering ditemui pada sistem *ponds* atau *lagoon* antara lain sebagai berikut :

1. Timbulnya bau dan aroma yang tidak enak.
2. Tempat berkembang biaknya lalat dan insekta lain.
3. Tingkat *removal* pengolahan yang kurang optimal.

Disamping dua sistem diatas pada umumnya pengolahan limbah juga dilakukan dengan sistem *activated sludge* atau *oxidation ditch* dimana kedua sistem tersebut memerlukan perawatan khusus dan biaya yang cukup tinggi.

Kendala-kendala diatas dapat diatasi dengan sistem *Constructed Wetlands* karena sistem ini mempunyai beberapa keunggulan yaitu :

1. Sistem pengolahan yang di dalam tanah, genangan air akan dapat diminimalkan sehingga timbulnya bau dapat dihindari.
2. Tingkat *removal* atau efisiensi pengolahan yang cukup tinggi.
3. Tidak memerlukan perawatan khusus dalam prosesnya.
4. Sistem pengolahannya mudah dan murah.

2.7 Parameter

2.7.1 COD (*Chemical Oxygen demand*)

Menurut *Metcalf and Eddy (1991)*. *COD* adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik dalam air, sehingga parameter *COD* mencerminkan banyaknya senyawa organik yang dioksidasi secara kimia. Tes *COD* digunakan untuk menghitung kadar bahan organik yang dapat dioksidasi, dihitung dengan menggunakan bahan kimia oksidator kuat dalam media asam. Kadar *COD* dalam lindi pada umumnya lebih banyak terdapat senyawa yang dapat dioksidasi secara kimia dari pada secara biologis.

Perbedaan antara *COD* dan *BOD* (Benfield dan Randall, 1980), yaitu :

1. Angka *BOD* adalah jumlah komponen organik biodegradable dalam air buangan, sedangkan tes *COD* menentukan total organik yang dapat teroksidasi, tetapi tidak dapat membedakan komponen *biodegradable / non biodegradable*.
2. Beberapa substansi inorganik seperti sulfat dan tiosulfat, nitrit dan besi ferrous yang tidak akan terukur dalam tes *BOD* akan teroksidasi oleh kalium dikromat, membuat nilai *COD* inorganik yang menyebabkan kesalahan dalam penetapan komposisi organik dalam laboratorium.
3. Hasil *COD* tidak tergantung pada aklimasi bakteri, sedangkan hasil tes *BOD* sangat dipengaruhi aklimasi seeding bakteri.

Chemical Oxygen Demand (COD) atau kebutuhan oksigen kimiawi yaitu jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang ada didalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimiawi, atau banyaknya oksigen-oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik menjadi CO_2 dan H_2O . Pada reaksi oksigen ini hampir semua zat yaitu sekitar 85% dapat teroksidasi menjadi CO_2 dan H_2O dalam suasana asam, sedangkan penguraian secara biologi (*BOD*) tidak sama semua zat organik dapat diuraikan oleh bakteri. *COD* ini secara khusus bernilai apabila *BOD* tidak dapat ditentukan karena terdapat bahan-bahan beracun. Waktu pengukurannya juga lebih singkat dibandingkan pengukuran *BOD*. Namun

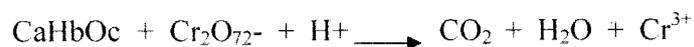
demikian bahwa *BOD* dan *COD* tidak menentukan hal yang sama dan karena itu nilai-nilai secara langsung *COD* tidak dapat dikaitkan dengan *BOD*. Hasil pengukuran *COD* tidak dapat membedakan antara zat organik yang stabil dan yang tidak stabil. *COD* tidak dapat menjadi petunjuk tentang tingkat dimana bahan-bahan secara biologis dapat diseimbangkan. Namun untuk semua tujuan yang praktis *COD* dapat dengan cepat sekali memberikan perkiraan yang teliti tentang zat-zat arang yang dapat dioksidasi dengan sempurna secara kimia (Mahida, 1984).

Pengukuran nilai *COD* sangat diperlukan untuk mengukur bahan organik pada air buangan industri dan domestik yang mengandung senyawa / unsur yang beracun bagi mikroorganisme (Metcalf & Eddy, 1991).

Uji *COD* pada umumnya menghasilkan nilai kebutuhan oksigen yang lebih tinggi dibandingkan dengan uji *BOD*, karena bahan-bahan yang stabil terhadap reaksi biologi dan mikroorganisme dapat ikut teroksidasi dalam uji *COD*. *Selulosa* adalah salah satu contoh yang sulit diukur melalui uji *BOD* karena sulit dioksidasi melalui reaksi biokimia, akan tetapi dapat diukur melalui uji *COD*. (Pramudya, 2001).

Pada limbah pada penyamakan kulit biasanya mengandung *COD*, *BOD*, *Cr*, *TSS*, *Sianida*, *Minyak* dan *Lemak*, *Amoniak* yang cukup tinggi.

COD adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang ada dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia baik yang didegradasi secara biologis maupun yang sukar didegradasi. Bahan buangan organik tersebut akan dioksidasi oleh dikromat yang digunakan sebagai sumber oksigen (oxidating agent) menjadi gas CO_2 dan H_2O serta sejumlah ion *chrom*. Reaksinya sebagai berikut :(Metclaf dan Eddy)



Angka *COD* merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat – zat organik yang secara alamiah dapat maupun tidak dapat dioksida melalui proses

mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurang oksigen terlarut dalam air (Alaerts and sumestri , 1984)

COD merupakan salah satu parameter indikator pencemar di dalam air yang disebabkan oleh limbah organik. Keberadaan COD di dalam sangat ditentukan oleh limbah organik, baik yang berasal dari limbah rumah tangga maupun industri. Secara umum, konsentrasi COD yang tinggi dalam air menunjukkan adanya bahan pencemar organik dalam jumlah banyak.

COD ini secara khusus bernilai apabila BOD tidak dapat ditentukan karena terdapat bahan-bahan beracun. Waktu pengukurannya juga lebih singkat dibandingkan pengukuran BOD. Namun demikian bahwa BOD dan COD tidak menentukan hal yang sama dan karena itu nilai-nilai secara langsung COD tidak dapat dikaitkan dengan BOD. Hasil pengukuran COD tidak dapat membedakan antara zat organik yang stabil dan yang tidak stabil. COD tidak dapat menjadi petunjuk tentang tingkat dimana bahan-bahan secara biologis dapat diseimbangkan. Namun untuk semua tujuan yang praktis COD dapat dengan cepat sekali memberikan perkiraan yang teliti tentang zat-zat arang yang dapat dioksidasi dengan sempurna secara kimia (Mahida, 1984).

Kadar COD dalam air limbah akan berkurang seiring dengan berkurangnya konsentrasi bahan organik yang terdapat dalam air limbah. Konsentrasi bahan organik yang tidak selalu dapat direduksi dengan metode pengolahan yang konvensional. Karbon aktif mempunyai suatu gaya gabung dengan bahan organik, hal tersebut dapat digunakan untuk meremoval bahan kontaminan organik dari air limbah (Chere misionoff, 1978).

COD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang terdapat dalam air. Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya kandungan oksigen terlarut dalam air.

Keuntungan tes COD

Analisa COD hanya memakan waktu kurang lebih 3 jam, sedangkan tes BOD memerlukan waktu sekitar 5 hari. Untuk analisa COD antara 50-800 mg/L tidak perlu pengenceran sampel, sedangkan pada umumnya analisa BOD selalu membutuhkan pengenceran.

Ketelitian dan ketetapan tes COD adalah 2-3 kali lebih tinggi dari pada BOD. Gangguan dari zat yang bersifat racun terhadap mikroorganisme pada tes BOD tidak menjadi soal pada tes COD.

Kekurangan COD

Tes hanya merupakan suatu analisa yang menggunakan suatu reaksi oksidasi kimia yang menirukan oksidasi biologis (yang sebenarnya terjadi di alam). Sehingga merupakan pendekatan saja, karena hal itu maka tes COD tidak dapat membedakan antara zat-zat yang sebenarnya tidak teroksidasi (iner) dan zat-zat yang teroksidasi secara biologis.

Pengambilan Sampel

Dalam pengambilan sampel menggunakan botol kaca bila memungkinkan, penggunaan botol plastik harus bersih dari zat-zat organik yang mungkin tersisa didalamnya. Sampel yang mengandung lumpur harus dikocok dahulu sampai rata sebelum dianalisa karena lumpur juga terdiri dari zat organik yang harus dioksidasi dalam tes COD untuk mendapatkan tes COD yang benar.

2.7.2 Total Suspended Solid (TSS)

Menurut Mustofa (1997), *Total Suspended Solid (TSS)* yaitu jumlah berat dalam mg/l kering lumpur yang ada didalam air limbah setelah mengalami proses penyaringan dengan membran berukuran 0,45 mikron. Padatan – padatan ini menyebabkan kekeruhan air tidak terlarut dan tidak dapat mengendap langsung. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel – partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari pada sedimen, seperti bahan – bahan organik tertentu, tanah liat dan lain – lain. Air buangan selain mengandung padatan tersuspensi dalam jumlah yang bervariasi, juga sering mengandung bahan – bahan yang bersifat koloid. Padatan terendap dan padatan tersuspensi akan mengurangi penetrasi sinar matahari kedalam air, sehingga dapat mempengaruhi regenerasi oksigen secara *fotosintesis*. Pengukuran langsung *TSS* sering memakan waktu yang cukup lama. Mengukur kekeruhan (*turbiditas*) air dilakukan untuk dapat memperkirakan *TSS* dalam suatu contoh air dengan *turbidimeter* yang mengukur kemampuan cahaya untuk melewati suatu sampel air.

TSS (Total Suspended Solid) adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat langsung mengendap, terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen, misalnya tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme, dan sebagainya. Misalnya, air permukaan mengandung tanah liat dalam bentuk suspensi yang dapat bertahan samapi berbulan-bulan, kecuali jika keseimbangannya terganggu oleh zat-zat lain, sehingga mengakibatkan terjadinya penggumpalan yang kemudian diikuti dengan pengendapan .

Kekeruhan air disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi, baik yang bersifat anorganik maupun yang organik. Zat anorganik, biasanya berasal dari lapukan batuan dan logam, sedangkan yang organik dapat berasal dari lapukan tanaman atau hewan. Zat organik dapat menjadi makanan bakteri, sehingga mendukung perkembangbiakannya .

Zat Padat Tersuspensi dapat bersifat organis dan inorganis. Zat Padat Tersuspensi dapat diklasifikasikan sekali lagi menjadi antara lain *zat padat terapung* yang selalu bersifat organis dan *zat padat terendap* yang dapat bersifat

organis dan inorganis. Zat padat terendap adalah zat padat dalam suspensi yang dalam keadaan tenang dapat mengendap setelah waktu tertentu karena pengaruh gaya beratnya (Alaerts, 1984). Jumlah padatan tersuspensi dalam air dapat diukur dengan Turbidimeter. Seperti halnya padatan terendap, padatan tersuspensi akan mengurangi penetrasi sinar matahari ke dalam air sehingga akan mempengaruhi regenerasi oksigen serta fotosintesis .

Dalam air alam ditemui dua kelompok zat, yaitu zat terlarut seperti garam, dan molekul organik, dan zat padat tersuspensi dan koloidal seperti tanah liat, kwarts. Perbedaan utama antara kedua zat tersebut adalah ditentukan melalui ukuran/diameter partikel-partikel tersebut.

Analisa zat padat dalam air, sangat penting bagi penentuan komponen-komponen air secara lengkap, juga untuk perencanaan serta pengawasan proses-proses pengolahan data dalam bidang air minum maupun dalam bidang air buangan.

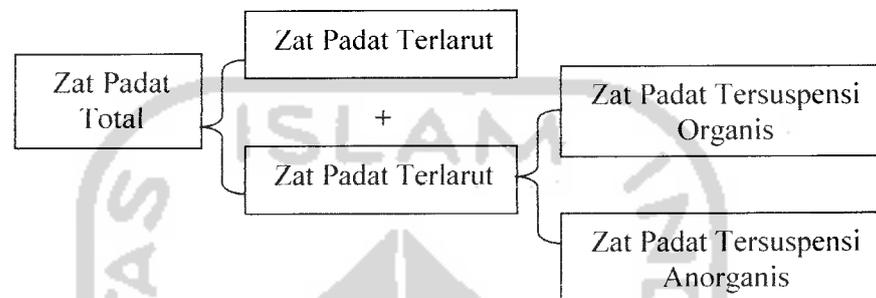
Zat-zat padat yang berada dalam suspensi dapat dibedakan menurut ukurannya sebagai partikel tersuspensi koloidal (partikel koloid) dan partikel tersuspensi biasa (partikel tersuspensi).

Jenis partikel koloid tersebut adalah penyebab kekeruhan dalam air (efek tyndall) yang disebabkan oleh penyimpangan sinar nyata yang menembus suspensi tersebut. Partikel-partikel koloid tidak terlihat secara visual sedangkan larutannya (tanpa partikel koloid) yang terdiri dari ion-ion dan molekul-molekul tidak pernah keruh. Larutan menjadi keruh bila terjadi pengendapan yang merupakan komponen kejenuhan dari suatu senyawa kimia.

Partikel-partikel tersuspensi biasanya, mempunyai ukuran lebih besar dari partikel koloid dan dapat menghalangi sinar yang akan menembus suspensi, sehingga suspensi tidak dapat dikatakan keruh, karena sebenarnya air diantara partikel-partikel tersuspensi tidak keruh dan sinar tidak menyimpang seperti halnya ion-ion dan molekul-molekul (zat yang terlarut), zat padat koloidal dan zat padat tersuspensi dapat bersifat inorganis (tanah liat, kwarts) dan organik (protein, sisa tanaman).

Dalam metode analisa zat padat, pengertian zat padat total adalah semua zat-zat yang tersisa sebagai residu dalam suatu bejana, bila sampel air didalam bejana tersebut dikeringkan pada suhu tertentu.

Zat padat total terdiri dari zat padat terlarut, dan zat padat tersuspensi yang dapat bersifat organis dan inorganis seperti pada skema dibawah ini :



Gambar 2.3. Skema Zat Padat Total

Zat padat tersuspensi sendiri dapat diklasifikasikan sekali lagi menjadi antara lain zat padat terapung yang selalu bersifat organis dan zat padat terendap yang dapat bersifat organis dan inorganis.

Zat padat terendap adalah zat padat dalam keadaan suspensi yang dalam keadaan tenang dapat mengendap setelah waktu tertentu karena pengaruh gaya beratnya.

Penentuan zat padat ini dapat melalui volumenya, yang disebut analisa volume lumpur (sludge volume), dan dapat melalui beratnya disebut analisa lumpur kasar atau umumnya disebut zat padat terendap (settleable solids).

Dimensi dari zat-zat padat tersebut diatas adalah dalam mg/L atau g/L, namun sering pula ditemui " % berat " yaitu kg zat padat / kg larutan, atau " % volume " yaitu dalam dm^3 zat padat / liter larutan.

2.8 Hipotesis

Diharapkan penggunaan enceng gondok dengan limbah penyamakan limbah kulit.

1. Dapat menurunkan kadar COD (*Chemical oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) dalam limbah Penyamakan kulit.
2. Kadar COD (*Chemical oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) turun atau tetap.

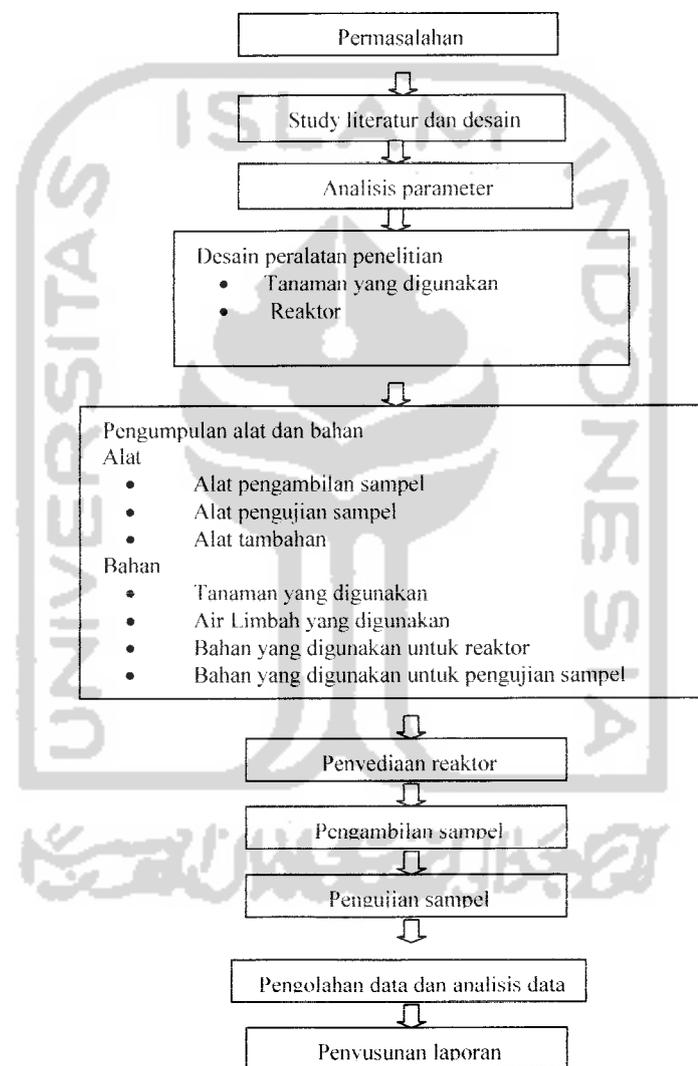


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Metode Penelitian

Tahap-tahap dari penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir berikut ini:



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.2 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan 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 Balai Pengujian Kontruksi dan Lingkungan (Jl. Ring Road Utara Maguwoharjo Depok Sleman Yogyakarta)

3.3 Parameter Penelitian

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah :

1. Konsentrasi awal COD (*Chemical oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*).
2. Pengaruh konsentrasi COD (*Chemical oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) penyerapan oleh tanaman.
3. Perubahan COD (*Chemical oxygen Demand*) dan TSS(*Total Suspended Solid*) pada masing-masing konsentrasi.
4. Distribusi akumulasi COD(*Chemical oxygen Demand*) dan TSS(*Total Suspended Solid*) pada bagian tanaman.
5. Kapasitas serapan terbesar COD(*Chemical oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) 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 COD (*Chemical oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*).

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 digunakan 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 (*Eichhornia crassiper (Mart)*)
2. Larutan yang di gunakan untuk mengukur COD (*Chemical oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*)
3. Limbah Penyamakan Kulit

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 COD (*Chemical oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*).

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 COD (*Chemical oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*). 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 30 ember masing-masing bervolume 10 liter yang dibagi sebanyak 6 kelompok dan 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 10 hari kemudian dilakukan analisis laboratorium pada variasi waktu 3, 6, 9, 12 hari.

6. Tahap Pemeriksaan

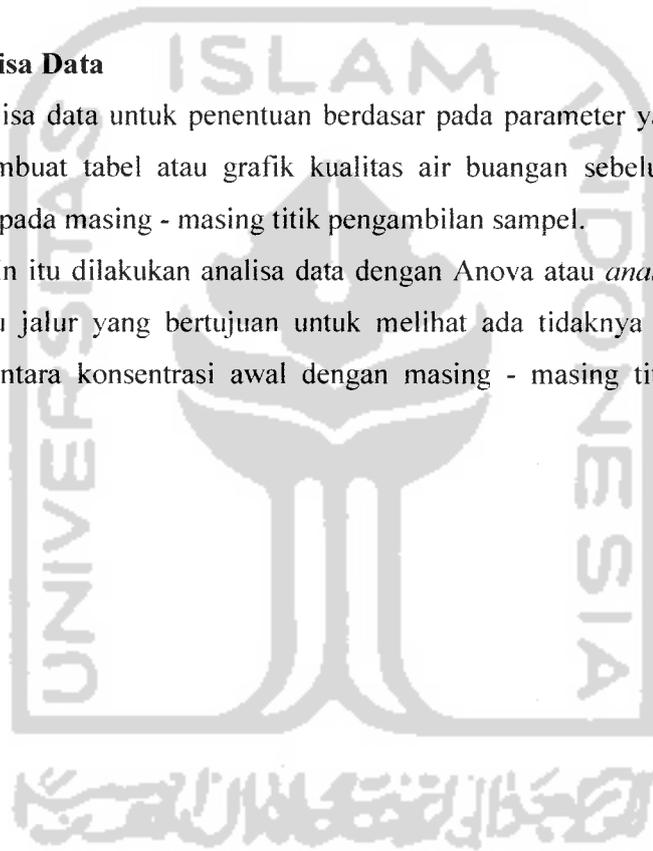
Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahap analisa kualitas air limbah di laboratorium dengan pengukuran parameter-parameter yang diuji. Tahap-tahap dalam analisa laboratorium yaitu :

- 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 3, 6, 9, dan 12 hari, sedang untuk pengambilan sampel pada tanaman dilakukan pada hari ke 0 dan 12. Setiap sampel dilakukan 1 kali pengujian di laboratorium (*triple*).

3.8 Analisa Data

Analisa data untuk penentuan berdasar pada parameter yang telah diukur dengan membuat tabel atau grafik kualitas air buangan sebelum dan sesudah pengolahan pada masing - masing titik pengambilan sampel.

Selain itu dilakukan analisa data dengan Anova atau *analysis of variance* (anova) satu jalur yang bertujuan untuk melihat ada tidaknya perbedaan yang signifikan antara konsentrasi awal dengan masing - masing titik pengambilan sampel.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan Mengetahui efektifitas enceng gondok dalam menurunkan konsentrasi COD (*Chemical oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) pada limbah penyamakan kulit dan mengetahui besarnya penurunan kadar COD (*Chemical oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) pada limbah penyamakan kulit dengan menggunakan media enceng gondok (wetland).

Dalam penelitian limbah penyamakan kulit pada proses penurunan kandungan *Chemical Oxigen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) dilakukan setiap 3 hari sekali, yaitu hari ke 0, hari ke 3, hari ke 6, hari ke 9, hari ke 12. Adapun reaktor yang digunakan adalah ember yang berjumlah 30 buah yang berisikan air limbah yang konsentrasinya variasi 25%, 50%, 75%, 100%. Yang masing – masing diambil sample berdasarkan hari yang ditentukan yaitu pad hari ke 0, hari ke 3, hari ke 9, hari ke 12.

Pertama kali yang dilakukan terhadap enceng gondok yaitu dibiarkan beradaptasi dahulu dengan lingkungan barunya setelah di pindahkan dari tempat hidup yang lama, yang biasanya Eceng gondok hidup di sawah, sungai, dengan cara di biarkan hidup di ember berisi air selama 3 hari. Setelah eceng gondok dapat beradaptasi yang biasanya dia hidup di air diganti dengan limbah penyamakan kulit yang di harapkan dapat menurunkan kadar COD (*Chemical oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) yang terkandung di dalam limbah tersebut.

Dari penelitian yang dilakukan selama 12 hari diperoleh hasil penelitian terhadap *Chemical Oxigen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) sebagai berikut :

4.1 Hasil Konsentrasi COD (*Chemical Oxygen Demand*)

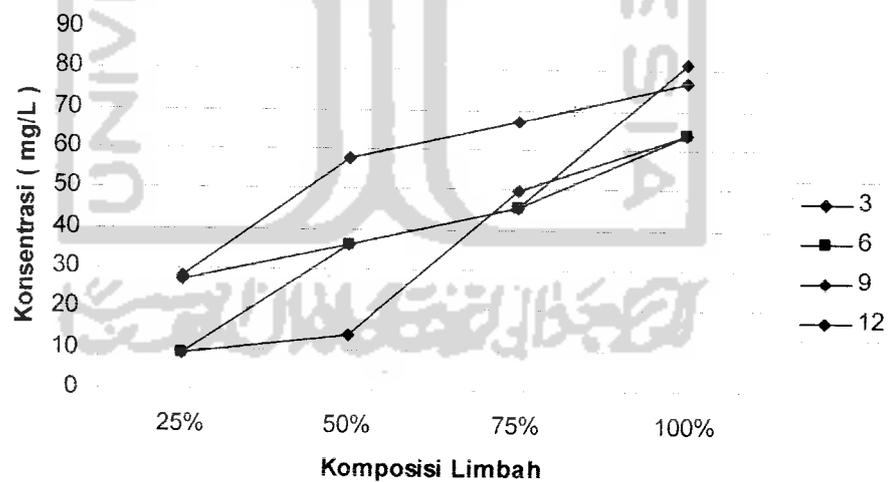
Dalam penelitian ini, pengukuran COD dilakukan setiap 3 hari sekali. Pada Tabel 4.1 ditunjukkan perolehan data dari hasil pengukuran konsentrasi COD selama penelitian.

Tabel 4.1. Data konsentrasi COD

NO	Variasi Konsentrasi Air Limbah	Satuan	Variasi Pengambilan Sampel (Hari)				
			0	3	6	9	12
1	25%	mg/L	28,8	28,0	9,10	9,08	27,2
2	50%	mg/L	67,2	57,6	36,3	13,6	36,3
3	75%	mg/L	86,4	67,2	45,4	49,9	45,4
4	100%	mg/L	153,6	76,8	63,6	63,6	81,7

Sumber : Data primer 2006

Hasil perolehan data dari pengujian konsentrasi COD dapat juga dilihat pada Gambar 4.2



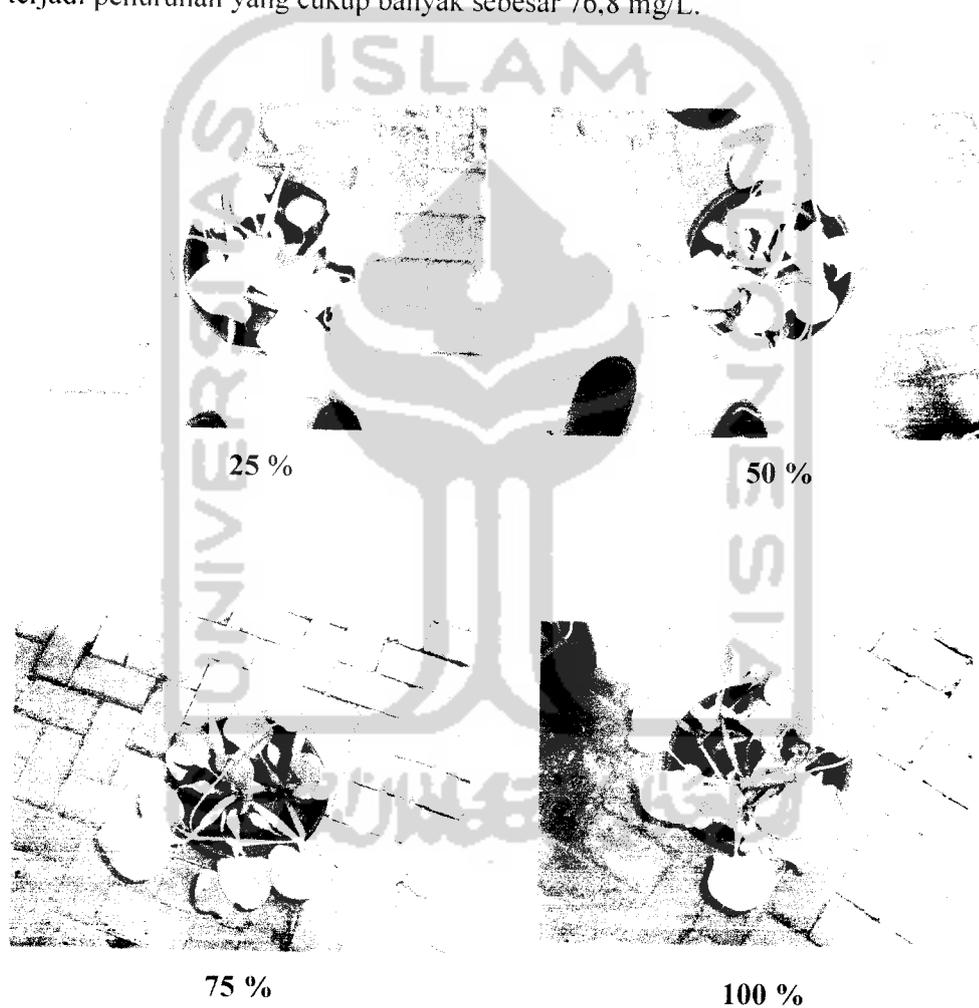
Gambar 4.1 Konsentrasi COD

Dilihat dari hasil data Tabel 4.1 pengolahan limbah penyamakan kulit dengan menggunakan eceng gondok ini, untuk parameter COD (*Chemical oxygen Demand*), dari menunjukkan terjadi penurunan yang berarti bahwa terdapat perbedaan yang signifikan. Dengan menggunakan reaktor uji, tanaman dan diberikan limbah dengan variasi 25%, 50%, 75%, 100% pada hari ke 0, 3, 6, 9, dan hari ke 12. Antara perlakuan tersebut di bandingkan seberapa besar eceng gondok dalam menurunkan COD (*Chemical oxygen Demand*)

Dapat dilihat pada Gambar 4.1 konsentrasi COD (*Chemical oxygen Demand*) dalam akar dari hari ke-0 sampai hari ke-12 mengalami penurunan setiap konsentrasinya. Konsentrasi COD (*Chemical oxygen Demand*) terbesar pada konsentrasi 100% dan kandungan COD (*Chemical oxygen Demand*) terkecil pada konsentrasi 25%. Untuk konsentrasi 100% mengalami penurunan yang stabil dan konsentrasi COD (*Chemical oxygen Demand*) paling besar dari konsentrasi lainnya. Ini disebabkan semakin besar kandungan COD (*Chemical oxygen Demand*) semakin besar pula COD (*Chemical oxygen Demand*) yang diserap oleh akar. Proses penyerapan oleh tanaman air dilakukan lewat membran sel yaitu secara osmosis. Kation dari unsur-unsur tersebut terdapat di dalam molekul air dan dikelilingi oleh molekul air lainnya. Jadi jumlah ion yang berdifusi ke rambut-rambut akar terkandung pada jumlah molekul air yang berdifusi ke membran sel. Semakin banyak molekul air yang diserap oleh tanaman eceng gondok, berarti semakin banyak ion-ion tersebut masuk ke dalam tubuh tanaman (Supradata, 1992).

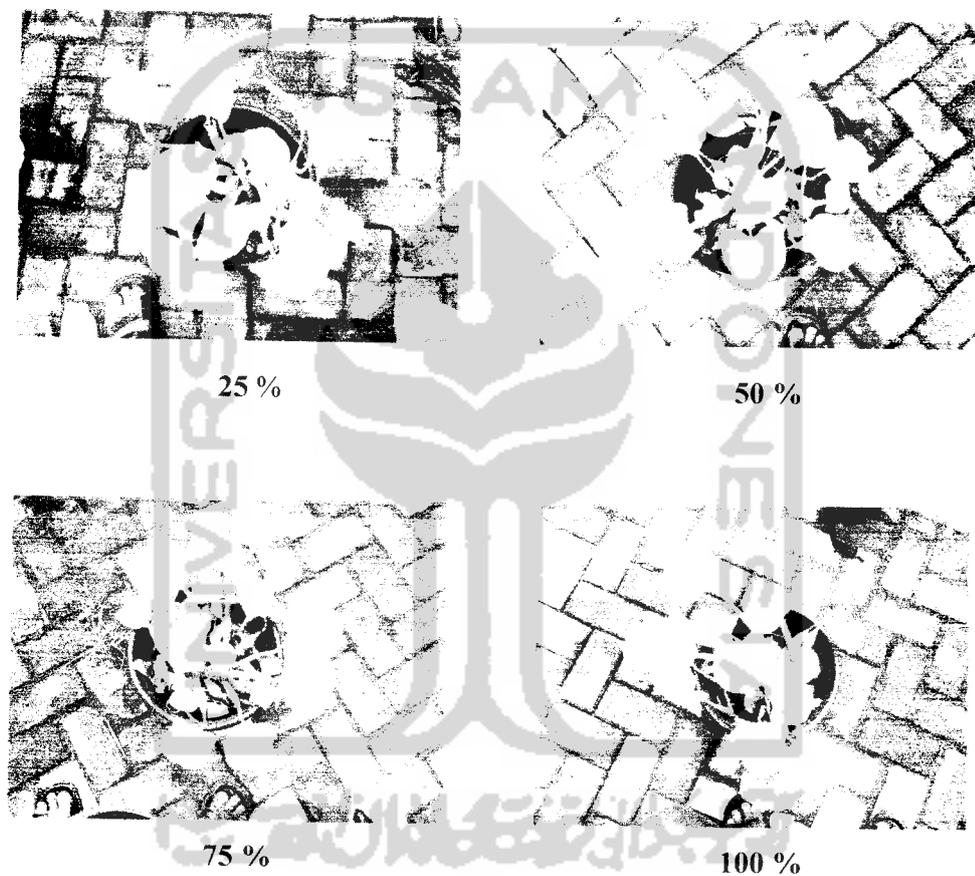
Semakin lama eceng gondok ditanam, semakin banyak COD (*Chemical oxygen Demand*) yang terserap sehingga yang tersisa dalam media tanam semakin kecil. Apabila konsentrasi COD (*Chemical oxygen Demand*) yang tersedia semakin kecil, maka yang terserap lebih kecil menyebabkan kemampuan eceng gondok dalam menyerap COD (*Chemical oxygen Demand*) terbatas. Peningkatan konsentrasi COD (*Chemical oxygen Demand*) yang semakin tinggi menyebabkan toksisitas pada tanaman eceng gondok mampu menyerap COD (*Chemical oxygen Demand*) lebih tinggi pada hari yang ke-9.

Pada analisa data, rata - rata dari pengambilan sampel setiap 3 hari sekali dari hari ke 0 sampai hari ke12 menunjukkan adanya penurunan dan kenaikan konsentrasi COD. Pada hari pertama sampai hari ke tiga terjadi penurunan terhadap konsentrasi COD sebesar 0,8 mg/L dikonsentrasi 25%. Sedangkan pada konsentrasi 50% terjadi penurunan sebesar 9,6 mg/L Sedangkan pada konsentrasi 75% terjadi penurunan sebesar 19,2 mg/L . Sedangkan pada konsentrasi 100% terjadi penurunan yang cukup banyak sebesar 76,8 mg/L.



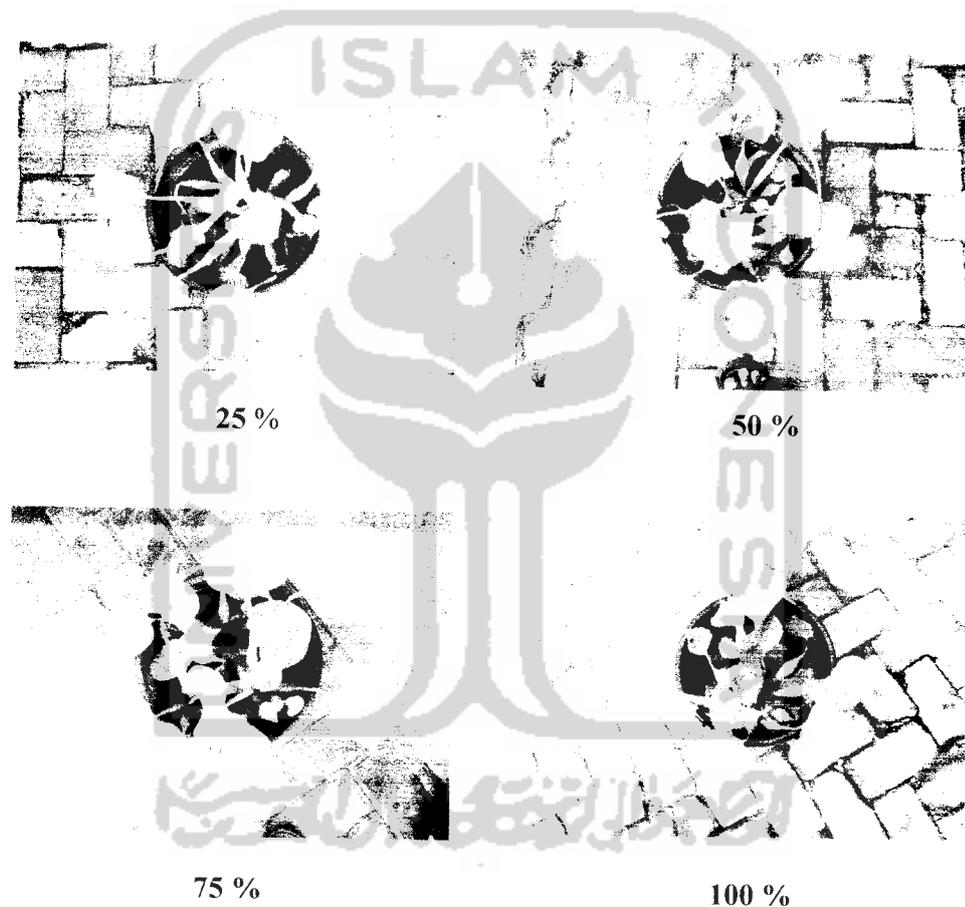
Gambar 4. 2 Tanaman Eceng Gondok Pada saat 3 hari

Pada hari ke enam di bandingkan dari hari ke tiga terjadi penurunan terhadap konsentrasi COD sebesar 18,9 mg/L dikonsentrasi 25%. Sedangkan pada konsentrasi 50% terjadi penurunan sebesar 21,3 mg/L Sedangkan pada konsentrasi 75% terjadi penurunan sebesar 21,8 mg/L. Sedangkan pada konsentrasi 100% terjadi penurunan sebesar 13,2 mg/L.



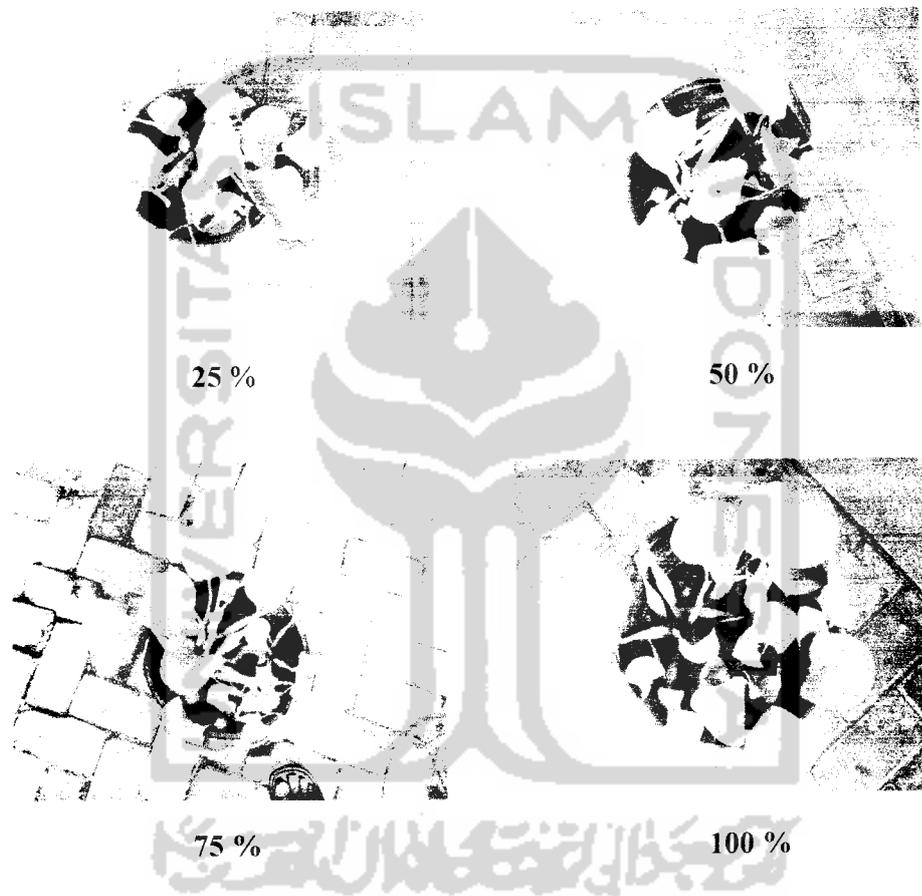
Gambar 4.3 Tanaman Eceng Gondok Pada saat 6 hari

Pada hari ke sembilan dibandingkan dari hari ke enam terjadi penurunan terhadap konsentrasi COD sebesar 0,02 mg/L dikonsentrasi 25%. Sedangkan pada konsentrasi 50% terjadi penurunan sebesar 22,7 mg/L Sedangkan pada konsentrasi 75% terjadi kenaikan sebesar 4,5 mg/L . Sedangkan pada konsentrasi 100% COD tetap 63,6 mg/L tidak terjadi penurunan dan kenaikan pada konsentrasinya.



Gambar 4.4 Tanaman Eceng Gondok Pada saat 9hari

Pada hari terakhir yaitu hari ke dua belas dibandingkan dari hari ke sembilan terjadi kenaikan terhadap konsentrasi COD sebesar 18,12 mg/L dikonsentrasi 25%. Sedangkan pada konsentrasi 50% terjadi kenaikan sebesar 22,7 mg/L . Sedangkan pada konsentrasi 75% terjadi penurunan sebesar 4,5 mg/L . Sedangkan pada konsentrasi 100% terjadi kenaikan sebesar 18,1 mg/L.



Gambar 4.5 Tanaman Eceng Gondok Pada saat 12 hari

Penurunan konsentrasi COD ini dapat disebabkan oleh kemampuan enceng gondok yang berbeda beda sesuai kondisi enceng gondok yang yang digunakan sebagai media adsorban yang mampu menyerap suatu ikatan kimia-fisika. Maksudnya enceng gondok bukan hanya berfungsi dalam meremoval parameter-parameter kimia yang terkandung dalam limbah penyamakan kulit misalkan BOD, COD, Phospat, Amoniak, dll melainkan dalam parameter lain pun enceng gondok dianggap mampu dalam mengurangi tingkat logam yang tinggi yang ada pada limbah tersebut. Enceng gondok yang digunakan sebagai adsorban terlebih dahulu telah di persiapkan terlebih dahulu di tempat penampungan yang berfungsi untuk membantu beradaptasi terhadap lingkungan yang baru, sehingga mampu maksimal dalam mengsorpsi kandungan-kandungan zat yang terdapat dalam limbah penyamakan kulit, selain itu enceng gondok juga mampu dalam menyaring zat-zat kimia yang terkandung dalam limbah *penyamakan kulit*, maka pada hari terakhir dapat terjadilah penurunan konsentrasi COD.

Kenaikan parameter COD dalam penelitian ini disebabkan oleh adanya padatan yang mengendap dalam limbah cair tersebut yang menyebabkan kepekatan pada limbah cair meningkat. Hal lain yang menjadi pertimbangan dengan kenaikan parameter ini adalah dengan kondisi yang tertutup oleh rumah kaca menghalangi masuknya sinar matahari dan akan menyerap panas yang datang dari sinar matahari, sehingga suhu air akan meningkat karena panas yang masuk tidak diteruskan melainkan tetap tertahan. Hal ini berpengaruh terhadap keberadaan oksigen yang cenderung berkurang sehingga menyebabkan bakteri atau organisme mikroskopik yang berasal dari limbah cair yang ada pada bak tersebut menjadi mati. Kenaikan COD ini menyebabkan lingkungan sekitar adanya bau tidak sedap karena kepekatan limbah penyamakan kulit.

Kenaikan COD kemungkinan disebabkan karena nitrifikasi yang terjadi saat dekomposisi bahan organik. Menurut Delzer dan McKenzie (2003), untuk beberapa air buangan, khususnya keluaran dari *Wastewater Treatment Plants* yang menggunakan proses pengolahan biologi, nitrifikasi dapat terjadi kurang dari 5 hari jika bakteri ammonia, nitrit dan pengnitrifikasi hadir. Nitrifikasi dalam *wetlands* dapat terjadi secara siklus alami, yang disebabkan adanya aktivitas dari

mikroorganisme dalam menguraikan bahan makanannya. Nitrifikasi ini juga memerlukan oksigen, sehingga mengurangi oksigen untuk mengoksidasi bahan organik. Hal tersebut dapat meningkatkan konsentrasi COD (*Chemical oxygen Demand*) (Alaert dan Santika, 1984). Limbah cair pada umumnya tertahan di dalam *septic tank* selama 2-3 hari dan di dalam *wastewater garden* selama 5-7 hari, selama waktu dimana limbah cair diolah dan dimurnikan oleh tanaman dan mikroorganisme alami (Nelson, Tredwell, Czech, Gove, Made, Cattin, 2006).

Terjadinya kenaikan dan penurunan kadar COD (*Chemical oxygen Demand*) karena pada penelitian ini dikarenakan kondisi enceng gondok yang dapat menyerap dan menurunkan jumlah COD (*Chemical oxygen Demand*), sedangkan saat terjadi kenaikan adalah kenaikan lagi ini dikarenakan bahan organik yang terdapat dalam air limbah tersebut mengalami penguraian oleh aktivitas mikroorganisme.

Berdasarkan Baku Mutu Limbah Cair Penyamakan Kulit, untuk parameter COD (*Chemical oxygen Demand*) batas maksimum yang diperbolehkan tidak boleh lebih dari 300 mg/L. Dari parameter COD (*Chemical oxygen Demand*) ini dapat dilihat bahwa metode dengan menggunakan enceng gondok sudah dapat memberikan penurunan pada konsentrasi COD (*Chemical oxygen Demand*).

Tabel 4.2 Pengaruh Variasi Konstrasi Air Limbah Penyamakan Kulit dan Waktu Terhadap Penurunan Kadar COD(*Chemical oxygen Demand*)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: COD

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	18418.128 ^a	7	2631.161	11.212	.000
Intercept	54787.418	1	54787.418	233.463	.000
WAKTU	6293.800	4	1573.450	6.705	.004
KONS	12124.328	3	4041.443	17.222	.000
Error	2816.070	12	234.673		
Total	76021.616	20			
Corrected Total	21234.198	19			

a. R Squared = .867 (Adjusted R Squared = .790)

Berdasarkan hasil uji statistik analisa varian dua arah di atas maka didapatkan :

- a. Nilai F hitung untuk konsentrasi limbah sebesar 17,222 dengan probabilitas $0,000 < 0,05$ yaitu signifikan, hal ini berarti terdapat perbedaan rata-rata kadar COD (*Chemical oxygen Demand*) diantara variasi konsentrasi air limbah.
- b. Nilai F hitung untuk waktu tinggal limbah sebesar 6,705 dengan probabilitas $0,004 < 0,05$ yaitu signifikan, hal ini berarti terdapat perbedaan rata-rata kadar COD (*Chemical oxygen Demand*) diantara variasi waktu pengambilan limbah



4.2 Hasil Konsentrasi TSS (*Total Suspended Solid*)

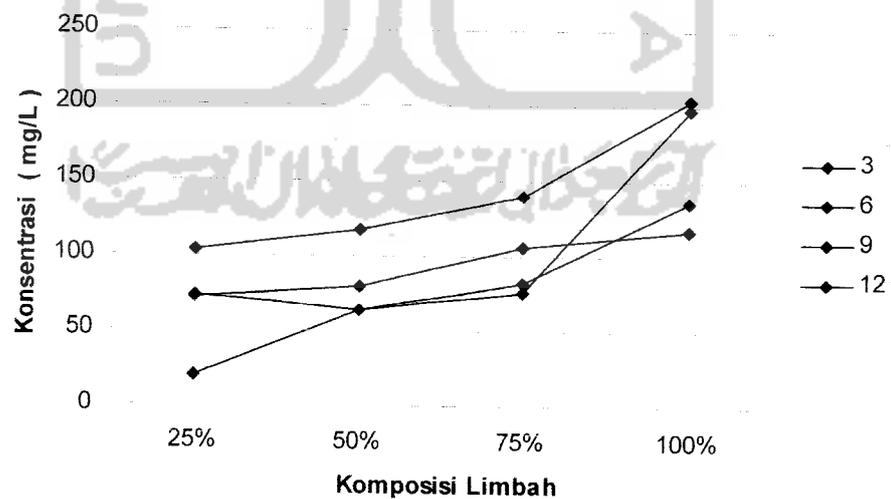
Sama halnya dengan pengukuran parameter COD (*Chemical oxygen Demand*), pengukuran parameter TSS (*Total Suspended Solid*) dalam penelitian ini juga dilakukan satu kali dengan menggunakan sampel limbah yang sama dengan variasi konsentrasi 25%, 50%, 75%, 100% dan waktu 12 hari. Hasil penelitian penurunan TSS (*Total Suspended Solid*) dengan variasi laterit dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan gambar berikut :

Tabel 4.3. Data konsentrasi TSS

NO	Variasi Konsentrasi Air Limbah	Satuan	Variasi Pengambilan Sampel (Hari)				
			0	3	6	9	12
1	25%	mg/L	14	20	72	74	104
2	50%	mg/L	18	64	80	64	118
3	75%	mg/L	20	82	106	76	140
4	100%	mg/L	44	136	118	198	204

Sumber : Data primer 2006

Hasil perolehan data dari pengujian konsentrasi TSS dapat juga dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Konsentrasi TSS

Dari hasil data yang telah diperoleh dapat dilihat di tabel 4.3 yang rata – rata terjadi kenaikan. Pada hari ke nol di ketahui kadar TSS (*Total Suspended Solid*) sebesar 14 mg/L dikonsentrasi 25%. Sedangkan pada konsentrasi 50% sebesar 18 mg/L Sedangkan pada konsentrasi 75% sebesar 20 mg/L . Sedangkan pada konsentrasi 100% terjadi penurunan sebesar 44 mg/L.

Pada hari ke tiga di bandingkan dari hari ke nol terjadi kenaikan terhadap konsentrasi TSS(*Total Suspended Solid*) sebesar 6 mg/L dikonsentrasi 25%. Sedangkan pada konsentrasi 50% terjadi kenaikan sebesar 46 mg/L Sedangkan pada konsentrasi 75% terjadi kenaikan sebesar 62 mg/L. Sedangkan pada konsentrasi 100% terjadi kenaikan yang cukup besar sebesar 92 mg/L.

Pada hari ke enam di bandingkan dari hari ke tiga terjadi kenaikan terhadap konsentrasi TSS(*Total Suspended Solid*) sebesar 52 mg/L dikonsentrasi 25%. Sedangkan pada konsentrasi 50% terjadi kenaikan sebesar 16 mg/L Sedangkan pada konsentrasi 75% terjadi kenaikan sebesar 24 mg/L . Sedangkan pada konsentrasi 100% terjadi penurunan sebesar 18 mg/L.

Pada hari ke sembilan di bandingkan dari hari ke enam terjadi kenaikan terhadap konsentrasi TSS (*Total Suspended Solid*) sebesar 2 mg/L dikonsentrasi 25%. Sedangkan pada konsentrasi 50% terjadi kenaikan sebesar 16 mg/L Sedangkan pada konsentrasi 75% terjadi penurunan sebesar 30 mg/L . Sedangkan pada konsentrasi 100% terjadi kenaikan yang cukup besar sebesar 80 mg/L.

Pada hari ke du belas di bandingkan dari hari ke sembilan terjadi kenaikan terhadap konsentrasi TSS (*Total Suspended Solid*) sebesar 30 mg/L dikonsentrasi 25%. Sedangkan pada konsentrasi 50% terjadi kenaikan sebesar 54 mg/L Sedangkan pada konsentrasi 75% terjadi kenaikan sebesar 64mg/L . Sedangkan pada konsentrasi 100% terjadi kenaikan sebesar 6 mg/L.

Kenaikan konsentrasi TSS (*Total Suspended Solid*) disebabkan karena terjadinya proses pengendapan partikel-partikel yang terdapat dalam air limbah penyamakan kulit. Tidak konstannya nilai TSS(*Total Suspended Solid*) pada tiap hari pengambilan dikarenakan air yang sangat tenang.

Hal lain yang menyebabkan kenaikan parameter TSS(*Total Suspended Solid*) yaitu dikarenakan kondisi reaktor yang tertutup sehingga sinar matahari tidak dapat masuk dan akan menyerap panas yang datang dari sinar matahari, menyebabkan suhu limbah meningkat karena panas yang masuk tidak diteruskan tetapi tertahan didalam reaktor. Kadar oksigen jadi cenderung berkurang sehingga menyebabkan kematian pada bakteri atau mikroorganismenya yang ada pada limbah cair tersebut. Dan pada akhirnya bakteri itu akan terurai kembali, hasil peruraian ini akan menaikkan nilai TSS(*Total Suspended Solid*). dalam bak reaktor sehingga kondisi air dalam bak menjadi tidak bagus, tidak jernih dan cenderung keruh.



Gambar 4.7 Limbah Penyamakan kulit

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas adsorpsi, yaitu :

- (1) Luas permukaan adsorben : Semakin luas permukaan adsorben, semakin banyak adsorbat yang dapat diserap, sehingga adsorpsi dapat semakin efektif. Semakin kecil ukuran diameter partikel maka semakin kecil adsorben.
- (2) Ukuran partikel : Semakin kecil ukuran partikel yang digunakan maka semakin besar kecepatan adsorpsinya. Ukuran diameter dalam bentuk butir adalah lebih dari 0,1 mm, sedangkan ukuran diameter dalam bentuk serbuk adalah 200 mesh (*Tchobanoglous, 1991*).
- (3) Waktu kontak : Waktu kontak merupakan suatu hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi. Waktu kontak yang lebih lama memungkinkan proses penyerapan berlangsung lebih baik. Konsentrasi zat-zat organik akan turun apabila waktu kontakannya cukup dan waktu kontak berkisar antara 10 – 15 menit (*Reynolds, 1982*).
- (4) Suhu : Reaksi adsorpsi umumnya eksotermis dan pada suhu tinggi adsorpsi berlangsung lambat atau dengan kata lain suhu yang tinggi memperlambat proses adsorpsi, temperatur rendah memacu adsorpsi walaupun laju dan efisiensinya mempunyai berbagai cara yang berlainan. Sebagai air limbah memiliki suhu sekitar 650 F – 900 F, suhu rendah meningkatkan adsorpsi (*Perrich, 1981*).
- (5) pH (Derajat Keasaman) : pH berpengaruh besar terhadap adsorpsi, karena pH menentukan tingkat ionisasi suatu larutan, maka dapat mempengaruhi adsorpsi senyawa-senyawa organik asam maupun basa lemah. Umumnya beberapa senyawa organik semakin baik diadsorpsi apabila pH semakin rendah. Senyawa asam organik lebih dapat diadsorpsi pada pH rendah sebaliknya basa organik lebih dapat diadsorpsi pada pH tinggi.

Tabel 4.4 Pengaruh Variasi Konstrasi Air Limbah dan Waktu Terhadap Penurunan Kadar TSS (*Total Suspended Solid*)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TSS

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	49777.200 ^a	7	7111.029	12.985	.000
Intercept	153475.200	1	153475.200	280.252	.000
WAKTU	29498.800	4	7374.700	13.466	.000
KONS	20278.400	3	6759.467	12.343	.001
Error	6571.600	12	547.633		
Total	209824.000	20			
Corrected Total	56348.800	19			

a. R Squared = .883 (Adjusted R Squared = .815)

Berdasarkan hasil uji statistik analisa varian dua arah di atas maka didapatkan :

1. Nilai F hitung untuk konsentrasi limbah sebesar 12,343 dengan probabilitas $0,001 < 0,05$ yaitu signifikan, hal ini berarti terdapat perbedaan rata-rata kadar TSS diantara variasi konsentrasi air limbah.
2. Nilai F hitung untuk waktu tinggal limbah sebesar 13,466 dengan probabilitas $0,000 < 0,05$ yaitu signifikan, hal ini berarti terdapat perbedaan rata-rata kadar TSS diantara variasi waktu pengambilan limbah.

4.3 Kondisi Tanaman

Hasil penelitian pada asil penelitian pada fisik tanaman eceng gondok ini meliputi panjang akar, jumlah daun, warna daun dan warna akar. Hasil tersebut dapat dilihat pada Table 4.5 dan Tabel 4.6.

Tabel 4.5 Hasil Penelitian Pertumbuhan Tanaman Eceng Gondok Selama 12 Hari

FISIK	KONSENTRASI LIMBAH (%)	Variasi Morfolagi Tanaman				
		0	3	6	9	12
Panjang Akar (cm)	0	21	21	21	21	21
	25	21	21	21	21	21
	50	21	21	21	21	21
	75	21	21	21	21	21
	100	21	21	21	21	21
Panajang Daun (cm)	0	9	9	9	9	9
	25	9	9	9	9	9
	50	9	9	9	8	8
	75	9	9	9	6	5
	100	9	9	6	5	3
Lebar Daun (cm)	0	11	11	11	11	11
	25	11	11	11	11	11
	50	11	11	11	11	11
	75	11	11	11	10	8
	100	11	11	8	7	5

Tabel 4.6 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
	75	Putih & hitam	Putih & hitam kehijauan
	100	Putih & hitam	Putih & hitam kehijauan

Dari hasil pengamatan pada Tabel 4.6 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 penambahan jumlah daun pada tanaman eceng gondok. Hal ini disebabkan karena setiap tanaman memiliki tingkat kemampuan untuk tumbuh yang berbeda-beda setelah tanaman tersebut menyerap COD dan TSS.

Berkurangnya daun dapat terjadi karena fisiologi tanaman terganggu seperti laju fotosintesis, pembentukan ATP serta laju difusi gas antara daun dengan udara sekitar (Thompson, 1984). Gejala layu, menguning serta membusuknya daun menunjukkan berkurangnya zat hara dan terserapnya zat toksik oleh tumbuhan. Namun dengan munculnya tunas dan akar baru mungkin sebagai cara tumbuhan untuk tetap bertahan hidup (Hidayati, 2002).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan yang mengacu pada tujuan penelitian, yaitu :

1. Enceng Gondok dapat menurunkan Konsentrasi COD (Chemical Oxygen Demand). Pada kondisi tertentu Konsentrasi COD (Chemical Oxygen Demand) mengalami kenaikan.
2. Pengolahan limbah penyamakan kulit dengan menggunakan fitoremediasi mampu menurunkan konsentrasi COD (Chemical Oxygen Demand) efektifitas optimum sebesar 41% dari 153,6 mg/L menjadi 63,6 mg/L.
3. Pada TSS (Total Suspended Solid) banyak terjadi kenaikan yang disebabkan terjadinya pengendapan partikel yang terjadi dalam air limbah penyamakan kulit.

5.2. Saran

Saran untuk penelitian berikutnya adalah :

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. Agar menggunakan jadwal kerja agar hasil lebih akurat dan apabila ada kesalahan dapat diketahui dengan jelas.
3. Dilakukan variasi pada tanaman sehingga diperoleh penurunan kadar limbah yang diinginkan.

LAMPIRAN

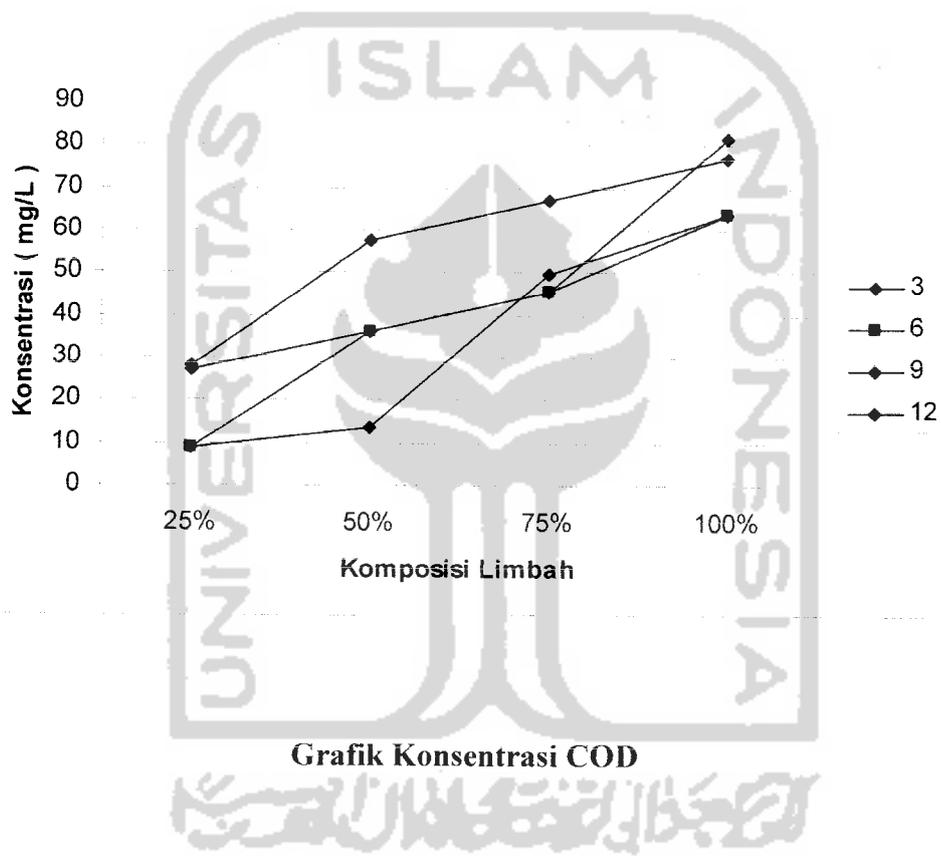
1

DATA HASIL PENGUKURAN DAN GRAFIK

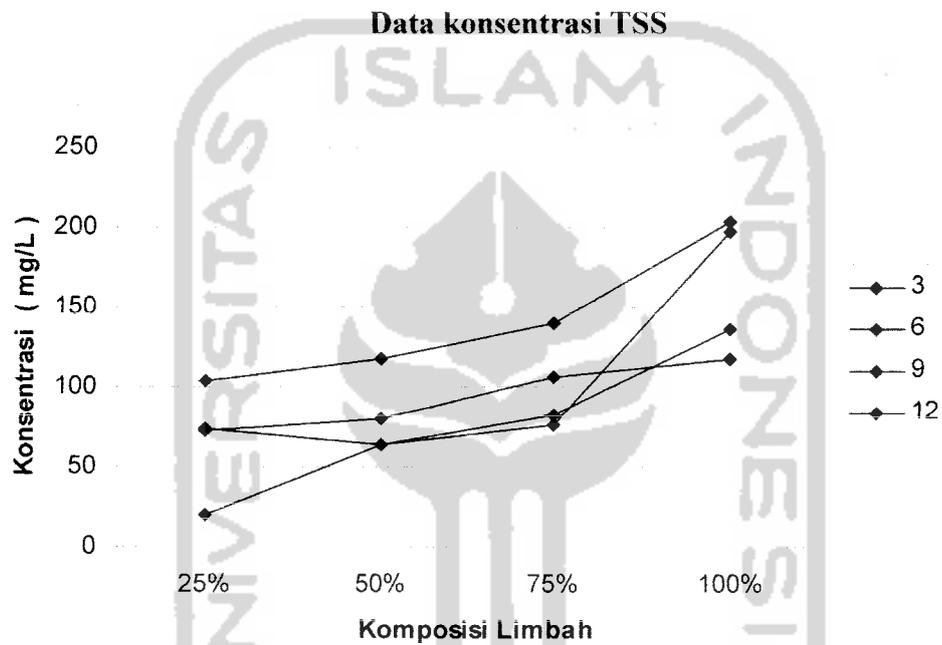


NO	Variasi Konsentrasi Air Limbah	Satuan	Variasi Pengambilan Sampel (Hari)				
			0	3	6	9	12
1	25%	mg/L	28,8	28,0	9,10	9,08	27,2
2	50%	mg/L	67,2	57,6	36,3	13,6	36,3
3	75%	mg/L	86,4	67,2	45,4	49,9	45,4
4	100%	mg/L	153,6	76,8	63,6	63,6	81,7

Data konsentrasi COD



NO	Variasi Konsentrasi Air Limbah	Satuan	Variasi Pengambilan Sampel (Hari)				
			0	3	6	9	12
1	25%	mg/L	14	20	72	74	104
2	50%	mg/L	18	64	80	64	118
3	75%	mg/L	20	82	106	76	140
4	100%	mg/L	44	136	118	198	204



Grafik Konsentrasi TSS



LAMPIRAN

2

ANALISA STATISTIK UNIANOVA

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
WAKTU	.00	0 hari	4
	1.00	3 hari	4
	2.00	6 hari	4
	3.00	9 hari	4
	4.00	12 hari	4
KONS	.00	25%	5
	1.00	50%	5
	2.00	75%	5
	3.00	100%	5

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: COD

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	18418.128 ^a	7	2631.161	11.212	.000
Intercept	54787.418	1	54787.418	233.463	.000
WAKTU	6293.800	4	1573.450	6.705	.004
KONS	12124.328	3	4041.443	17.222	.000
Error	2816.070	12	234.673		
Total	76021.616	20			
Corrected Total	21234.198	19			

a. R Squared = .867 (Adjusted R Squared = .790)

Post Hoc Tests

WAKTU

Multiple Comparisons

Dependent Variable: COD

	(I) WAKTU	(J) WAKTU	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	0 hari	3 hari	26.6000	10.83219	.166	-7.9269	61.1269
		6 hari	45.4000*	10.83219	.009	10.8731	79.9269
		9 hari	49.9550*	10.83219	.004	15.4281	84.4819
		12 hari	36.3500*	10.83219	.038	1.8231	70.8769
	3 hari	0 hari	-26.6000	10.83219	.166	-61.1269	7.9269
		6 hari	18.8000	10.83219	.450	-15.7269	53.3269
		9 hari	23.3550	10.83219	.259	-11.1719	57.8819
		12 hari	9.7500	10.83219	.891	-24.7769	44.2769
	6 hari	0 hari	-45.4000*	10.83219	.009	-79.9269	-10.8731
		3 hari	-18.8000	10.83219	.450	-53.3269	15.7269
		9 hari	4.5550	10.83219	.993	-29.9719	39.0819
		12 hari	-9.0500	10.83219	.914	-43.5769	25.4769
	9 hari	0 hari	-49.9550*	10.83219	.004	-84.4819	-15.4281
		3 hari	-23.3550	10.83219	.259	-57.8819	11.1719
		6 hari	-4.5550	10.83219	.993	-39.0819	29.9719
		12 hari	-13.6050	10.83219	.721	-48.1319	20.9219
	12 hari	0 hari	-36.3500*	10.83219	.038	-70.8769	-1.8231
		3 hari	-9.7500	10.83219	.891	-44.2769	24.7769
		6 hari	9.0500	10.83219	.914	-25.4769	43.5769
		9 hari	13.6050	10.83219	.721	-20.9219	48.1319
Bonferroni	0 hari	3 hari	26.6000	10.83219	.303	-10.5375	63.7375
		6 hari	45.4000*	10.83219	.013	8.2625	82.5375
		9 hari	49.9550*	10.83219	.006	12.8175	87.0925
		12 hari	36.3500	10.83219	.057	-7.875	73.4875
	3 hari	0 hari	-26.6000	10.83219	.303	-63.7375	10.5375
		6 hari	18.8000	10.83219	1.000	-18.3375	55.9375
		9 hari	23.3550	10.83219	.521	-13.7825	60.4925
		12 hari	9.7500	10.83219	1.000	-27.3875	46.8875
	6 hari	0 hari	-45.4000*	10.83219	.013	-82.5375	-8.2625
		3 hari	-18.8000	10.83219	1.000	-55.9375	18.3375
		9 hari	4.5550	10.83219	1.000	-32.5825	41.6925
		12 hari	-9.0500	10.83219	1.000	-46.1875	28.0875
	9 hari	0 hari	-49.9550*	10.83219	.006	-87.0925	-12.8175
		3 hari	-23.3550	10.83219	.521	-60.4925	13.7825
		6 hari	-4.5550	10.83219	1.000	-41.6925	32.5825
		12 hari	-13.6050	10.83219	1.000	-50.7425	23.5325
	12 hari	0 hari	-36.3500	10.83219	.057	-73.4875	7.875
		3 hari	-9.7500	10.83219	1.000	-46.8875	27.3875
		6 hari	9.0500	10.83219	1.000	-28.0875	46.1875
		9 hari	13.6050	10.83219	1.000	-23.5325	50.7425

Based on observed means.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

COD

WAKTU	N	Subset	
		1	2
Tukey HSD ^{a, b} 9 hari	4	34.0450	
6 hari	4	38.6000	
12 hari	4	47.6500	
3 hari	4	57.4000	57.4000
0 hari	4		84.0000
Sig.		.259	.166

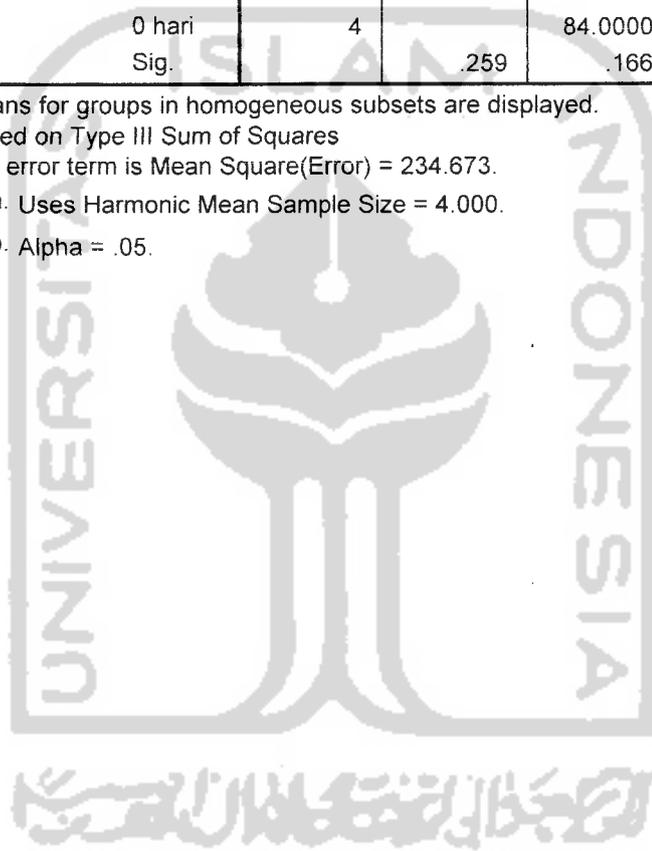
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 234.673.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

b. Alpha = .05.



KONS

Multiple Comparisons

Dependent Variable: COD

(I) KONS	(J) KONS	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
					Lower Bound	Upper Bound	
Tukey HSE	25%	50%	-21.7640	9.68860	.166	-50.5285	7.0005
		75%	-38.4240*	9.68860	.009	-67.1885	-9.6595
		100%	-67.4240*	9.68860	.000	-96.1885	-38.6595
	50%	25%	21.7640	9.68860	.166	-7.0005	50.5285
		75%	-16.6600	9.68860	.356	-45.4245	12.1045
		100%	-45.6600*	9.68860	.002	-74.4245	-16.8955
	75%	25%	38.4240*	9.68860	.009	9.6595	67.1885
		50%	16.6600	9.68860	.356	-12.1045	45.4245
		100%	-29.0000*	9.68860	.048	-57.7645	-.2355
	100%	25%	67.4240*	9.68860	.000	38.6595	96.1885
		50%	45.6600*	9.68860	.002	16.8955	74.4245
		75%	29.0000*	9.68860	.048	.2355	57.7645
Bonferroni	25%	50%	-21.7640	9.68860	.266	-52.3091	8.7811
		75%	-38.4240*	9.68860	.011	-68.9691	-7.8789
		100%	-67.4240*	9.68860	.000	-97.9691	-36.8789
	50%	25%	21.7640	9.68860	.266	-8.7811	52.3091
		75%	-16.6600	9.68860	.667	-47.2051	13.8851
		100%	-45.6600*	9.68860	.003	-76.2051	-15.1149
	75%	25%	38.4240*	9.68860	.011	7.8789	68.9691
		50%	16.6600	9.68860	.667	-13.8851	47.2051
		100%	-29.0000	9.68860	.067	-59.5451	1.5451
	100%	25%	67.4240*	9.68860	.000	36.8789	97.9691
		50%	45.6600*	9.68860	.003	15.1149	76.2051
		75%	29.0000	9.68860	.067	-1.5451	59.5451

Based on observed means.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

COD

KONS	N	Subset		
		1	2	3
Tukey HSD ^{a, b}				
25%	5	20.4360		
50%	5	42.2000	42.2000	
75%	5		58.8600	
100%	5			87.8600
Sig.		.166	.356	1.000

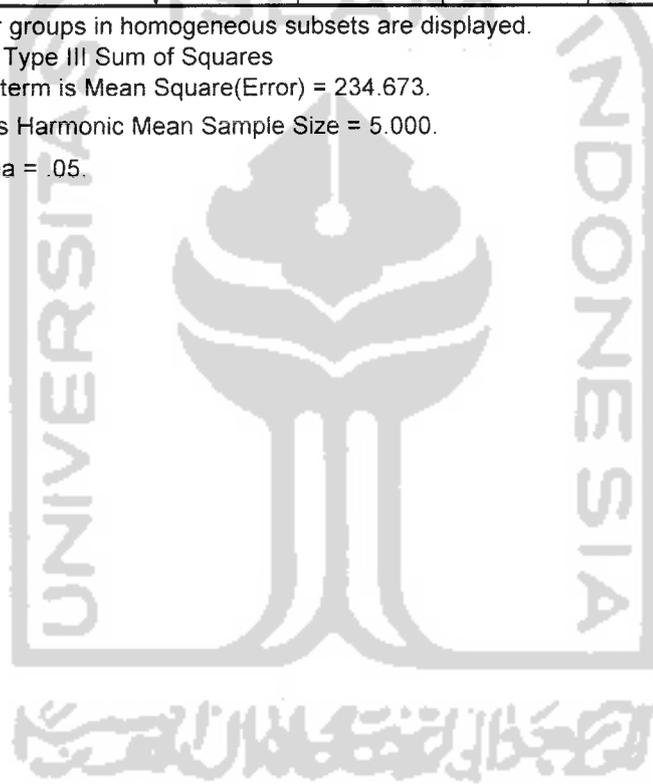
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 234.673.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

b. Alpha = .05.



Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
WAKTU	.00	0 hari	4
	1.00	3 hari	4
	2.00	6 hari	4
	3.00	9 hari	4
	4.00	12 hari	4
KONS	.00	25%	5
	1.00	50%	5
	2.00	75%	5
	3.00	100%	5

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TSS

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	49777.200 ^a	7	7111.029	12.985	.000
Intercept	153475.200	1	153475.200	280.252	.000
WAKTU	29498.800	4	7374.700	13.466	.000
KONS	20278.400	3	6759.467	12.343	.001
Error	6571.600	12	547.633		
Total	209824.000	20			
Corrected Total	56348.800	19			

a. R Squared = .883 (Adjusted R Squared = .815)

Post Hoc Tests

WAKTU

Multiple Comparisons

Dependent Variable: TSS

	(I) WAKTU	(J) WAKTU	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	0 hari	3 hari	-51.50	16.547	.057	-104.24	1.24
		6 hari	-70.00*	16.547	.008	-122.74	-17.26
		9 hari	-79.00*	16.547	.003	-131.74	-26.26
		12 hari	-117.50*	16.547	.000	-170.24	-64.76
	3 hari	0 hari	51.50	16.547	.057	-1.24	104.24
		6 hari	-18.50	16.547	.794	-71.24	34.24
		9 hari	-27.50	16.547	.490	-80.24	25.24
		12 hari	-66.00*	16.547	.013	-118.74	-13.26
	6 hari	0 hari	70.00*	16.547	.008	17.26	122.74
		3 hari	18.50	16.547	.794	-34.24	71.24
		9 hari	-9.00	16.547	.981	-61.74	43.74
		12 hari	-47.50	16.547	.085	-100.24	5.24
	9 hari	0 hari	79.00*	16.547	.003	26.26	131.74
		3 hari	27.50	16.547	.490	-25.24	80.24
		6 hari	9.00	16.547	.981	-43.74	61.74
		12 hari	-38.50	16.547	.202	-91.24	14.24
	12 hari	0 hari	117.50*	16.547	.000	64.76	170.24
		3 hari	66.00*	16.547	.013	13.26	118.74
		6 hari	47.50	16.547	.085	-5.24	100.24
		9 hari	38.50	16.547	.202	-14.24	91.24
Bonferroni	0 hari	3 hari	-51.50	16.547	.090	-108.23	5.23
		6 hari	-70.00*	16.547	.012	-126.73	-13.27
		9 hari	-79.00*	16.547	.005	-135.73	-22.27
		12 hari	-117.50*	16.547	.000	-174.23	-60.77
	3 hari	0 hari	51.50	16.547	.090	-5.23	108.23
		6 hari	-18.50	16.547	1.000	-75.23	38.23
		9 hari	-27.50	16.547	1.000	-84.23	29.23
		12 hari	-66.00*	16.547	.018	-122.73	-9.27
	6 hari	0 hari	70.00*	16.547	.012	13.27	126.73
		3 hari	18.50	16.547	1.000	-38.23	75.23
		9 hari	-9.00	16.547	1.000	-65.73	47.73
		12 hari	-47.50	16.547	.141	-104.23	9.23
	9 hari	0 hari	79.00*	16.547	.005	22.27	135.73
		3 hari	27.50	16.547	1.000	-29.23	84.23
		6 hari	9.00	16.547	1.000	-47.73	65.73
		12 hari	-38.50	16.547	.383	-95.23	18.23
	12 hari	0 hari	117.50*	16.547	.000	60.77	174.23
		3 hari	66.00*	16.547	.018	9.27	122.73
		6 hari	47.50	16.547	.141	-9.23	104.23
		9 hari	38.50	16.547	.383	-18.23	95.23

Based on observed means.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

TSS

WAKTU	N	Subset		
		1	2	3
Tukey HSD ^{a, b}				
0 hari	4	24.00		
3 hari	4	75.50	75.50	
6 hari	4		94.00	94.00
9 hari	4		103.00	103.00
12 hari	4			141.50
Sig.		.057	.490	.085

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 547.633.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

b. Alpha = .05.



KONS

Multiple Comparisons

Dependent Variable: TSS

	(I) KONS	(J) KONS	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	25%	50%	-12.00	14.800	.848	-55.94	31.94
		75%	-28.00	14.800	.282	-71.94	15.94
		100%	-83.20*	14.800	.001	-127.14	-39.26
	50%	25%	12.00	14.800	.848	-31.94	55.94
		75%	-16.00	14.800	.707	-59.94	27.94
		100%	-71.20*	14.800	.002	-115.14	-27.26
	75%	25%	28.00	14.800	.282	-15.94	71.94
		50%	16.00	14.800	.707	-27.94	59.94
		100%	-55.20*	14.800	.013	-99.14	-11.26
	100%	25%	83.20*	14.800	.001	39.26	127.14
		50%	71.20*	14.800	.002	27.26	115.14
		75%	55.20*	14.800	.013	11.26	99.14
Bonferroni	25%	50%	-12.00	14.800	1.000	-58.66	34.66
		75%	-28.00	14.800	.497	-74.66	18.66
		100%	-83.20*	14.800	.001	-129.86	-36.54
	50%	25%	12.00	14.800	1.000	-34.66	58.66
		75%	-16.00	14.800	1.000	-62.66	30.66
		100%	-71.20*	14.800	.003	-117.86	-24.54
	75%	25%	28.00	14.800	.497	-18.66	74.66
		50%	16.00	14.800	1.000	-30.66	62.66
		100%	-55.20*	14.800	.017	-101.86	-8.54
	100%	25%	83.20*	14.800	.001	36.54	129.86
		50%	71.20*	14.800	.003	24.54	117.86
		75%	55.20*	14.800	.017	8.54	101.86

Based on observed means.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

TSS

	KONS	N	Subset	
			1	2
Tukey HSD ^{a,b}	25%	5	56.80	
	50%	5	68.80	
	75%	5	84.80	
	100%	5		140.00
	Sig.			.282

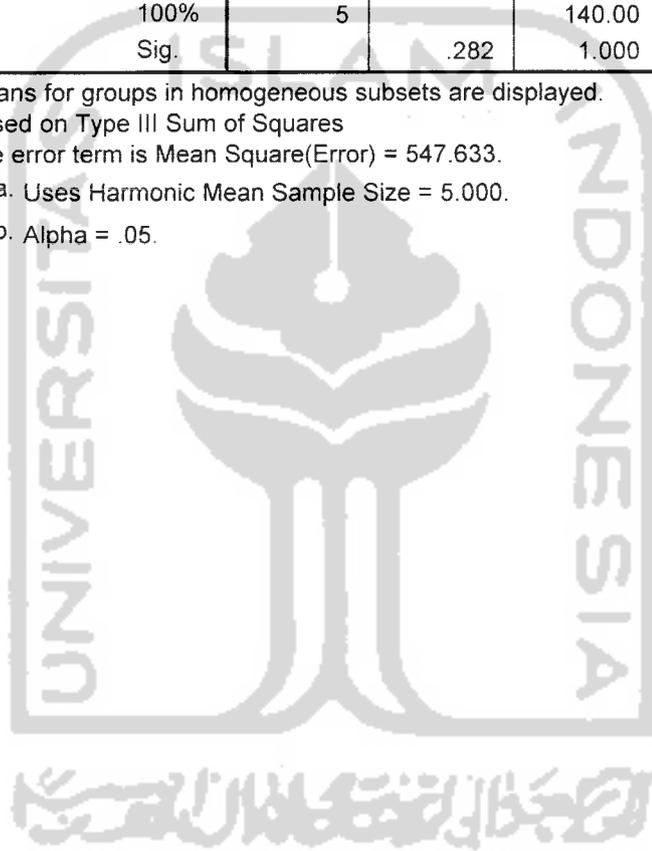
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 547.633.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

b. Alpha = .05.





HASIL ANALISIS AIR LIMBAH



PEMERINTAH PROPINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
DINAS PERMUKIMAN DAN PRASARANA WILAYAH
BALAI PENGUJIAN KONSTRUKSI DAN LINGKUNGAN

JL. RING ROAD UTARA MAGUWO HARJO DEPOK SLEMAN YOGYAKARTA, Telp. (0274) 489622

HASIL ANALISA LIMBAH CAIR

Pengirim : Novi Prihastini

Sample : Limbah Penyamakan kulit

No	Sample	mg/l COD	mg/l TSS
1	0 hari 25%	28,8	14
2	0 hari 50%	67,2	18
3	0 hari 75%	86,4	20
4	0 hari 100%	153,6	44
5	3 hari 25%	28,0	20
6	3 hari 50%	48,0	64
7	3 hari 75%	67,0	82
8	3 hari 100%	96,0	136
9	6 hari 25%	9,10	72
10	6 hari 50%	36,3	80
11	6 hari 75%	45,4	106
12	6 hari 100%	63,6	118
13	9 hari 25%	9,08	74
14	9 hari 50%	13,6	64
15	9 hari 75%	49,9	76
16	9 hari 100%	63,6	198
17	12 hari 25%	27,2	104
18	12 hari 50%	36,3	118
19	12 hari 75%	45,4	140
20	12 hari 100%	81,7	204



Diperiksa oleh :
Penyelia Pengujian Mutu Air

Wahyu Hidayat, BSc
NIP. 110021897



Kondisi Daun Tanaman Setelah Perlakuan



1



2



3



Gambar Sampel Tanaman Eceng gondok



Gambar Rumah Penanaman Eceng Gondok



Saat Penanaman Enceng Gondok



LAMPIRAN

5

PENGENDALIAN DAN BUKU MUTU
EMDIBAPEDAL 1994

BAKU MUTU AIR LIMBAH CAIR INDUSTRI PENYAMAKAN KULIT

Parameter	Kadar Maksimum	Beban Pencemaran Maksimum (g/m)
pH	-	6 - 9
COD	300	21
TSS	150	10,5
Minyak dan Lemak	5	0,35

