PENGOLAHAN LIMBAH CAIR LAUNDRY DENGAN METODE FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN TUMBUHAN ECENG GONDOK (*Eichornia Crassipes*)

Disusun Oleh :

Andry Daniel Dethan
(01.26.048)

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG

2012

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR LAUNDRY DENGAN METODE FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN TANAMAN ECENG GONDOK

(Eichornia Crassipes)

Oleh :

ANDRY DANIEL DETHAN

01.26.048

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Anis Artiyani, ST. MT	**Candra Dwiratna W, ST. MT**
NIP.P. 1030300384	**NIP.Y. 1030000349**

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Lingkungan

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
TEKNIK LINGKUNGAN

Candra Dwiratna W, ST. MT

NIP.Y. 1030000349

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

ERO) MALANG
A MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

NAMA : ANDRY DANIEL DETHAN

NIM : 01.26.048

JURUSAN : TEKNIK LINGKUNGAN

JUDUL : PENGOLAHAN LIMBAH CAIR LAUNDRY DENGAN METODE FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN TUMBUHAN ENCENG GONDOK *(Eichornia Crassipes)*

Dipertahankan di hadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Jenjang Program Strata Satu (S-1)

Pada Hari : Rabu

Tanggal : 22 Februari 2012

Dengan Nilai : **B^{+}** (70,99)

PANITIA UJIAN SKRIPSI

Ketua

Candra Dwi Ratna, ST. MT.
NIP. Y. 1030000349

Sekretaris

Evy Hendriarianti, ST. MMT.
NIP. P. 1030300382

ANGGOTA PENGUJI

Dosen Penguji I

Sudiro, ST. MT
NIP.Y. 1039900327

Dosen Penguji II

Hardianto, ST.MT
NIP.Y. 1030000350

Dethan, Andry D. 2012. **Pengolahan Limbah cair laundry dengan metode fitoremediasi menggunakan tumbuhan eceng gondok (*Eichornia Crassipes*)** . Skripsi Jurusan teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang.

ABSTRAKSI

Salah satu industri kecil tekstil adalah industri pencucian pakaian atau laundry. Industri laundry banyak menghasilkan limbah cair dengan konsentrasi fosfat yg cukup besar. Untuk itu diperlukan pengolahan yang memadai agar limbah dari industri laundry ini tidak merusak lingkungan disekitarnya. Air buangan industri laundry banyak mengandung bahan-bahan limbah yang pada umumnya sangat tinggi. Parameter utama yang dapat menunjukkan terjadinya pencemaran oleh air buangan industri laundry adalah BOD, COD, N, Fosfat, Deterjen dan TSS. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keefektifan sistem fitoremediasi dengan pola aliran kontinyu dengan memanfaatkan tanaman air Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes)* dalam menurunkan kadar Fosfat pada limbah cair industri laundry.

Proses pengolahan limbah yang digunakan adalah *fitoremediasi* dimana tumbuhan bekerja sama dengan mikroorganisme untuk menghancurkan zat kontaminan menjadi kurang atau tidak berbahaya. Penelitian ini menggunakan reaktor kontinyu, yang meliputi variasi kerapatan 40 mg/cm^2, 60 mg/cm^2 dan80 mg/cm^2 pada tanaman uji dengan waktu pengambilan sampel selama 6 hari.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tanaman Eceng Gondok *(Eichornia Crassipes)* dengan menggunakan reaktor kontinyu mampu menurunkan konsentrasi Fosfat. Konsentrasi Fosfat dapat diturunkan hingga 43,88 % dari konsentrasi 12,58 mg/l menjadi 7,06 mg/l.

Kata kunci :*Eichhornia Crassipes*, Fitoremediasi, Limbah cair laundry, fosfat, pola aliran kontinyu

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat-Nya saya dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **"Pengolahan Limbah Cair Laundry Dengan Metode Fitoremediasi Menggunakan Tumbuhan Eceng Gondok *(Eichornia Crassipes)*"**.

Saya berharap penelitian ini dapat menjadi masukan dalam pengelolaan limbah laundry. *Fitoremediasi* dapat dijadikan sebagai pengolahan limbah alternatif yang ekonomis.

Ucapan terima kasih saya persembahkan kepada yang terhormat :

1. Ibu Candra Dwiratna W, ST, MT. selaku dosen pembimbing saya.
2. Ibu Anis Artiyani, ST, MT. selaku dosen pembimbing saya.
3. Dosen-dosen pengajar dan staf Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
4. Serta pihak lain yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, yang telah membantu saya dalam pelaksanaan dan penyusunan skripsi ini.

Dengan keterbatasan sebagai seorang mahasiswa, laporan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Penulis berharap kritik dari semua pihak agar menjadi tambahan pengalaman pada waktu yang akan datang. Akhir kata, semoga laporan skripsi ini dapat dibaca dan bermanfaat bagi banyak orang.

Malang, 14 Febuari 2012

DAFTAR ISI

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan meningkatnya perkembangan industri, jumlah air buangan industri dengan berbagai macam polutan toksik yang mencemarkan perairan dan membahayakan kesehatan manusia serta organisme lain semakin meningkat karena sulit terdegradasi oleh alam.

Tekstil dan produk tekstil merupakan industri yang tumbuh bersamaan dengan kehidupan manusia. Sejak pakaian diperlukan manusia untuk melindungi tubuhnya dari iklim atau cuaca yang diluar batas normal tubuh manusia, sampai penggunaanya untuk penampilan diri maupun untuk kepentingan mendukung proses industri lainnya, tekstil menjadi salah satu kebutuhan manusia. Salah satu bagian dari industri kecil tekstil adalah industri pencucian pakaian atau laundry, yaitu industri yang melakukan kegiatan pencucian pakaian. (http://www.tempointeraktif.com/iptek)

Selain itu pada limbah laundry juga terkandung deterjen, deterjen merupakan bahan pembersih yang terbuat dari bahan kimia sintetis dengan komponen utama berupa surfaktan, dalam konsentrasi tertentu deterjen dalam air dapat berpengaruh terhadap organisme perairan. (http://id.wikipedia.org/wiki/Deterjen)

Limbah cair industri laundry mengandung zat tersuspensi dan bahan organik, bahan organik yang terkandung berpengaruh terhadap konsentrasi parameter fosfat COD, BOD, Deterjen dan warna pada limbah laundry. Karakteristik limbah laundry secara umum menunjukkan konsentrasi yang tinggi. (Cogley dan Wechsler, 2005).

Fitoremediasi merupakan teknologi pengolahan yang menggunakan tumbuhan, dimana tumbuhan tersebut bekerjasama dengan mikroorganisme dalam media (tanah, koral dan air). Untuk mengubah, menghilangkan, menstabilkan, atau menghancurkan zat kontaminan (pencemar atau polutan) menjadi atau kurang tidak berbahaya bahkan menjadi bahan yang berguna secara ekonomi. (http://ltd.bppt.tripod.com/sublab/lflora 1.htm).

Dipilihnya eceng gondok karena berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya tanaman ini memiliki kemampuan untuk mengolah limbah, baik itu berupa logam berat, zat organik maupun anorganik. Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan manfaat eceng gondok misalnya :

Penelitian (Zhara Ajeng Saputri,2010) menyatakan bahwa Eceng Gondok dapat menyerap Fosfat 90,69% dari konsentrasi awal 7,20 mg/l, menjadi 0,67 mg/l. Penelitian (Tiny Touselak,2007) menyatakan bahwa penurunan Fosfat sebesar 71,42% dari konsentrasi awal 0,704 mg/l menjadi 0,186 mg/l. Penelitian (Nurandani Hardyanti dan Suparni Setyowati Rahayu,2007) Fitoremediasi phospat dengan menggunakan tanaman enceng gondok dapat menyerap phospat (sebagai P total) dalam limbah *laundry* dalam jumlah yang cukup banyak dalam waktu 5 hari. Pada konsentrasi awal P dalam limbah 200 mg/l, 250 mg/l dan 300 mg/l, tanaman enceng gondok dapat menyerap P secara berturut turut sebesar 144,1603 mg, dengan efisiensi 24.03%, 172,1209 mg, dengan efisiensi 22,95% dan 187,860 mg, dengan efisiensi 20,87%. Bila dilihat dari jumlah massa P yang diserap oleh tanaman enceng gondok, yang paling banyak menyerap P adalah tanaman yang ditanam pada limbah dengan konsentrasi awal 300 mg/l. Penelitian (Ghopal dan Sharma, 2002, dalam Suwariyanti, 2002) menyatakan bahwa eceng gondok dapat menyerap dan mengumpulkan logam berat Cd, Hg, dan Ni dalam jumlah besar. Seperti telah dibuktikan oleh Xia H & Ma X (1996) bahwa tanaman ini mampu mereduksi pestisida Phospor. Penelitian (V K Verma, dkk) yang melaporkan bahwa tanaman ini mampu manyerap Pb dan Zn sebesar 17,6-80,3% dan 16,6-73,4% dari effluent industri kertas. Penelitian Sheffield (1997) melaporkan bahwa tanaman ini mampu menurunkan konsentrasi ammonia sebesar 81% dalam waktu 10 hari.

Dari hasil beberapa penelitian tersebut, maka akan dilakukan penelitian untuk menurunkan fosfat pada air limbah laundry dengan menggunakan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*).

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Seberapa besar kemampuan tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) untuk menurunkan konsentrasi fosfat dalam air limbah laundry.

- Berapa persen penurunan kadar Fosfat pada limbah cair Laundry.
- Apakah proses Fitoremediasi pada reaktor kontinyu efektif dalam menurunkan konsentrasi Fosfat.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

- Mengetahui kemampuan eceng gondok (*Eichhorniae crassipes*) dalam menurunkan konsentrasi fosfat pada air limbah laundry.
- Mengetahui presentase penurunan Fosfat pada limbah cair laundry dengan menggunakan tanaman Eceng Gondok *(Eichornia Crassipes).*

1.4 Manfaat penelitian

1. Sebagai alternatif untuk pengolahan air limbah Laundry dengan menggunakan tanaman Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*)
2. Diperolehnya sistem pengolahan air limbah yang sederhana, mudah, murah serta mempunyai efisiensi yang tinggi.

1.5 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dari penelitian ini adalah :

1. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium.
2. Sampel yang digunakan adalah sampel yang berasal dari limbah laundry.
3. Pengolahan biologis dengan memanfaatkan tumbuhan air yaitu eceng gondok (*Eichhornia crassipes*).
4. Pada penelitian ini sistem proses yang digunakan adalah system kontinyu, dan pada reaktor menggunakan sumber cahaya alami (matahari).
5. Parameter utama yang diukur adalah fosfat.
6. Parameter penunjang yang diukur adalah pH, temperatur, pengamatan terhadap keadaan fisik eceng gondok *(Eichornia Crassipes).*
7. Variasi yang dilakukan adalah variasi kerapatan tumbuhan Eceng gondok dan waktu detensi.
8. Waktu operasi dilakukan selama 14 hari.

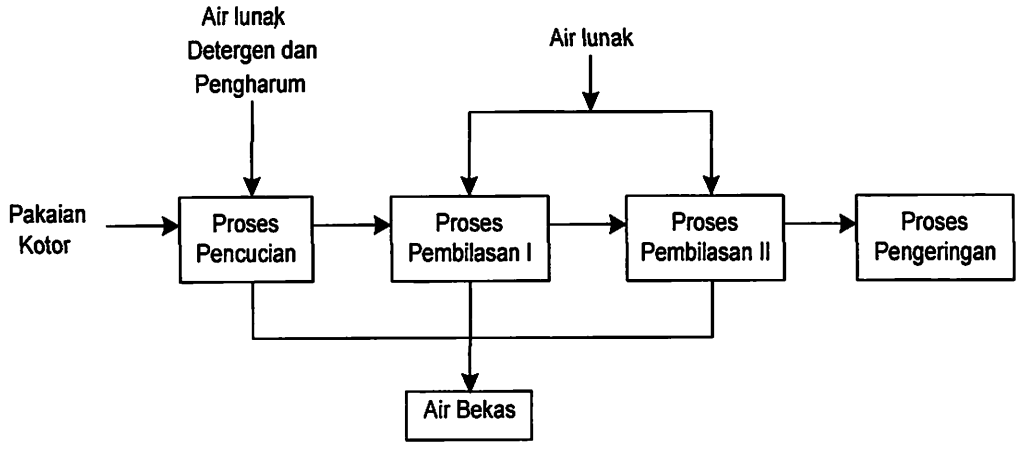
BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Industri *Laundry*

2.1.1 Pengertian Limbah Industri *Laundry*

Secara umum proses *laundry* dapat dibagi menjadi tiga tahapan proses yaitu proses pencucian, proses pembilasan, dan proses pengeringan. Proses pencucian merupakan proses penghilangan berbagai macam pengotor seperti tanah, minyak, lemak, warna, dan lain sebagainya dari bahan yang dicuci. Proses pencucian melibatkan minimal tiga komponen utama yaitu bahan cucian, air, dan detergen. Pada proses pembilasan, kualitas proses pembilasan sangat dipengaruhi oleh proses pencucian. Proses pembilasan menggunakan air lunak agar kotoran yang telah ditangkap oleh surfaktan tidak menempel lagi pada bahan. Untuk meningkatkan hasil kualitas pencucian, pembilasan umumnya dilakukan beberapa kali sampai cucian benar-benar bersih. Proses pengeringan dilakukan setelah tahap pembilasan akhir. Proses pembilasan yang berulang kali menyebabkan banyak air yang terbuang percuma dan hal ini yang menyebabkan industri *laundry* banyak mengkonsumsi air bersih (Astuti, Widyatmoko, dan Maureen, 2003)

Gambaran mengenai proses *laundry* dapat dilihat pada gambar 2.1:



Gambar 2.1. Diagram alir proses *laundry*

(Sumber: Wenten, 2006)

2.1.2 Karakteristik Limbah Industri *Laundry*

Secara umum limbah *laundry* memiliki kandungan air yang besar jika dibandingkan dengan konsentrasi pengotornya. Hal ini disebabkan oleh proses *laundry* menggunakan air bersih yang sangat besar. limbah *laundry* mengandung 50% - 70% air dan sisanya berupa deterjen dan zat pengotor. Penelitian yang dilakukan oleh Astuti, Widyatmoko, dan Maureen (2006) pada sebuah industri *laundry* memberikan gambaran mengenai karakteristik limbah *laundry* secara umum yang tertuang dalam tabel 2.1.

Tabel 2.1 Karakteristik Limbah *Laundry* Secara Umum

No	Parameter	Satuan	Konsentrasi
1	TSS	mg/l	459,00
2	COD (bikromat)	mg/l	1278,40
3	BOD_5	mg/l	356,00
4	pH	-	6,30
5	Phosphate	mg/l	9,9
6	Khrom total	mg/l	-
7	Minyak	mg/l	1,67
8	Detergen	mg/l	2,10
9	Warna	mg/l Pt.Co	>500
10	Phenol	mg/l	0,03

(Sumber: Astuti, Widyatmoko, dan Maureen, 2006)

Pada umumnya limbah *laundry* mengandung sejumlah surfaktan, *carboxyl methyl cellulose* (CMC), minyak tumbuhan, kalsium (Ca), phospat (P), SiO_3^{2-}, pemutih pakaian dan tanah. Jumlah konsentrasi surfaktan, bahan pendukung deterjen dan substansi minyak yang besar pada limbah *laundry* dapat meningkatkan konsentrasi COD pada limbah tersebut (Astuti, Widyatmoko, dan Maureen, 2006).

2.1.3 Dampak Limbah Industri *Laundry*

Secara umum limbah dari industry laundry dapat berdampak negatif bagi lingkungan terutama jika sungai sebagai badan air penerima limbah tersebut. Pengaruh terhadap lingkungan lebih dominan disebabkan oleh jenis zat-zat kimia

yang terdapat dalam deterjen, terutama dari bentuk rantai kimia dan gugus fungsi surfaktan. (Wenten, 2003)

Beberapa dampak negatif yang ditimbulkan oleh limbah industri *laundry* di lingkungan:

1. Surfaktan dalam deterjen dapat terakumulasi dalam jaringan tubuh organisme sehingga dapat menyebabkan penyakit tumor dan kanker.
2. Fosfor sebagai *detergen builder* merupakan faktor pembatas pada perairan tawar. Meningkatnya konsentrasi fosfor akan merangsang pertumbuhan alga yang tidak terkontrol sehingga terjadi eutrofikasi perairan. Secara tidak langsung, eutrofikasi merupakan penyebab terjadinya pendangkalan perairan karena keberadaan alga di perairan tersebut akan menghambat aliran air dan secara otomatis akan mempercepat proses pengendapan lumpur. (http://isanul.wordpress.com/2011/02/27/limbah-cuci-laundry/)
3. Fosfat dan alga-alga yang telah mati akan mengalami proses dekomposisi oleh bakteri. Dalam proses tersebut, bakteri memerlukan oksigen. Hal ini menyebabkan berkurangnya jumlah oksigen terlarut dalam perairan. Proses dekomposisi selanjutnya akan dilanjutkan oleh bakteri anaerobik yang menghasilkan gas-gas beracun.
4. Busa bisa menghambat kontak oksigen di udara dengan air. Akibatnya oksigen terlarut turun dan matinya organisme perairan (http://ariefmas.wordpress.com/2011/12/17/usaha-jasa-laundry-kiloan-pencucian-pakaian-berbahaya-untuk-lingkungan/.)

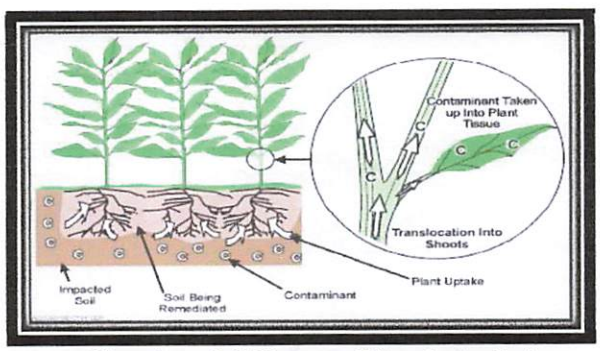
2.2 Fitoremediasi

Fitoremediasi adalah teknologi pembersihan, penghilangan atau pengurangan polutan berbahaya, seperti logam berat, pestisida, dan senyawa organik beracun dalam tanah atau air dengan menggunakan bantuan tanaman. Fitoremediasi memiliki beberapa keunggulan jika dibandingkan dengan metode lain, yaitu (Mangkoedihardjo & Samudro, 2010) :

1. Bukan hanya mengurangi padatan, tetapi juga polutan berbahaya, seperti logam berat, pestisida, dan senyawa organik beracun.
2. Efisien dan murah untuk biaya konstruksi, karena hanya berupa reaktor berbentuk bak dengan tanaman sebagai media untuk mengurangi polutan berbahaya.
3. Merupakan cara remediasi yang paling aman bagi lingkungan, karena memanfaatkan tumbuhan
4. Memelihara keadaan alami lingkungan.

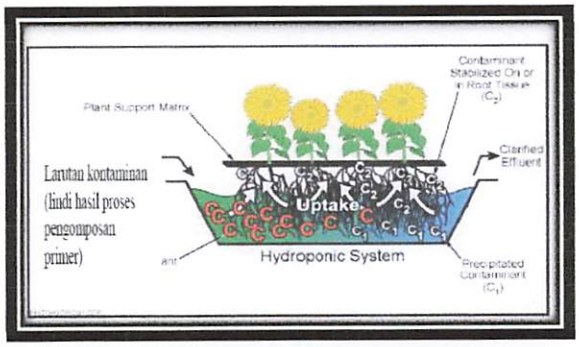
Metode fitoremediasi sangat berkembang pesat karena metoda ini mempunyai beberapa keunggulan diantaranya secara finansial relatif murah bila dibandingkan dengan metoda konvensional biaya dapat dihemat sebesar 75-85%. Proses fitoremediasi secara umum dibedakan berdasarkan mekanisme fungsi dan struktur tumbuhan, yaitu sebagai berikut (Mangkoedihardjo & Samudro, 2010) :

1. Fitoekstraksi/fitoakumulasi ***(Phytoacumulation/phytoextraction)*** yaitu proses tumbuhan menarik zat kontaminan dari media sehingga berakumulasi disekitar akar tumbuhan, proses ini disebut juga *Hyperacumulation*. Spesies tumbuhan yang dipakai adalah sejenis hiperakumulator misalnya pakis, bunga matahari dan jagung. Keterangan gambar dari proses fitoekstraksi dapat dilihat pada Gambar 2.2



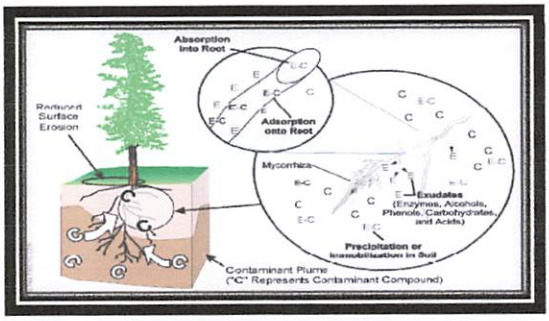
Gambar 2.2 Proses Fitoekstraksi
(Mangkoedihardjo & Samudro, 2010)

2. ***Rhizofiltration*** adalah proses adsorpsi atau pengendapan zat kontaminan oleh akar untuk menempel pada akar atau pemanfaatan kemampuan akar tumbuhan untuk menyerap, mengendapkan, dan mengakumulasi logam dari aliran limbah. Spesies tumbuhan yang biasa digunakan adalah tumbuhan air seperti *Cattail*, bunga matahari, Kayu Apu, dan Eceng Gondok. Keterangan gambar dari proses rhizofiltration dapat dilihat pada Gambar 2.3.



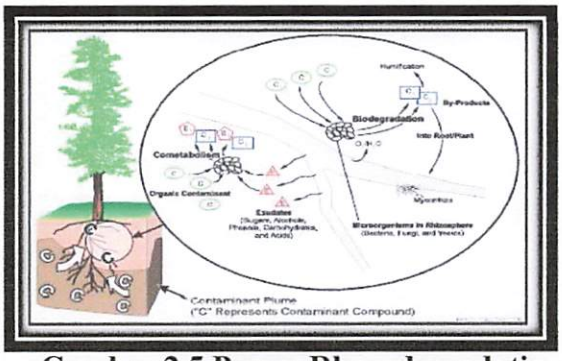
Gambar 2.3 Proses *Rhizofiltration*
(Mangkoedihardjo & Samudro, 2010)

3. Fitostabilisasi ***(phytostabilization)*** yaitu penempelan zat-zat kontaminan tertentu pada akar yang tidak mungkin terserap kedalam batang tumbuhan. Zat-zat tersebut menempel erat (stabil) pada akar sehingga tidak akan terbawa oleh aliran air dalam media. Proses ini secara tipikal digunakan untuk dekontaminasi zat-zat anorganik. Spesies tumbuhan yang biasa digunakan adalah berbagai jenis tumbuhan air, seperti bunga matahari dan jenis tumbuhan air lainnya serta kedelai. Keterangan gambar dari proses fitostabilisasi dapat dilihat pada Gambar 2.4.



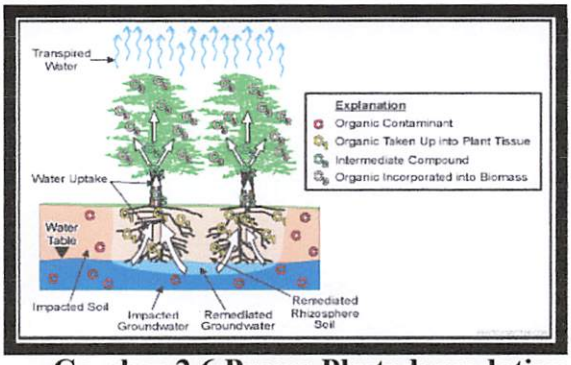
Gambar 2.4 Proses Phytostabilization
(Mangkoedihardjo & Samudro, 2010)

4. Rizodegradasi ***(Rhyzodegradation)*** disebut juga *enhenced rhezosphere biodegradation, or plented-assisted bioremidiation degradation*, yaitu penguraian zat-zat kontaminan oleh aktivitas mikroba yang berada disekitar akar tumbuhan. Misalnya ragi, fungi dan bakteri. Spesies tumbuhan yang bisa digunakan adalah berbagai jenis tumbuhan air. Keterangan gambar dari proses rizodegradasi dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Proses Rhyzodegradation
(Mangkoedihardjo & Samudro, 2010)

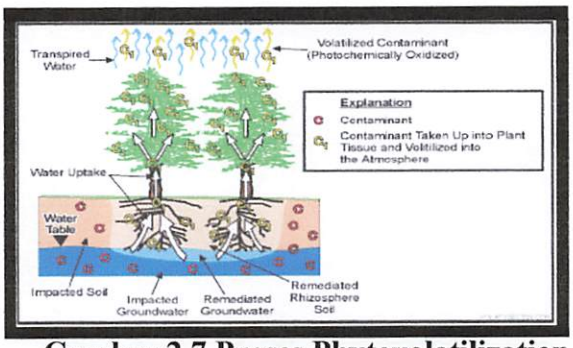
5. Fitodegradasi ***(Phytodegradation/phytotransformation)*** yaitu proses yang dilakukan tumbuhan untuk menguraikan zat kontaminan yang mempunyai rantai molekul yang kompleks menjadi bahan yang tidak berbahaya dengan dengan susunan molekul yang lebih sederhana yang dapat berguna bagi pertumbuhan tumbuhan itu sendiri. Proses ini dapat berlangsung pada daun, batang, akar atau di luar sekitar akar dengan bantuan enzym yang dikeluarkan oleh tumbuhan itu sendiri. Beberapa tumbuhan mengeluarkan enzim berupa bahan kimia yang mempercepat proses degradasi. Spesies tumbuhan yang bisa digunakan adalah berbagai jenis tumbuhan air. Keterangan gambar dari proses fitodegradasi dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Proses Phytodegradation

(Mangkoedihardjo & Samudro, 2010)

6. Fitovolatilisasi ***(Phytovolatilization)*** yaitu proses menarik dan transpirasi zat kontaminan oleh tumbuhan dalam bentuk yang telah menjadi larutan terurai sebagai bahan yang tidak berbahaya lagi untuk selanjutnya di uapkan ke atmosfir. Beberapa tumbuhan dapat menguapkan air 200 sampai dengan 1000 liter perhari untuk setiap batang. Spesies tumbuhan yang bisa digunakan adalah tumbuhan kapas, pakis dan berbagai jenis tumbuhan air. Keterangan gambar dari proses fitovolatilisasi dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Proses Phytovolatilization
(Mangkoedihardjo & Samudro, 2010)

Peranan tanaman dalam proses mempercepat remediasi pada lokasi yang tercemar bisa dalam berbagai cara antara lain (Youngman, 1999 dalam Tyagita, 2011) :

1) Solar driven-pump-and-traet-system

   Tanaman mengalami transpirasi, proses ini adalah penyerapan air dan air tersebut diuapkan ke udara melewati stomata pada daun. Proses transpirasi ini mengunakan matahari sebagai sistem yang membantu transpirasi. Pada saat transpirasi terjadi akar tanaman menghisap zat cair dan larutan yang berada disekitar akar tertarik ke daerah rhizospher sehingga kontaminan lebih terkonsentrasi di daerah rhizospher dan mempermudah bakteri untuk mengambil sebagai sumber nutrisi. Proses penarikan polutan kedaerah rhizosfer dengan bantuan sinar matahari disebut dengan Solar driven-pump-and-traet-system.

2) Biofilter

   Tanaman dapat mengadsorpsi dan biodegradasi kontaminan yang berada di udara, air dan daerah buffer. Proses adsorpsi tersebut bersifat menyaring atau filter untuk kontaminan.

3) Transfer oksigen dan menurunkan water table

Tanaman dengan sistem perakaranya dapat berfungsi sebagai oksigen transfer bagi mikroorganisme dan dapat menurunkan water table sehingga difusi gas dapat terjadi. Fungsi ini biasanya dilakukan oleh tanaman apabila kontaminannya bersifat readly degraded.

4) Penghasil sumber karbon dan energi

Kontaminan biasanya bersifat tidak terlarut baik pada air sehingga sebelum dapat mendegradasi polutan, mikroorganisme memerlukan nutrisi alternatif sebelum dapat menggunakan polutan sebagai sumber karbon dan energi. Dari beberapa hasil penelitian tanaman dapat berperan sebagai penghasil sumber karbon dan energi alternatif yaitu dengan cara mengeluarkan hasil metabolisme oleh akar tanaman. Hasil dari proses metabolisme tersebut dapat digunakan oleh mikroorganisme tanah sebagai sumber karbon dan energi alternatif sebelum mikroorganisme tersebut menggunakan polutan sebagai sumber karbon dan energi.

5) Rhizofiltrasi

Tanaman menyerap polutan yang terkandung di dalam air melalui perakaran tanaman.

Pada penelitian fitoremediasi di lapangan ada beberapa persyaratan bagi tanaman yang akan digunakan dalam penelitian tersebut. Tidak semua tanaman dapat digunakan dikarenakan semua tanaman tidak dapat melakukan metabolisme, volatilisasi dan akumulasi semua polutan dengan mekanisme yang sama. Tanaman yang dapat digunakan pada penelitian fitoremediasi dipilih tanaman yang mempunyai sifat (Prihandrijayanti, 2009) :

1) Cepat tumbuh.
2) Mampu mengkonsumsi air dalam jumlah yang banyak pada waktu yang singkat.
3) Mampu meremediasi lebih dari satu polutan.
4) Toleransi yang tinggi terhadap polutan.

2.3 Jenis-jenis tumbuhan air.

Tumbuhan air merupakan tumbuhan yang hidup dalam habitat air atau pada tempat yang basah. Daerah persebaran dari tumbuhan air ini cukup luas sehingga dapat dijumpai didaerah perairan, baik itu sungai, danau, rawa-rawa dan sebagainya dengan berbagai jenis ragam dan bentuk serta sifat-sifatnya. (Marianto, Lukito, 2003).

Tumbuhan air yang hidup dalam perairan memberikan keuntungan antara lain: menyumbang produktivitas dan menyediakan media substrat untuk pertumbuhan mikroorganisme dan membantu siklus nutrien akumulasi di dalam sedimen. Kaitannya dengan fungsi *fitoremediasi* sebagai sistem pengolahan limbah cair, tumbuhan air berperan penting dalam menyediakan tempat untuk menempelnya mikroba pengurai. (Marianto, Lukito, 2003).

Berdasarkan habitat dan karakteristiknya, tanaman air dapat dibagi menjadi empat golongan yaitu (Amalia, 2005 dalam Tyagita, 2011) :

1. Tumbuhan air yang hidup melayang di dalam perairan *(Submerged Aquatic Plant)*

   Merupakan tumbuhan yang hidupnya keseluruhan di dalam air atau tenggelam seluruh bagian. Contoh dari tumbuhan jenis ini adalah hydrilla *(Hydrila verticillata), Charra, Egeria densa, Myriophyllum aquaticum,* dan *Elodea nutallii.*

2. Tumbuhan air yang hidup di permukaan *(Floating Aquatic Plant)*

   Ada dua jenis *floating type,* yaitu:

   a. *Floating attached*

      Jenis ini mempunyai daun yang mengapung di atas permukaan air tetapi akarnya tertanam pada bagian dasar. Yang termasuk dalam golongan ini adalah *Water lily (Nymphaea nauchali).*

   b. *Floating unattached*

      Akar dari jenis ini menggantung di air dan tidak menempel pada dasar perairan dan juga tidak membutuhkan media di dalam penanamannya. Yang termasuk dalam golongan ini adalah Eceng Gondok *(Eichhornia crassipes),* Kayu Apu *(Pistia stratiotes),* Kangkung Air *(Ipomea aquatica*), Duckweed *(Lemna minor),* Giant salvinia (*Salvinia molesta*), *Azzola pinnata.*

3. Tumbuhan air yang hidup di tepi perairan *(Marginal Emergent Aquatic Plant)*

   Jenis tumbuhan air ini memiliki akar dan batang yang terendam dalam air. Namun, sebagian besar batangnya justru menyembul ke permukaan air. Selain batang, bagian batang dan bunganya juga berada di atas permukaan air, yang termasuk tumbuhan jenis ini adalah *Cattail (Typha angustifolia),* Rumput payung *(Cyperus alternifolius)* dan *Bulrush.*

4. Tanaman air yang tumbuh pada dasar perairan (*Deep Aquatic Plant*)

   Tanaman air yang tumbuh pada dasar perairan mempunyai akar yang tertanam kuat pada bagian dasar tersebut, sedangkan batangnya berdiri tegak menopang daun dan bunga yang muncul pada permukaan air. contohnya *Nuphar* dan *Nymphania.*

Penyerapan dan akumulasi polutan oleh tumbuhan air dapat dibagi menjadi tiga proses yang berkesinambungan, yaitu (Amalia, 2005 dalam Tyagita, 2011) :

1. Penyerapan polutan oleh akar

   Di dalam akar tanaman, terdapat daerah (kompartemen) yang merupakan tempat terjadinya transportasi larutan, terutama untuk larutan yang mengandung ion dan masuk ke dalam sistem perakaran tumbuhan.

2. Translokasi di dalam tubuh tumbuhan

   Setelah polutan dibawa masuk ke dalam sel akar, selanjutnya polutan harus diangkut melalui jaringan pengangkut, yaitu xilem dan floem ke bagian tumbuhan lain.

3. Lokalisasi polutan dalam jaringan

   Untuk mencegah terjadinya peracunan polutan terhadap sel, tumbuhan mempunyai mekanisme detoksifikasi, misalnya dengan cara menimbun polutan di dalam organ tertentu seperti akar.

Pada proses penyerapan polutan oleh tumbuhan air dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu (Amalia, 2005 dalam Tyagita, 2011) :

1. Jenis tumbuhan yang digunakan
2. Konsentrasi awal larutan
3. Kapasitas penyerapan yang dimiliki oleh tumbuhan tersebut
4. pH larutan

Semakin rendah nilai pH dari suatu larutan akan mengakibatkan kapasitas penyerapan semakin berkurang karena H^+ yang terlalu tinggi akan bersifat asam dan nantinya akan menghambat penyerapan.

5. Keberadaan polutan
6. Waktu kontak

   Semakin lama waktu penyerapan, maka semakin besar pula polutan yang dapat diserap oleh tumbuhan air. Namun faktor ini tidak berlaku apabila tumbuhan air telah mencapai titik jenuh sehingga berapapun waktu kontak berikutnya, tumbuhan air tidak akan mampu menyerap polutan lagi dan hal ini dapat dijadikan pedoman untuk menetukan kapan tumbuhan tersebut harus di *recovery*.

2.4 Tanaman Eceng Gondok *(Eichhorniae crassipes)*

Eceng gondok *(Eichhorniae crassipes)* adalah salah satu jenis tumbuhan air yang dapat tumbuh dengan baik pada daerah yang beriklim tropis maupun subtropis. Tumbuhan air sendiri berdasarkan cara pertumbuhannya dapat digolongkan menjadi 3 jenis, yaitu :

- Tumbuhan Sub Merged

  Tumbuhan jenis ini tumbuh subur di bawah permukaan air dan memiliki kemampuan untuk membentuk lapisan tebal pada dasar badan air dan dibawah permukaan air.

- Tumbuhan Floating

  Tumbuhan air berjenis floating memiliki ciri-ciri akarnya mengambang di dalam air dan tidak melekat pada dasar perairan.

- Tumbuhan Emergent

  Tumbuhan emergent mempunyai karakteristik akarnya melekat di dasar badan air dan bagian tumbuhan yang melakukan fotosintesis terletak diatas permukaan air.

Tumbuhan eceng gondok bersifat menahun, mengapung bebas bila air cukup dalam tetapi berakar dasar (dalam lumpur). Tumbuhan ini dapat bertahan hidup pada keadaan yang sangat kritis sekalipun, baik dengan adanya nutrien

maupun tanpa nutrien. Keberadaan nutrien mengakibatkan pertumbuhan eceng gondok semakin cepat dan subur.

Tumbuhan eceng gondok terdiri dari akar, helai daun, tangkai daun dan stolon (akar rimpang). Eceng gondok berakar serabut, tidak bercabang dan mempunyai tudung akar yang menonjol.

Klasifikasi Enceng Gondok

Divisi	: *Spermatophyta*
Sub divisi	: *Angiospermae*
Kelas	: *Monocotyledoneae*
Suku	: *Pontederiaceae*
Marga	: *Eichhornia*
Jenis	: *Eichornia crassipes Solms*

Gambar 2.8 Tanaman Eceng Gondok

(doc : umm.ac.id)

Eceng gondok hidup mengapung bebas bila airnya cukup dalam tetapi berakar di dasar kolam atau rawa jika airnya dangkal. Tingginya sekitar 0,4 - 0,8 meter. Tidak mempunyai batang. Daunnya tunggal dan berbentuk oval. Ujung dan pangkalnya meruncing, pangkal tangkai daun menggelembung. Permukaan daunnya licin dan berwarna hijau. Bunganya termasuk bunga majemuk, berbentuk bulir, kelopaknya berbentuk tabung. Bijinya berbentuk bulat dan berwarna hitam. Buahnya kotak beruang tiga dan berwarna hijau. Akarnya merupakan akar serabut. Kecepatan tumbuhnya 4% per hari, bahkan ada yang mencapai 10% per hari. Setiap kepala putik dapat menghasilkan sekitar 500 bakal biji atau 5000 biji setiap tangkai bunga, dalam

waktu 52 hari. Perkembangbiakan eceng gondok terjadi secara vegetatif dan generative, perkembangbiakan secara generatif terjadi bila tunas baru tumbuh dari ketiak daun, lalu membesar dan akhirnya menjadi tumbuhan baru. Akan tetapi kepadatan eceng gondok optimum adalah 20-90 % dari luasan temoat hidupnya (Budiardjo dan Huboyo, 2007 dalam Lail, 2008).

Tumbuhan ini menyerap polutan sangat pesat pada waktu kontak 2-4 hari. Pola penyerapan terjadi sejak tanaman eceng gondok *(Eichornia Crassipes)* dikontakkan dengan air sampel. Waktu kontak maksimum tanaman eceng gondok *(Eichornia Crassipes)* adalah selama 15 hari (Warianto. 2003 dan Setiawati. 2004 dalam Lail, 2008).

Eceng gondok dapat hidup mengapung bebas di atas permukaan air dan berakar di dasar kolam atau rawa jika airnya dangkal. Kemampuan tanaman inilah yang banyak di gunakan untuk mengolah air buangan, karena dengan aktivitas tanaman ini mampu mengolah air buangan domestik dengan tingkat efisiensi yang tinggi. Eceng gondok dapat menurunkan kadar BOD, partikel suspensi secara biokimiawi (berlangsung agak lambat) dan mampu menyerap logam-logam berat seperti Cr, Pb, Hg, Cd, Cu, Fe, Mn, Zn dengan baik, kemampuan menyerap logam persatuan berat kering eceng gondok lebih tinggi pada umur muda dari pada umur tua (R.D. Smith Salt .D.E. 1998 dalam Lail, 2008).

Adapun bagian-bagian tanaman yang berperan dalam penguraian air limbah adalah sebagai berikut (R.D. Smith Salt .D.E. 1998 dalam Lail, 2008) :

a) Akar.

   Bagian akar eceng gondok ditumbuhi dengan bulu-bulu akar yang berserabut, berfungsi sebagai pegangan atau jangkar tanaman. Sebagian besar peranan akar untuk menyerap zat-zat yang diperlukan tanaman dari dalam air.

b) Daun

   Daun eceng gondok terletak di atas permukaan air, yang di dalamnya terdapat lapisan rongga udara dan berfungsi sebagai alat pengapung tanaman. Di permukaan atas daun dipenuhi oleh mulut daun (stomata) dan bulu daun. Rongga udara yang terdapat dalam akar, batang, dan daun selain sebagai alat penampungan juga sebagai tempat penyimpanan O_2 dari proses fotosintesis.

c) Tangkai.

   Tangkai eceng gondok berbentuk bulat menggelembung yang di dalamnya penuh dengan udara yang berperan untuk mengapungkan tanaman di permukaan air.

d) Bunga.

Eceng gondok berbunga bertangkai dengan warna mahkota lembayung muda. Berbunga majemuk dengan jumlah 6-35 berbentuk karangan bunga bulir dengan putik tunggal.

Faktor lingkungan yang menjadi syarat untuk pertumbuhan eceng gondok adalah sebagai berikut (R.D. Smith Salt .D.E. 1998 dalam Lail, 2008) :

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.

2. Ketersediaan Nutrien Derajat keasaman (pH) air

   Pada umumnya jenis tanaman gulma air tahan terhadap kandungan unsur hara yang tinggi. 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.

2.4.1 Manfaat Eceng Gondok *(Eichornia Crassipes)*

Eceng gondok banyak mempunyai manfaat sebagai berikut (Pandey .B.P, 1991 dalam Lail, 2008) :

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

Dalam pertumbuhannya eceng gondok dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain :

a) Temperatur.

Eceng gondok merupakan tumbuhan air yang dapat tumbuh dengan optimum pada kisaran suhu lingkungan antara 25°C – 30°C, sehingga tumbuhan ini akan tumbuh dengan subur di daerah tropis dan subtropis. Pertumbuhan eceng gondok akan terhambat apabila lingkungan tempat tumbuhnya memiliki temperatur dibawah 10°C maupun di atas 40°C. Eceng gondok sangat toleran terhadap musim dingin (suhu 1°C) di daerah lintang utara apabila durasi waktunya singkat, tetapi dengan durasi yang panjang akan membunuh eceng gondok. Eceng gondok juga dapat bertahan sampai dengan suhu 40°C pada daerah tropis (Aneja dan Singh, 1992).

b) Intensitas cahaya

Intensitas cahaya yang diperlukan oleh eceng gondok agar dapat tumbuh secara optimum sebesar 240.000 lux-jam, sedangkan intensitas cahaya minimum sebesar 24.000 lux-jam.

c) Kadar garam

Eceng gondok merupakan salah satu jenis tumbuhan air yang sangat toleran terhadap level salinitas yang rendah, tetapi eceng gondok akan mati jika berada pada lingkungan dengan kadar garam lebih dari 0,2 %.

d) pH

Eceng gondok tumbuh secara optimal pada pH air antara 6 – 8. Pertumbuhannya akan terhambat apabila berada pada kondidi lingkungan denga pH diatas 10. Hal ini dapat terjadi karena pada pH air diatas 10 akan memberikan efek toksik terhadap tumbuhan.

2.4.2 Kerugian Eceng Gondok

Kondisi merugikan yang timbul sebagai dampak pertumbuhan eceng gondok yang tidak terkendali di antaranya adalah (Pandey .B.P, 1991 dalam Lail, 2008) :

a. Meningkatnya evapontranspirasi (penguapan dan hilangnya air melalui daun-daun tanaman).
b. Menurunnya jumlah cahaya yang masuk kedalam perairan sehingga menyebabkan menurunnya tingkat kelarutan oksigen dalam air (DO : *Dissilved Oxygens).*
c. Mengganggu lalu lintas (transportasi) air, khususnya bagi masyarakat yang kehidupannya masih tergantung dari sungai seperti di pedalaman Kalimantan dan beberapa daerah lainnya.
d. Mengingkatnya habitat bagi vektor penyakit pada manusia.
e. Menurunkan nilai estetika lingkungan perairan.

2.5 Aklimatisasi.

Aklimatisasi adalah proses dari sebuah organisme untuk menyesuaikan diri dengan perubahan lingkungan secara tiba-tiba, umumnya berupa perubahan temperatur, kelembaban, makanan yang biasanya disebabkan oleh perubahan musim atau iklim. Aklimatisasi tanaman uji dilakukan sebelum tanaman tersebut diaplikasikan untuk mereduksi kandungan senyawa organik. Proses aklimatisasi ini bertujuan agar tanaman uji mampu menyesuaikan diri dengan limbah yang nantinya akan menjadi tempat hidupnya. Proses aklimatisasi dan pemilahan tanaman dilakukan secara bertahap dengan tahap pengenceran. Setelah proses aklimatisasi dengan pengenceran bertahap selesai dan diperoleh tanaman uji yang sehat dan segar, maka tanaman uji siap untuk diaplikasikan. (Mantell, S.H. dan Smith, H., 2004 dalam Agnes, T. 2011)

2.6 Mekanisme Penyerapan Unsur Hara

Mekanisme penyediaan unsur hara dalam tanah melalui tiga bagian, (Abdul Madjid, 2004.) yaitu :

1. Mekanisme Aliran Massa

   Mekanisme aliran massa adalh suatu mekanisme gerakan unsur hara didalam tanah menuju ke permukaan akar bersama-sama dengan gerakan massa air. Selama masa hidup tanaman mengalami peristiwa penguapan air yang

dikenal dengan peristiwa transpirasi. Selama proses transpirasi tanaman berlangsung, terjadi juga proses penyerapan air oleh akar tanaman. Pergerakan massa air ke akar tanaman akibat langsung dari serapan massa air oleh akar tanaman terbawa juga unsur hara yang terkandung dalam air tersebut. Peristiwa tersedianya unsur hara yang terkandung dalam air ikut bersama gerakan massa air ke permukaan akar tanaman dikenal dengan Mekanisme Aliran Massa. Unsur hara yang ketersediaannya bagi tanaman melalui mekanisme aliran ini meliputi nitrogen (98,8%), kalsium (71,4%), dan Mo (95,2%).

2. Mekanisme Difusi

   Ketersediaan unsur hara ke permukaan akar tanaman, dapat juga terjadi karena melalui mekanisme perbedaan konsentrasi. Konsentrasi unsur hara pada permukaan akar tanaman lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi hara dalam larutan tanah dan konsentrasi unsur hara pada permukaan koloid liat serta pada permukaan koloid organik. Kondisi inirjadi karena sebagian besar unsur hara tersbut telah diserap oleh akar tanaman. Tingginya konsentrasi unsur hara pada ketiga posisi tersebut menyebabkan terjadinya eristiwa difusi dari unsur hara berkonsentrasi tinggi ke posisi permukaan akar tanaman. Peristiwa pergerakan unsur hara yang terjadi karena adanya perbedaan konsentrasi unsur hara tersebut dikenal dengan mekanisme penyediaan hara secara difusi. Beberapa unsur hara yang tersedia melalui mekanisme difusi ini, adalah fosfor (90,9%), dan kalium (77,7%).

3. Mekanisme Intersepsi Akar

   Mekanisme intersepsi akar sangat berbeda dengan kedua mekanisme sebelumnya. Kedua mekanisme sebelumnya menjelaskan pergerakan unsur hara menuju ke akar tanaman, sedangkan mekanisme ketiga ini menjelaskan gerakan akar tanaman yang memperpendek jarak dengan keberadaan unsur hara. Peristiwa ini terjadi karena akar tanaman tumbuh dan memanjang, sehingga memperluas jangkauan akar tersebut. Perpanjangan akar tersebut menjadikan permukaan akar lebih mendekati posisi dimana unsur hara berada, baik unsur hara yang berada dalam larutan tanah, permukaan koloid liat dan permukaan koloid organik. Mekanisme ketersediaan unsur hara

tersebut dikenal sebagai Mekanisme Intersepsi Akar. Unsur hara yang ketersediaannya sebagian besar melalui mekanisme ini adalah kalsium (28,6%).

2.7 Parameter Yang Diuji

2.7.1 *phospate* (Fosfat)

Fosfat terdapat dalam air alam atau air limbah sebagai senyawa ortofosfat, poli-fosfat, dan fosfat-organis. Setiap senyawa fosfat tersebut terdapat dalam bentuk terlarut, tersuspensi atau terikat di dalam sel organisme dalam air. Polifosfat dapat memasuki sungai melalui air buangan penduduk dan industri yang menggunakan detergen yang mengandung fosfat seperti industri pencucian, industri logam, dan sebagainya. Fosfat organis terdapat dalam air buangan penduduk (tinja) dan sisa makanan. Fosfat organis dapat pula terjadi dari ortofosfat yang terlarut melalui proses biologis karena baik bakteri maupun tanaman menyerap fosfat bagi pertumbuhannya (Alaerts dan Santika, 1984)

Keberadaan senyawa fosfat dalam air sangat berpengaruh terhadap keseimbangan ekosistem perairan. Bila kadar fosfat dalam air rendah, seperti pada air alam (< 0,01 mg P/L), pertumbuhan dan ganggang akan terhalang. Keadaan ini disebut oligotrop. Sebaliknya bila kadar fosfat dalam air tinggi, pertumbuhan tanaman dan ganggang tidak terbatas lagi (keadaan eutrop), sehingga dapat mengurangi jumlah oksigen terlarut air. Batas optimum fosfat untuk pertumbuhan plankton adalah 0,27 – 5,51 mg/liter (Hardyanti, N dan rahayu, S. 2005).

2.8 Sistem Bioreaktor

Ada 3 (tiga) macam sistem Bioreaktor, adalah sebagai berikut :

1. Sistem *batch* (curah)

   Prinsipnya, pada discontinuous Stirred Tank Reaktor (DSTR), substrat (S) dan biokatalis (sel makhluk hidup yang digunakan untuk bioproses) dimasukan ke dalam bioreaktor yang teragitasi baik di awal pengerjaan bioproses. Dan pada saat proses berlangsung akan terjadi perubahan kondisi dalam bioreaktor (nutrient akan berkurang, produk serta limbah).

2. Sistem *Kontinyu* (sinambung)

   Pengaliran substrat dan pengambilan produk dilakukan secara terus-menerus (sinambung) setiap saat setelah diperoleh konsentrasi produk maksimal atau substrat pembatasnya mencapai konsentrasinya yang hampir tetap. Pada reaktor kontinyu dapat terjadi :

   - Pemanjangan pertumbuhan sel
   - Laju konsentrasi biomassa, komposisi kimiawi media (baik substrat maupun produk), dan laju pertumbuhan dapat dipertahankan pada keadaan tunak (stasioner).
   - Kondisi optimal untuk memproduksi biomassa atau produk.

3. Sistem semi sinambung atau semi curah (*fedbatch*)

   Memasukan sebagian sumber nutrisi (sumber C, N dll) ke dalam bioreaktor dengan volume tertentu hingga diperoleh produk yang mendekati maksimal, akan tetapi konsentrasi sumber nutrisi dibuat konstan.(Ronald, L. 1997)

2.9 Metode Pengolahan Data

2.9.1 Statistika Deskriptif dan Inferensi

Secara garis besar, statistik dibedakan menjadi 2 yaitu statistika deskriptif dan statistika inferensi. Metode ststistika yang meringkas, menyajikan dan mendeskripsikan data dalam bentuk yang mudah dibaca sehingga memberikan kemudahan dalam memberikan informasi disebut statistika deskriptif. Statistika deskriptif menyajikan data dalam tabel, grafik, ukuran pemusatan data dan penyebaran data. Agar mendapatkan data lebih terperinci, kita memerlukan analisis data dengan mentode statistika tertentu. Hasil analisis data akan memberikan informasi lebih rinci sehingga kita memperoleh suatu kesimpulan mengenai suatu fenomena berdasarkan sampel yang diambil. Analisis tersebut dinamakan statistika inferensi. Statistika inferensi sering disebut statistika induktif. Statistika inferensi memerlukan pengetahuan lebih mengenai konsep probabilitas yang biasa dikenal sebagai ilmu peluang. Ilmu peluang, tidak lepas dari statistika karena membantu pengambilan keputusan statistik suatu data (Iriawan dan Astuti, 2006).

2.9.2 Analisis Korelasi

Koefisien korelasi Pearson berguna untuk mengukur tingkat keeratan hubungan linear antara 2 variabel. Nilai korelasi berkisaran antara -1 sampai +1. Nilai korelasi negatif berarti hubungan antara 2 variabel adalah negatif. Artinya, apabila salah satu variabel menurun, maka variabel lainnya akan meningkat. Sebaliknya, nilai korelasi positif berarti hubungan antara 2 variabel adalah positif. Artinya, apabila salah satu variabel meningkat, maka variabel dikatakan berkorelasi kuat apabila makin mendekati 1 atau -1. Sebaliknya, suatu hubungan antara 2 variabel dikatakan lemah apabila semakin mendekati 0 (nol).

Hipotesis

Hipotesis untuk uji korelasi adalah :

H0 : $\rho = 0$

H1 : $\rho = 0$

Dimana ρ adalah korelasi antara 2 variabel

Daerah penolakan

p- Value < α .

Untuk membuat interpretasi analisis korelasi, ada beberapa hal yang harus diingat yaitu :

1. Koefisien korelasi hanya mengukur hubungan linear. Jika ada hubungan non linear maka koefisien korelasi akan bernilai 0.
2. Koefisien korelasi sangat sensitif terhadap nilai ekstrem.
3. Kita bisa membuat korelasi hanya jika variabel memiliki hubungan sebab akibat.

2.9.3 Analisis regresi

Analisis regresi sangat berguna dalam berbagai penelitian antara lain :

1. Model regresi dapat digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor.
2. Model regresi dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh suatu atau beberapa variabel prediktor terhadap variabel respon.

3. Model regresi berguna untuk memprediksikan pengaruh suatu variabel atau beberapa variabel prediktor terhadap variabel respon.

Model regresi memiliki variabel respon (y) dan variabel prediktor (x). Variabel respon adalah variabel yang dipengaruhi suatu variabel prediktor. Variabel respon sering dikenal variabel dependent karena peneliti tidak bisa bebas mengendalikannya. Kemudian, variabel prediktor digunakan untuk memprediksi nilai variabel mengendalikannya (Iriawan dan Astuti, 2006).

Kedua variabel dihubungkan dalam bentuk persamaan regresi dinyatakan sebagai berikut :

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \ldots + \beta_k x_k + \epsilon$$

2.9.4 Pengantar Desain Eksperimen

Desain eksperimen berperan penting dalam mengembangkan proses dan dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan dalam proses agar kinerja proses meningkat. Desain eksperimen dapat didefinisikan sebagai suatu uji atau rentetan uji dengan mengubah-ubah variabel input (faktor) suatu proses sehingga bisa diketahui penyebab perubahan output (respon).

2.9.4.1 Langkah-langkah dalam desain eksperimen

Desain eksperimen memerlukan tahap-tahap penting yang berguna agar desain mengarah pada hasil yang diinginkan. Berikut langkah-langkah melakukan desain eksperimen (Iriawan dan Astuti,2006) :

1. Mengenali permasalahan.
2. Memilih faktor dan level.
3. Menentukan faktor dan level.
4. Memilih metode desain eksperimen.
5. Melaksanakan eksperimen.
6. Analisis data.
7. Membuat suatu keputusan.

2.9.5 Analysis of Variance

Analysis of variance atau sering dikenal ANOVA digunakan untuk menyelidiki hubungan antara variabel respon (dependent) dengan 1 atau beberapa variabel prediktor (independent). ANOVA sama dengan regresi, tetapi skala data variabel independen adalah data kategori yaitu skala ordinal atau nominal. Lebih lanjut, ANOVA tidak mempunyai nominal (Iriawan dan Astuti, 2006).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan ITN Malang.

3.2 Peralatan dan Bahan Penelitian.

3.2.1 Peralatan Penelitian

- Bak penampung

  Bak penampung berfungsi untuk menampung dan berfungsi menyetarakan debit sesuai yang direncanakan.

- Bak kontrol.

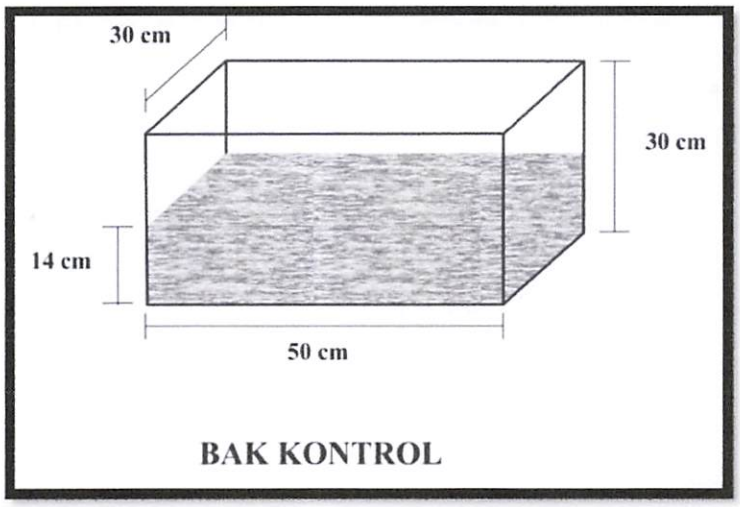
  Dibutuhkan 1 buah bak kontrol berisi air limbah Laundry tanpa tanaman uji dengan bentuk persegi panjang dengan panjang 50 cm, lebar 30 cm dan tinggi 30 cm.

- Bak uji

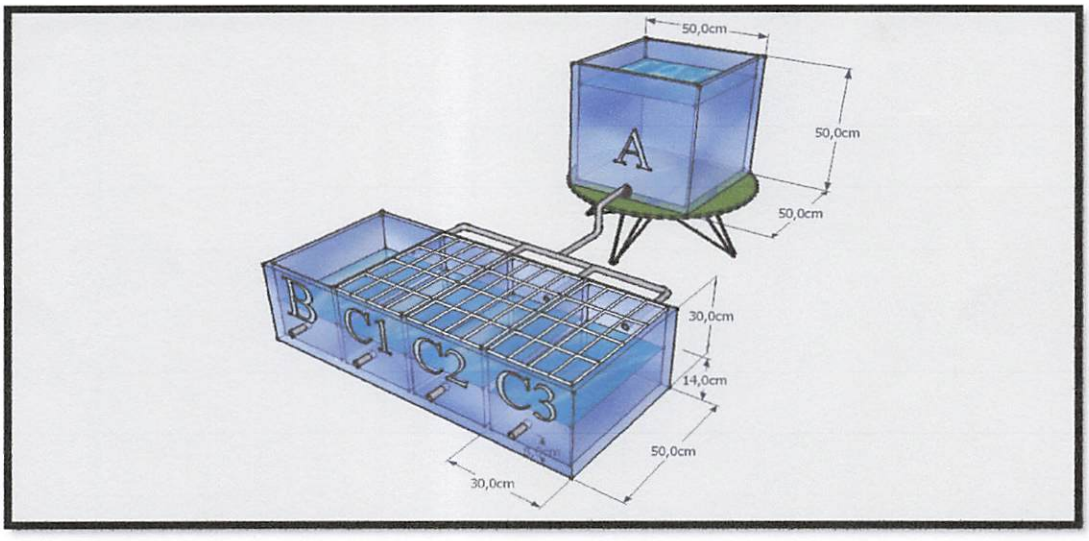
  Dibutuhkan 3 buah bak uji dengan panjang 50 cm, lebar 30 cm dan tinggi 30 cm. Volume air dalam setiap bak reaktor uji sebesar 4 liter atau 14cm dari dasar reaktor. Masing-masing reaktor ditanami Eceng Gondok *(Eichornia Crassipes)* sesuai kerapatan yang telah ditentukan.

3.2.2 Bahan Penelitian

- Air Limbah industri laundry.
- Eceng gondok *(Eichornia Crassipes)*



Gambar 3.1 Reaktor Kontrol



Gambar 3.2 Reaktor Kontinyu

Keterangan :

1. Bak Penampung (A)
2. Bak Kontrol (B)
3. Bak Uji (C1, C2, C3)

3.3 Variabel Penelitian.

3.3.1 Variabel respon

Fosfat (*Phospate*)

Konsentrasi Fosfat (*Phospate*) yang tinggi pada air limbah Laundry dipilih agar dapat diketahui perubahan konsentrasi selama proses fitoremediasi.

3.3.2 Variabel tetap

- Jenis tanaman : Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*)

3.3.3 Variabel prediktor

- Variasi kerapatan tanaman 40 mg/cm^2, 60 mg/cm^2, dan 80 mg/cm^2. Variasi kerapatan tanaman disesuaikan dengan ukuran reaktor dan juga ukuran tanaman uji setelah melakukan uji pendahuluan.
- Variasi waktu pengambilan sampel.
  a. Pengambilan pertama
     Pengambilan sampel saat effluen keluar pertama
  b. Pengambilan kedua
     Pengambilan sampel setelah 2 hari dari pengambilan pertama
  c. Pengambilan ketiga
     Pengambilan sampel setelah 4 hari dari pengambilan pertama
  d. Pengambilan keempat
     Pengambilan sampel setelah 6 hari dari pengambilan pertama

Pemilihan variabel bebas berdasarkan :

- Variasi kerapatan tanaman :
  - Perkembangbiakan Eceng Gondok terjadi secara vegetatif dan generatif, perkembangbiakan secara generatif terjadi bila tunas baru tumbuh dari ketiak daun, lalu membesar dan akhirnya menjadi tumbuhan baru. Akan tetapi kepadatan eceng gondok optimum adalah 20-80 % dari luasan tempat hidupnya (Budiardjo dan Huboyo, 2007 dalam Lail, 2008).

Oleh karena itu, dalam penelitian ini mengambil variasi kerapatan tanaman 40 mg/cm^2, 60 mg/cm^2, 80 mg/cm^2 untuk mengetahui kerapatan tanaman manakah yang paling optimum dalam menyisihkan phospat dan Warna.

- Waktu pengambilan sampel :
  - Tumbuhan ini menyerap polutan sangat pesat pada waktu kontak 2-4 hari. Pola penyerapan terjadi sejak tanaman eceng gondok *(Eichornia Crassipes)* dikontakkan dengan air sampel dan waktu kontak maksimum tanaman eceng gondok *(Eichornia Crassipes)* adalah selama 15 hari (Warianto, 2003 dan Setiawati, 2004).

  Oleh karena itu, dalam penelitian ini mengambil variasi waktu pengambilan sampel selama 6 hari.

3.4 Tahapan Penelitian.

3.4.1 Penelitian Pendahuluan.

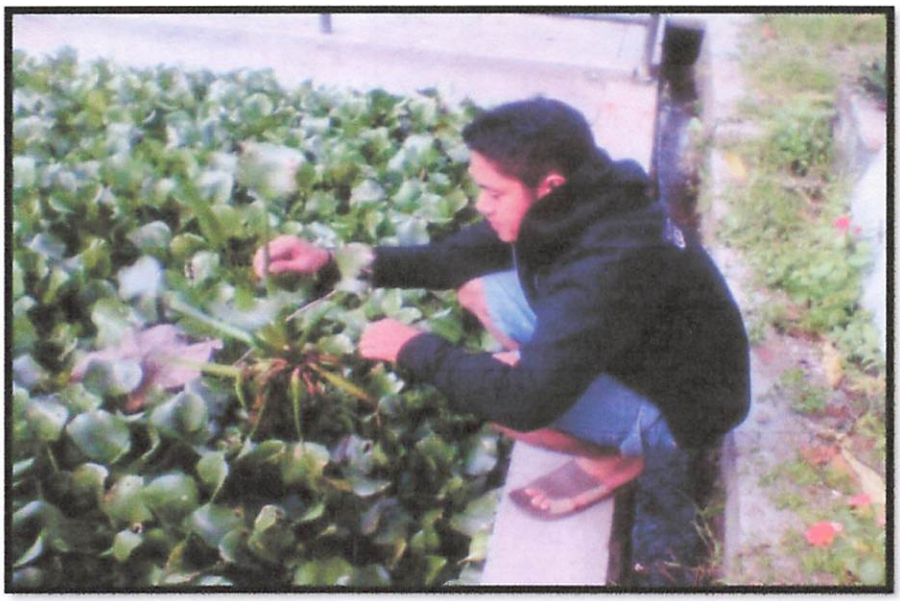
Penelitian awal dilakukan analisis pendahuluan untuk mengetahui kondisi awal air sampel yang akan diolah. Parameter yang dianalisis adalah Fosfat *(phospate)*.

3.4.2 Aklimatisasi

Aklimatisasi adalah proses dari sebuah organisme untuk menyesuaikan diri dengan perubahan lingkungan secara tiba-tiba, umumnya berupa perubahan temperatur, kelembaban, makanan yang biasanya disebabkan oleh perubahan musim atau iklim. Aklimatisasi tanaman uji dilakukan sebelum tanaman tersebut diaplikasikan untuk mereduksi kandungan senyawa organik. Proses aklimatisasi ini bertujuan agar tanaman uji mampu menyesuaikan diri dengan limbah yang nantinya akan menjadi tempat hidupnya. Proses aklimatisasi dan pemilahan tanaman dilakukan secara bertahap dengan tahap pengenceran. Setelah proses aklimatisasi dengan

pengenceran bertahap selesai dan diperoleh tanaman uji yang sehat dan segar, maka tanaman uji siap untuk diaplikasikan. (Mantell, S.H. dan Smith, H., 2004 dalam Tyagita, 2011)

a) Persiapan media tanam eceng gondok (*Eichornia Crassipes*) yaitu air sungai, sesuai dengan lingkungan hidupnya.
b) Pemilihan eceng gondok (*Eichornia Crassipes*) yang sehat dan segar dan panjang akar 4-6 cm.
c) Penanaman eceng gondok (*Eichornia Crassipes*) pada media tanam, yaitu air sungai selama 3 hari (Hardyanti dan Rahayu, 2007).
d) Sampai hari ke tiga, dilakukan pemilihan eceng gondok (*Eichornia Crassipes*) yang sehat dan segar yang siap untuk diaplikasikan.
e) Penelitian dapat dimulai.



Gambar 3.3 Pemilihan Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*)

3.4.3 Pelaksanaan Penelitian

Prosedur pelaksanaan ini dilakukan setelah tanaman uji mengalami aklimatisasi. Adapun proses fitoremediasi dengan sistem kontinyu adalah sebagai berikut :

a) Pada bak penampung dimasukkan air limbah laundry, volume disesuaikan kebutuhan masing-masing reaktor, debit dan waktu yang ditentukan.
b) Air limbah Laundry di alirkan dari bak penampung ke dalam 4 bak dalam reaktor kontinyu, sampai masing-masing bak terisi air sebanyak 4 liter.
c) Tiap bak dalam reaktor selain bak kontrol ditambahkan tanaman uji sesuai dengan kerapatan yang sudah ditentukan. Peletakan tanaman ini disesuaikan dengan ukuran reaktor dan kerapatan tanaman uji, dengan catatan bahwa luas permukaan dari media tanam masih mencukupi untuk pertumbuhan eceng gondok *(Eichornia Crassipes)* supaya tidak saling tumpang tindih.

   Bak 1 : air limbah laundry 4 liter (sebagai kontrol)

   Bak 2 : air limbah laundry 4 liter + tanaman eceng gondok *(Eichornia Crassipes)* 40 mg/cm^2

   Bak 3 : air limbah laundry 4 liter + tanaman eceng gondok *(Eichornia Crassipes)* 60 mg/cm^2

   Bak 4 : air limbah laundry 4 liter + tanaman eceng gondok *(Eichornia Crassipes)* 80 mg/cm^2

   Air limbah Laundry dari bak penampung dialirkan kedalam kolom bak secara gravitasi dengan kecepatan konstan.
d) Air limbah Laundry dibiarkan mengalir terus–menerus dengan arah aliran dari atas ke bawah.

e) Dilakukan sampling dan pengujian paremeter Fosfat (phospate) diambil pada 2 titik sample yaitu pada bak penampung dengan pengambilan sample pada hari ke-1 dan pada effluent bak kontrol dan bak uji diambil setelah proses pengaliran pada hari ke-2, 4, dan 6.

f) Analisa sampel dilakukan selama 6 hari. Parameter yang dianalisa adalah phospat dan Warna yang dianalisis di Laboratorium Kimia-MIPA Universitas Brawijaya, Kota Malang.

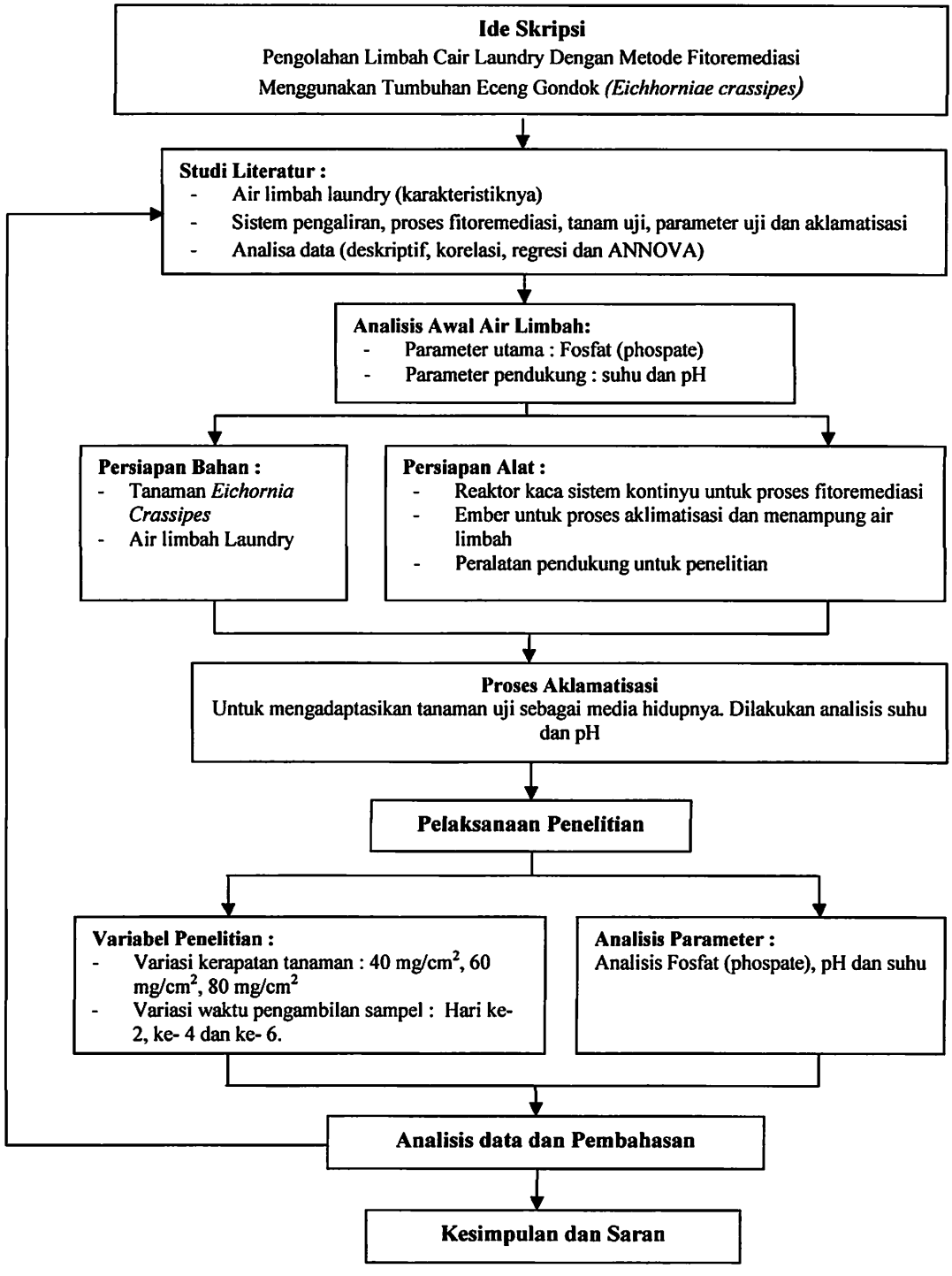
3.5 Analisa Data dan Pembahasan

Hasil percobaan yang didapat dilakukan analisa data dengan metode :

1. Analisis deskriptif bertujuan untuk mendapatkan gambaran berdasarkan gejala dan fakta yang diperoleh dari sampel penelitian yang ditampilkan dalam bentuk grafik tabel dan grafik.
2. Analisis korelasi bertujuan untuk mengetahui hubungan antara variable kerapatan tumbuhan, waktu detensi terhadap variabel penurunan konsentrasi phospat pada aliran kontinyu.
3. Analisis regresi bertujuan untuk mengetahui apakah variabel kerapatan *Eichornia Crassipes* dan waktu detensi dapat memprediksi penurunan phospat pada aliran kontinyu.
4. Analisis ANOVA bertujuan untuk mengetahui tingkat keterkaitan antara variable kerapatan tumbuhan, waktu detensi terhadap variabel penurunan konsentrasi phospat pada aliran kontinyu.

3.6 Kerangka Penelitian

Kerangka acuan penelitian dibuat untuk dijadikan pedoman dalam malakukan penelitian. Dari latar belakang yang mendasari pemikiran untuk melakukan penelitian tentang pemakaian tanaman eceng gondok *(Eichornia Crassipes)* sebagai media fitoremediasi dalam menurunkan kadar phospat pada limbah Laundry. Maka dibuat kerangka penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut :



Gambar 3.4 Kerangka Penelitian

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian Pendahuluan

Limbah yang digunakan untuk penelitian ini adalah limbah laundry yang berasal dari proses pencucian sebuah usaha laundry di daerah Sengkaling, Kota Malang. Sebelum melakukan penelitian, dilakukan analisa awal konsentrasi limbah yang hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Nilai Konsentrasi Awal Limbah Industri *Laundry*
(Usaha laundry daerah Sengkaling, Kota Malang)

Parameter	Konsentrasi	Baku mutu
pH	8,70	-
Temperature	26°C	-
Fosfat *(Phospate)*	12,58 mg/l	0,2 mg/l *

**Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001*

Hasil analisa menunjukan bahwa kualitas limbah tersebut tidak memenuhi standar kualitas limbah. Konsentrasi Fosfat (phospate) yang nilainya tinggi dan menjadi parameter yang penting pada limbah cair laundry. Konsentrasi phospate pada limbah mencapai nilai 12,58 mg/l telah melebihi baku mutu limbah cair berdasarkan Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 sebesar 0,2 mg/l.

4.2 Karakteristik Akhir Limbah Cair laundry Setelah Proses Fitoremediasi

Penelitian dilakukan dengan menggunakan reaktor kontinyu yang terbuat dari bahan kaca berbantuk persegi panjang. Penelitian ini menggunakan variasi kerapatan tanaman eceng gondok (*Eichornia Crassipes*) yaitu : 40 mg/cm^2, 60 mg/cm^2, 80 mg/cm^2 serta variasi waktu detensi 2 hari, 4 hari, dan 6 hari.

Karakteristik Akhir Limbah Cair Laundry Pada Reaktor Kontinyu dari hasil penelitian penurunan fosfat pada reaktor dapat di lihat pada tabel 4.2 di bawah ini :

Tabel 4.2

Nilai Konsentrasi Akhir Pada Reaktor Kontrol dan Reaktor uji

Reaktor/ Variasi Kerapatan Tanaman	Konsentrasi Awal Fosfat (PO_4) (mg/l)	Waktu Operasional (Hari ke -)	Konsentrasi Akhir Fosfat (PO_4) (mg/l)
Kontrol	12,58	**Tanpa Tanaman**	
		2	12,42
		4	12,17
		6	11,94
40 (mg/l)	12,58	***(Eichhornia Crassipes)***	
		2	12,03
		4	11,15
		6	9,60
60 (mg/l)	12,58	2	11,48
		4	10,60
		6	8,61
80 (mg/l)	12,58	2	10,82
		4	9,82
		6	7,06

(Sumber : Hasil Penelitian)

Pada tabel 4.2 menunjukan bahwa nilai konsentrasi akhir fosfat (PO_4) pada reaktor mengalami penurunan dari hari ke-2, hari ke-4 hingga hari ke-6. Konsentrasi awal fosfat (PO_4) yang bernilai 12,58 mg/l mampu diturunkan hingga didapatkan hasil akhir 7,06 mg/l pada hari ke-6.

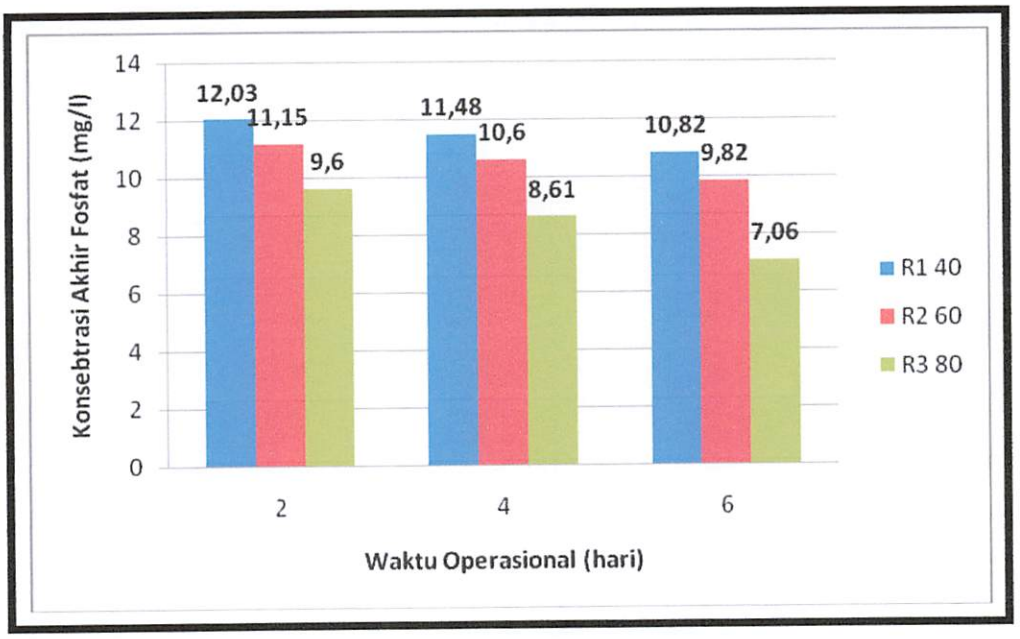
4.3 Analisis Penurunan Fosfat (PO_4)

Penurunan fosfat (PO_4) dianalisis menggunakan analisis deskriptif, analisis Anova, analisis korelasi dan regresi pada sub bab berikut ini.

4.3.1 Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif dilakukan untuk menganalisis data dengan cara mendeskriptifkan data yang telah terkumpul tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum. Dalam penelitian ini analisis deskriptif menggunakan rata-rata data atau mean sebagai ukuran pemusatan data.

Pada tabel 4.2, menunjukan bahwa nilai konsentrasi akhir fosfat (PO_4) pada reaktor Kontinyu dengan kerapatan 40 mg/cm², 60 mg/cm², 80 mg/cm² mengalami penurunan dari hari ke-2 hingga hari ke-6. Nilai akhir fosfat pada tabel 4.2 tersebut akan diplotkan pada Gambar 4.1 dibawah ini :



Gambar 4.1 Grafik Hubungan Konsentrasi Akhir fosfat (PO_4) Terhadap Waktu Pengambilan Sampel Setelah Proses.

❖ **Perhitungan presentase penyisihan fosfat (PO_4)**

Berdasarkan data pada tabel 4.1 dan tabel 4.2, maka dapat di cari prosentase penyisihan fosfat (PO_4) pada tiap-tiap reaktor dengan menggunakan rumus :

$$\%\ \text{Penyisihan} = \frac{KonsentrasiAwal - KonsentrasiAkhir}{KonsentrasiAwal} \times 100\%$$

Contoh Perhitungan :

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{KonsentrasiAwal - KonsentrasiAkhir}{KonsentrasiAwal} \times 100\%$$

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{12{,}58 - 12{,}03}{12{,}58} \times 100\%$$

% Penyisihan = 4,37%

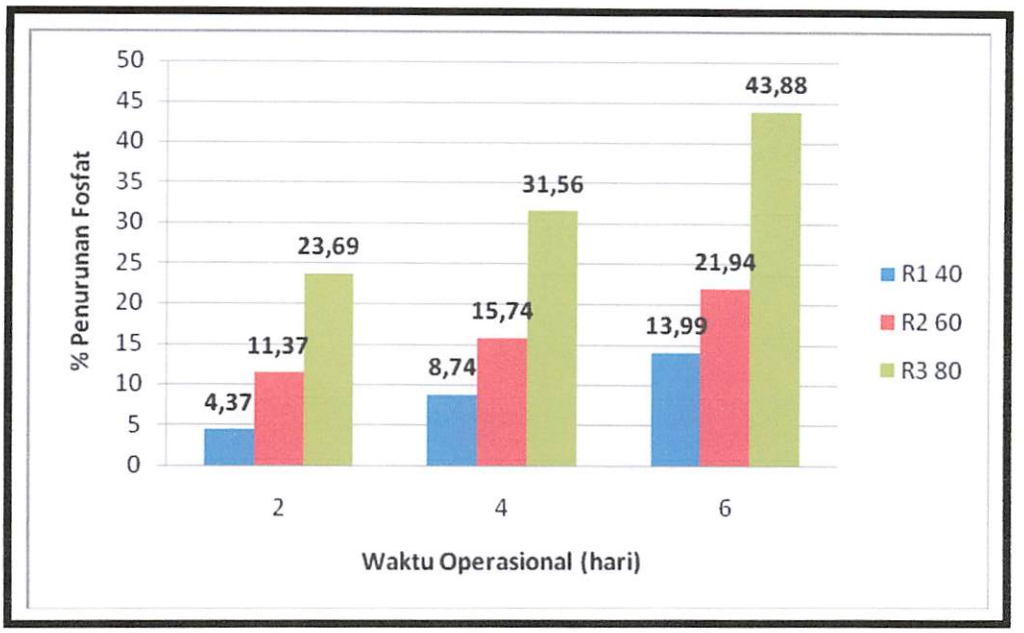
Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Persentase Penyisihan Fosfat (PO_4)

Variasi Kerapatan (mg/cm^2)	Waktu pengambilan sampel (Hari ke-)	Nilai Akhir (mg/l)			Nilai Akhir rata-rata (mg/l)	% R
		Pengulangan I	Pengulangan II	Pengulangan III		
40	2	11,92	12,25	11,92	12,03	4,37
	4	11,59	11,59	11,26	11,15	11,37
	6	10,60	10,93	10,93	9,60	23,69
60	2	11,26	10,93	11,26	11,48	8,74
	4	10,93	10,27	10,60	10,60	15,74
	6	9,93	9,60	9,93	8,61	31,56
80	2	9,27	9,60	9,93	10,82	13,99
	4	8,94	8,28	8,61	9,82	21,94
	6	7,62	6,62	6,95	7,06	43,88

(Sumber : Hasil Penelitian)

Berdasarkan data prosentase penyisihan konsentrasi fosfat (PO_4) pada tabel 4.3, maka dapat diplotkan menjadi sebuah grafik prosentase penyisihan fosfat (PO_4) pada Gambar 4.2 berikut ini :



Gambar 4.2 Grafik Hubungan Prosentase Penyisihan fosfat PO_4 (%) Terhadap Waktu Pengambilan Sampel Setelah Proses

Berdasarkan Tabel 4.2 dan Grafik 4.1 didapatkan persentase penurunan kandungan fosfat (PO_4) berkisar antara 4,37% - 43,88%. Presentasi penurunan kandungan fosfat (PO_4) terendah terjadi pada reaktor dengan kerapatan tanaman 40 mg/cm² dengan waktu pengambilan sampel hari ke-2 sebesar 12,03 mg/l (4.37%). Persentase penurunan kandungan fosfat (PO_4) tertinggi terjadi pada reaktor dengan kerapatan tanaman 80 mg/cm² dengan waktu pengambilan sampel hari ke-6 sebesar 7,06 mg/l (43,88%).

4.3.2 Analisis Korelasi

Untuk mengetahui ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara variabel yang diamati, maka digunakan analisis korelasi. Dalam analisis korelasi terdapat :

Hipotesis

- H_0 : Korelasi tidak signifikan
- H_1 : Korelasi signifikan

Pengambilan keputusan

- Jika probabilitas > 0,05, H_0 diterima
- Jika probabilitas < 0,05, H_0 ditolak

Untuk mengetahui kuat lemahnya korelasi :

Nilai korelasi berkisaran antara -1 sampai +1. Nilai korelasi negatif berarti hubungan antara 2 variabel adalah negatif. Artinya, apabila salah satu variabel menurun, maka variabel lainnya akan meningkat. Sebaliknya, nilai korelasi positif berarti hubungan antara kedua variabel adalah positif. Artinya, apabila salah satu variabel meningkat, maka variabel dikatakan berkorelasi kuat apabila makin mendekati 1 atau -1. Sebaiknya, suatu hubungan antara 2 variabel dikatakan lemah apabila semakin mendekati 0 (nol). (Iriawan dan Astuti, 2006).

Hasil uji korelasi prosentase penyisihan fosfat (PO_4) pada reaktor dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut ini :

Tabel 4.4 Hasil Uji Korelasi Antara Persentase Penurunan Fosfat (PO_4), Kerapatan Tanaman, Waktu Operasional.

Correlations: % penurunan fosfat; kerapatan tanaman; waktu operasional

	% penurunan	kerapatan ta
kerapatan ta	0,472 0,199	
waktu operas	0,842 0,004	0,000 1,000

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Tabel 4.4 diketahui bahwa nilai korelasi antara kerapatan tanaman terhadap penyisihan Fosfat (PO_4) sebesar 0,472, artinya hubungan antara kerapatan tanaman terhadap persentase penyisihan Fosfat (PO_4) lemah, dimana koefisiennya mendekati 0. Untuk nilai probabilitas antara kerapatan tanaman terhadap persentase penyisihan fosfat (PO_4) sebesar 0,199 (> 0,05) maka hipotesis (H_0) diterima. Artinya persentase penyisihan terhadap kerapatan tanaman tidak signifikan. Hubungan antara kedua variabel searah, hal ini di tunjukkan dengan nilai koefesien korelasi yang positif, yang berarti jika semakin besar kerapatan tanaman maka semakin besar peningkatan persentase penyisihan fosfat (PO_4).

Nilai korelasi antara variasi waktu operasional terhadap persentase penyisihan fosfat (PO_4) sebesar 0,842. Artinya hubungan antara variasi waktu operasional terhadap persentase penyisihan kuat, dimana koefisiennya mendekati 1. Untuk nilai probabilitas variasi waktu operasional terhadap penyisihan fosfat (PO_4) sebesar 0,004 (< 0,05) maka hipotesis (H_0) ditolak. Artinya nilai persentase penyisihan fosfat (PO_4) terhadap waktu operasional signifikan. Hubungan antara variasi waktu operasional terhadap persentase penyisihan fosfat (PO_4) searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai korelasi, yang berarti semakin besar waktu operasional maka persentase penyisihan fosfat (PO_4) semakin meningkat.

4.3.3 Analisis Regresi

Untuk mengetahui besarnya hubungan antara variabel prediktor dan variabel respon digunakan uji regresi, sehingga diketahui ketepatan atau signifikasi prediksi dari hubungan/korelasi data. Pada analisis regresi terdapat uji t untuk menguji signifikansi konstanta dengan variabel bebas/prediktor.

- Dalam uji t untuk signifikansi koefisien dengan variabel bebas/prediktor terdapat :

  Hipotesis

  H_0 : koefisien regresi tidak signifikan

  H_1 : koefisien regresi signifikan

  Pengambilan keputusan

  Untuk nilai t, berdasarkan pada perbandingan t hitung dengan t tabel

  - Jika statistik hitung (angka t *output*) > statistik tabel (t tabel), H_0 ditolak.
  - Jika statistik hitung (angka t *output*) < statistik tabel (t tabel), H_0 diterima

  Untuk nilai Probabilitas

  - Jika probabilitas > 0,05, H_0 diterima
  - Jika probabilitas < 0,05, H_0 ditolak

Hasil uji regresi prosentase penyisihan kekeruhan dapat dilihat pada Tabel 4.5, sebagai berikut:

Tabel 4.5 Hasil Uji Regresi Antara Persentase Penurunan Fosfat (PO_4), Kerapatan Tanaman, Waktu Operasional.

Regression Analysis: % penurunan versus kerapatan ta; waktu operas

```
The regression equation is
% penurunan fosfat =  24,7 + 0,336 kerapatan tanaman + 6,00 waktu
operasional

Predictor             Coef  SE Coef      T      P  VIF
Constant            24,724    5,584   4,43  0,004
kerapatan tanaman  0,33650  0,07553   4,46  0,004  1.0
waktu operasional   6,0025   0,7553   7,95  0,000  1.0

S = 3,70009   R-Sq = 93,3%   R-Sq(adj) = 91,0%
```

Keterangan :

- S = Standar deviasi model.
- R-Sq (R^2) = Koefisien determinasi.
- R-Sq (adj) = Koefisien determinasi yang disesuaikan.
- T = Nilai statistik.
- P = Nilai probabilitas
- DF = Derajat bebas
- SS = Variasi residual
- MS = Mean Square
- F = Nilai statistic Uji
- P = Nilai probabilitas
- VIF = Variance Inflation Factor

Pada Tabel 4.5 dapat kita ketahui :

A. Analisis regresi yang dilakukan, model regresi yang didapat yaitu :

$$Y = -24{,}7 + 0{,}336\ X_1 + 6{,}00\ X_2$$

Dimana :

Y = Persentase Penyisihan Fosfat (PO_4)

X_1 = Kerapatan Tanaman

X_2 = Waktu Operasional

Tabel 4.5 dapat dilihat dari nilai VIF, yaitu sebesar 1,0. Apabila VIF < 5 maka tidak adanya multikolinear dalam model. Sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat.

Berdasarkan hasil persamaan regresi diatas Y adalah persentase penyisihan fosfat (PO_4) (%), X_1 adalah variasi ukuran kerapatan tanaman sebesar 0,336 dan X_2 adalah variasi dosis koagulan 6,00. Artinya bahwa setiap penambahan kerapatan tanaman akan menurunkan prosentase penyisihan fosfat (PO_4) sebesar 0,336 dan setiap penambahan waktu operasional akan meningkatkan persentase penyisihan fosfat (PO_4) sebesar 6,00. Angka 24,7 % menunjukkan bahwa jika variasi kerapatan tanaman dan waktu operasional bernilai konstan (0), maka persentase penyisihan fosfat (PO_4) adalah 24,7 %.

B. Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R Square = r^2) sebesar 93,3 %. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi fosfat (PO_4) dipengaruhi oleh variasi kerapatan tanaman dan waktu operasional sedangkan sisanya 7,7 % penurunan penyisihan fosfat (PO_4) dipengaruhi oleh faktor lainnya.

C. Uji t untuk menguji signifikan koefisien dan variabel bebas

- Berdasarkan nilai t

  Pada Tabel 4.6 statistik t hitung output untuk variasi kerapatan tanaman sebesar 4,46, untuk waktu operasional 7,95 dan konstanta sebesar -4,43. Dari tabel diketahui nilai $t_{(0.05,5)}$ adalah 2,015. Untuk variasi kerapatan tanaman t hitung output > statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi signifikan. Untuk waktu operasional t hitung output > statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi signifikan. Untuk konstanta t hitung output < statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi tidak signifikan.

- Berdasarkan probabilitas

  Terlihat pada Tabel 4.6 Nilai probabilitas (P) untuk variasi kerapatan tanaman sebesar 0,004. Sedangkan untuk variasi waktu operasional sebesar 0,000 dan untuk konstanta sebesar 0,004. Untuk variasi kerapatan tanaman probabilitasnya < 0,05 sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan. Untuk variasi waktu operasional probabilitasnya < 0,05 sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima

atau koefisien regresi signifikan. Untuk konstanta probabilitasnya < 0,05 sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan.

4.3.4 Analisis Varian (ANOVA) Two-way

Analisis ANOVA ini dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh berbagai perlakuan dalam prosentase penyisihan Fosfat (PO_4), maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA dua faktor atau desain faktorial. Analisis ANOVA ini akan menguji apakah semua perlakuan mempunyai rata-rata (mean) yang sama. Prosentase penyisihan Fosfat (PO_4) akan mewakili variabel respons sedangkan variasi ukuran kerapatan tanaman, dan waktu operasional akan mewakili variabel prediktor. Pada hasil uji ANOVA yang dijadikan indikator adalah jika nilai semua perlakuan sama atau identik, maka kerapatan tanaman, dan waktu operasional dapat dikatakan tidak mempengaruhi, nilai prosentae penurunan Fosfat (PO_4).

Dalam analisis ANOVA terdapat hipotesis masalah, yaitu :

- $H_0 = 1 = 2 = 3 = 4 = 5 = 6$ (identik)
- $H_1 = 1 \neq 2 \neq 3 \neq 4 \neq 5 \neq 6$ (tidak identik)

Sementara dalam pengambilan keputusan akan didasarkan pada nilai probabilitas dan nilai F hitung, yaitu :

1. Nilai probabilitas,
   - Jika probabilitas $\geq 0,05$, H_0 diterima
   - Jika probabilitas < 0,05 , H_0 ditolak

2. Nilai F hitung,
   - F hitung output > F tabel, H_0 ditolak
   - F hitung output < F tabel, H_0 diterima

Hasil analisis untuk prosentase penyisihan Fosfat (PO_4) terhadap kerapatan tanaman dan waktu operasional dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Uji Anova Antara Persentase Penurunan Fosfat (PO_4), Kerapatan Tanaman, Waktu Operasional.

Two-way ANOVA: % penurunan fosfat versus kerapatan tanaman; waktu operasional

Source	DF	SS	MS	F	P
kerapatan tanama	2	274,61	137,303	15,54	0,013
waktu operasiona	2	908,68	454,341	51,43	0,001
Error	4	35,33	8,834		
Total	8	1218,62			

S = 2,972 R-Sq = 97,10% R-Sq(adj) = 94,20%

Hasil Tabel 4.6 memuat keterangan sebagai berikut:

DF = Derajat Bebas

SS = Variasi Residual

MS = Mean Square

F = Nilai Statistik Analisis

P = Nilai Probabilitas (dengan $\alpha = 0,05$)

N = Number

Mean = Nilai rata-rata

StDev = Standar Deviasi

Untuk taraf signifikasi (α) sebesar 5%, maka dari tabel distribusi F kerapatan tanaman didapat $F_{(0,05.3.5)}$ = 5,41 dan tabel distribusi F waktu operasional didapat $F_{(0,05.9.5)}$ = 4,77. Nilai F hitung output kerapatan tanaman dan waktu operasional secara berturut-turut adalah sebesar 15,54 dan 51,43. Nilai probabilitas kerapatan tanaman dan waktu operasional adalah 0,013 dan 0,001.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi kerapatan tanaman adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai F hitung > F tabel dan nilai P < 0,05. Artinya bahwa prosentase penyisihan fosfat (PO_4) dalam perlakuan tersebut memang tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu operasional adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai F

hitung > F tabel dan nilai P < 0,05. Artinya bahwa prosentase penyisihan Fosfat (PO_4) dalam perlakuan tersebut tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan. Perbedaan yang signifikan didukung pula adanya kondisi yang beda nyata terjadi peningkatan prosentase penyisihan Fosfat (PO_4) pada waktu operasional yang cukup besar.

4.4 Pembahasan

4.4.1 Pengaruh Variasi kerapatan tanaman terhadap presentase penyisihan fosfat (PO_4).

Pada proses fitoremediasi yang memegang peran penting dalam mengurangi atau menyerap kandungan fosfat dan warna adalah akar tanaman. Proses penyerapan unsur-unsur hara oleh tanaman dilakukan oleh membran sel secara difusi dan osmosis. Kation dari unsur-unsur kimia tersebut terdapat didalam molekul-molekul air lainnya. Sehingga jumlah ion yang berdifusi ke dalam akar tergantung pada jumlah molekul-molekul air yang diserap oleh tanaman (Bondowoso, 2011).

Kemampuan tanaman menyerap polutan tergantung pada faktor kemampuan removal tanaman dan kerapatan tanaman. Proses penurunan polutan dalam bentuk bahan organik tinggi, merupakan nutrien bagi tanaman. Melalui proses dekomposisi bahan organik oleh jaringan akar tanaman akan memberikan sumbangan yang besar terhadap penyediaan energi bagi kehidupan mikroba. (Handayanto, E. dan Hairah, K, dalam Tyagita 2011).

Semakin padat kerapatan tanaman maka jaringan akar tanaman akan semakin meningkatkan proses dekomposisi bahan organik. Variasi kerapatan tanaman pada penelitian ini dapat meningkatkan kemampuan tanaman uji dalam menurunkan kandungan fosfat. Hasil penelitian tersebut di tunjang dengan analisi ANOVA dalam reaktor kontinyu menunjukan bahwa presentase fosfat dalam perlakuan memang tidak identik atau ada perbedaan yang signifikan. Artinya dengan variasi kerapatan tanaman sangat berpengaruh terhadap penurunan kandungan fosfat dan warna pada tiap reaktor.

Pada tabel 4.2 konsentrasi akhir fosfat antara kerapatan tanaman 40 mg/cm^2, 60 mg/cm^2, 80 mg/cm^2 terlihat bahwa kerapatan 80 mg/cm^2 merupakan kerapatan yang efektif dalam meremoval konsentrasi fosfat. Artinya semakin besar kerapatan tanaman maka penurunan fosfat akan semakin meningkat. Demikian sebaliknya semakin kecil kerapatan tanaman maka penurunan kandungan fosfat dan warna akan semakin menurun.

Pada analisa ANOVA, korelasi maupun regresi didapatkan nilai probabilitas $\geq$ dari taraf signifikan (5%) dimana hipotesis awal (H_0) diterima dan hipoteis (H_1) ditolak. Nilai koefisien pada analisis korelasi menunjukan hubungan yang kuat dimana nilai koefisiennya mendekati 1 yakni untuk presentase penyisihan fosfat mempunyai nilai 0,842.

Hubungan antara kerapatan tanaman dan presentase penyisihan fosfat searah karena adanya nilai positif pada nilai koefisien korelasi. Kesimpulan yang di ambil adalah jika kerapatan tanaman makin rapat, maka presentase penyisihan fosfat akan semakin meningkat.

4.4.2 Pengaruh variasi waktu Operasional terhadap prosentase penyisihan Fosfat (PO_4).

Penyerapan unsur-unsur hara oleh *Eichornia Crassipes* dilakukan oleh bulu-bulu akar sehingga bulu-bulu akar inilah yang berperan dalam proses penurunan konsentrasi Fosfat. Penurunan fosfat pada tanaman *Eichornia Crassipes* banyak dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah lamanya waktu perlakuan (Amalia,2005 dalam tyagita, 2011)

Penelitian fitoremediasi ini dilakukan selama 6 hari, dengan pertimbangan agar tanaman uji mempunyai waktu yang cukup dalam menyerap bahan pencemar. Semakin lama waktu detensi maka semakin banyak pula kesempatan tanaman uji untuk menyerap unsur-unsur kimia dalam air limbah, sehingga tingkat pencemaran di lingkungan juga semakin kecil (Upadhyay, 2004). Waktu detensi yang efektif adalah hari ke-6 dimana konsentrasi fosfat mengalami penurunan. Pada hari ke-6 ini diperkirakan mikroba sudah benar-benar mampu berdaptasi dengan baik sehingga penurunan nilai fosfat yang dihasilkan juga

cukup besar. Pada tahap ini diperkirakan mikroba telah memperbanyak diri yang diimbangi dengan pasokan nutrisi, oksigen, cahaya dan lain sebagainya. Oleh karena ada penambahan jumlah serta makanan yang cukup maka akan diikuti dengan meningkatnya kemampuan mikroba dalam menguraikan zat organik yang terdapat dalam limbah.

Semakin lama waktu detensi maka nilai fosfat yang teremoval juga semakin tinggi, hal ini diperkuat dengan adanya analisis korelasi maupun regresi yang menyatakan bahwa koefisien dari waktu detensi searah ditandai dengan adanya tanda positif (+). Kesimpulan yang di ambil adalah jika semakin lama waktu detensi, maka presentase penyisihan fosfat akan semakin meningkat.

4.4.3 Kualitas Hasil Akhir Pengolahan Fitoremediasi Berdasarkan Standart Baku Mutu.

Konsentrasi awal Fosfat (PO_4) pada limbah Laundry adalah 12,58 mg/l. konsentrasi Fosfat (PO_4) pada limbah Laundry telah melebihi standart baku mutu kualitas air berdasarkan PP RI No.82 Tahun 2001. Untuk konsentrasi Fosfat yaitu sebesar 0,2 mg/l. setelah dilakukan pengolahan dengan fitoremediasi konsentrasi fosfat yang terkandung dalam limbah tersebut mengalami penurunan.

Konsentrasi akhir fosfat limbah laundry telah mengalami proses penyerapan oleh tanaman uji *Eichornia Crassipes* dengan kerapatan yang paling efektif yakni pada kerapatan tanaman 80 mg/cm^2 menghasilkan konsentrasi akhir pada hari ke-6 sebesar 7,06 mg/l. Dari hasil akhir konsentrasi fosfat (PO_4) tersebut dapat diketahui bahwa hasil output pengolahan belum memenuhi standart baku mutu kualitas air berdasarkan PP RI No.82 Tahun 2001.

Kerapatan tanaman Eceng Gondok sangat berpengaruh dalam penurunan kadar limbah fosfat, dilihat dari kemampuan tanaman tersebut dengan kerapatan tanaman 80 mg/cm^2 Eceng Gondok dapat menurunkan kadar fosfat namun belum memenuhi standart baku mutu kualitas air, hal ini disebabkan karena kurang tepatnya penggunaan kerapatan 80 mg/cm^2 pada tanaman Eceng Gondok untuk menurunkan kadar fosfat pada limbah Laundry, dengan demikian perlu dilakukan

pengkajian ulang mengenai kerapatan tanaman yang tepat untuk menurunkan limbah fosfat dengan penggunan tanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*).

Oleh karena itu pengolahan fitoremediasi dengan memanfaatkan tanaman air terutama tanaman *Eichornia Crassipes* dengan menggunakan pola aliran secara kontinyu dapat menurunkan kadar Fosfat (PO_4), maka proses Fitoremediasi dengan jenis tanaman *Eichornia Crassipes* dapat digunakan sebagai alternatif pengolahan limbah.

BAB V
PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. Pada fitoremediasi dengan menggunakan Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes)* dapat menurunkan kadar fosfat sebesar 43,88 % dengan konsentrasi awal sebesar 12,58 mg/l menjadi 7,06 mg/l.
2. Kerapatan optimum dari tanaman Eceng Gondok *(Eichornia Crassipes)* dengan menggunakan Reaktor Kontinyu untuk menurunkan kadar Fosfat *(phospate)* adalah 80 mg/cm^2.

5.2. Saran

Saran yang dapat diusulkan sehubungan dengan penelitian lebih lanjut adalah :

a. Perlu penelitian yang lebih lanjut dengan memperbesar waktu detensi dan kerapatan tanaman pada proses fitoremediasi untuk memperoleh tingkat penyisihan fosfat yang lebih besar.

b. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan parameter lain pada air limbah *laundry* seperti deterjen, COD , surfactan, dan minyak.

c. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut agar air dapat dimanfaatkan sebagai air baku air minum.

DAFTAR PUSTAKA

Abdul majid, 2004. ***"Kandungan Unsur Hara, Kimia Tanah".***

Alaerts, G, Ir. Sri Sumestri Santika. 1984. ***"Metode Penelitian Air".*** Surabaya.

Amalia, D. 2005. ***"Studi Keefektifan Penurunan Kromium (Cr^{6+}) Pada Air Limbah dengan Menggunakan Eceng Gondok (Eichornia Crassipes)".*** Surabaya: Laporan Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP ITS

Aneja dan Singh. 1992. ***"Eichornia Crassipes"***

Anonim . ***"Deterjen".*** (http://id.wikipedia.org/wiki/Deterjen)

Anonim. ***"Industri pencucian pakaian".*** (http://www.tempointeraktif.com/iptek). Diakses tanggal 25 November 2011 pukul 20.30

Anonim. ***"Fitoremediasi".*** (http://ltd.bppt.tripod.com/sublab/lflora 1.htm). Diakses pada tanggal 02 januari 2012 pukul 19.30

Anonim. ***Eichhornia Crassipes.*** (http://majalahforum.com/iptek). Diakses tanggal 5 Desember 2011 pukul 20.30

Astuti, Widyatmoko, dan mauren,2003. ***"Penggunaan air bersih pada industri Laundry".*** Penelitian : studi pengelolaan limbah laundry, Universitas Trisakti, Jakarta.

Bondowoso, H. 2011. ***"Penggunaan Teknologi WetLand Dalam Proses Air Buangan Domestik".*** Penelitian Jurusan Kesehatan Lingkungan, Politeknik Kesehatan Surabaya.

Budihardjo, M dan Hubono, H. 2007. ***"Pola Persebaran Tanaman Eceng Gondok Pada Permukaan Danau".*** Thesis, Universitas Diponegoro, Semarang.

Hardyanti, N dan Rahayu, S. 2007 ***"Fitoremediasi Phospat dengan Pemanfaatan Eceng Gondok (Eichornia Crassipes) (Studi Kasus Pada Limbah Cair Industri Kecil Laundry)".*** Jurnal PRESIPITASI, 2 (1). pp. 28-33. ISSN 1907-187X,UNDIP.

Iriawan, N dan Astuti, S.p. 2006. ***"Mengelola Data Statistik dengan Mudah dengan MINITAB 14".*** ANDI, Yogyakarta

Lail, N. 2008. ***"Dengan Menggunakan Tanaman Air Eceng Gondok (Eichornia Crassipes) Dapat Menurunkan Kadar TSS dan Kekeruhan Pada Air Selokan Mataram Jogjakarta".*** Laporan Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan, UII Jogjakarta.

Marianto, Lukito. 2003. ***"Tanaman Air".*** Agromedia Pustaka, Jakarta

Mangkoedihardjo, S. dan Samudro, G. 2010. ***"Fitoteknologi Terapan".*** Graha Ilmu, Yogyakarta

Mantell, S.H. dan Smith, H. 2004. ***"Plant Biotechnology (3th Edition)".*** University Press. Cambridge

Pandey, B.P. 1991. ***"Plant Anatomi".*** Departement of Botany, Universitas of Delhi, New Delhi.

Prihandrijanti, dkk. 2009. ***"Fitoremediasi Dengan Eceng Gondok dan Kiambang Untuk Menurunkan Konsentrasi Detergen, Minyak Lemak dan Krom Total".*** Universitas Surabaya

Ronald, L. 1997. ***"Theory and Practice Of Water and Wastewater Treatment".*** Johan Wiley & Sons, Inc, USA

Setiawati, E. 2004. ***"Kajian Eceng Gondok (Eichornia Crassipes) Sebagai Fitoremediasi Cs".*** Jurusan Fisika FMIPA UNDIP.

Taufikurahman, 2006. ***"Gambaran proses diagram alir laundry".*** Laporan tugas akhir, ITN-Malang.

Widianto. 1986. ***"The Effect Of Heavy Metal On The Growth Of Water Hyacinth".*** Journal, IPB, Bogor-Indonesia.

Yasril dan Gusti, A. 2007. ***"Kemampuan Tanaman Mensiang (Scirpus Grossus) dalam Menurunkan Kadar Fosfat dan COD Limbah Rumah Makan".*** Jurnal Kesehatan Lingkungan, Politeknik Kesehatan Depkes, Yogyakarta.

Youngman, L. 1999. ***"Physiology respon Of Switchgrass (Panicum Virgatum L) to Organic and Inorganic Amened Heavy Metal Contaminated Chat Tailings. Washington, D.C : Phytoremediation Of Soil and Water Contaminants, American Chemical Society Symposium".*** Research, Universitas George Washington, USA.

LAMPIRAN

Kriteria Desain / Perhitungan Reaktor Kontinyu

Bak yang digunakan berbentuk persegi panjang sehingga rumus volume dan debit air limbah di dalam reaktor adalah:

- Volume

  Diketahui :

  Panjang reaktor = 50 cm

  Lebar reaktor = 30 cm

  Tinggi muka air = 14 cm

  Sehingga

  Volume = p x l x t

  = 50 cm x 30 cm x 14 cm

  = 2100 cm^3 = 21 liter

- Debit Reaktor

  Diketahui :

  Volume = 21 liter

  Td = 2 hari

  Sehingga :

  Debit $= \frac{V}{td}$

  $= \frac{21\ liter}{2\ hr}$

  = 10,5 l/hr

  $= \frac{10500\ ml}{86400\ dtk}$

  = 0,1215 ml/dtk

Jadi volume keseluruhan yang dibutuhkan selama 6 hari adalah :

6 x 10,5 liter = 63 liter

518400 dtk x 0,1215 ml/dtk = 62985,5 ml

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta1.co.id

'IRTA I

KAN
Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Pengujian
LP - 227 - IDN

SERTIFIKAT
CERTIFICATE

Nomor : **2475 S/LKA MLG/XI/2011**

IDENTITAS PEMILIK
Owner Identity

Nama / *Name* : *Andre Daniel Dethan*

Alamat / *Address* : *Jl.Tlogo Indah No. 2 Malang*

IDENTITAS CONTOH UJI
Sample Identity

Kode Contoh Uji / *Sample Code* : Ext. 23/PC/XI/2011/23

Jenis Contoh Uji / *Type of Sample* : *Air Limbah*

Lokasi Pengambilan Contoh Uji / *Sampling Location* : *Air Limbah Loundry*

Petugas Pengambilan Contoh Uji / *Sampling Done By* : -

Tgl/ Jam Pengambilan Contoh Uji / *Date Time of Sampling* : -

Tgl/ Jam Penerimaan Contoh Uji / *Date Time of Sample Receiving in Laboratory* : 03 Nopember 2011 Jam 14:00 WIB

Kondisi Contoh Uji / *Sample Condition (s)* : -

HASIL ANALISA
Result of Analysis

Terlampir
Enclosed

Diterbitkan Di/ Tanggal :
Place/ Date of Issue

Malang, 17 Nopember 2011

ASLI
ORIGINAL

toh uji diambil oleh Andre Daniel Dethan
ggal, 03 Nopember 2011 Jam: 12.30 WIB

Laboratorium Kualitas Air
Perum Jasa Tirta I

Inni Dian Rohani, ST

Kepala Laboratorium
Head of Laboratory

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta 1.go.id

TIRTA I

KAN Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Penguji
LP - 227 - IDN

Nomor : 2475 S/LKA MLG/XI/2011

Kode Contoh Uji : Ext. 23/PC/XI/2011/23
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang
Place of Analysis

Tanggal Analisa : 03 Nopember – 15 Nopember 2011
Testing Date(s)

HASIL ANALISA

Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
Air Limbah Loundry					
1	PH	-	8,70	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa laboratorium
2	Suhu	°C	26	-	
3	Warna	Pt.CO.	23,121	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-

PERUSAHAAN UMUM LABORATORIUM KUALITAS AIR JASA TIRTA

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta1.co.id

JASA TIRTA I

KAN
Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Penguji
LP - 227 - IDN

SERTIFIKAT
CERTIFICATE

Nomor : **2475 S/LKA MLG/XI/2011**

IDENTITAS PEMILIK
Owner Identity

Nama / *Name* : *Andre Daniel Dethan*

Alamat / *Address* : *Jl.Tlogo Indah No. 2 Malang*

IDENTITAS CONTOH UJI
Sample Identity

Kode Contoh Uji / *Sample Code* : Ext. 23/PC/XI/2011/23

Jenis Contoh Uji / *Type of Sample* : *Air Limbah*

Lokasi Pengambilan Contoh Uji / *Sampling Location* : *Air Limbah Loundry*

Petugas Pengambilan Contoh Uji / *Sampling Done By* : -

Tgl/ Jam Pengambilan Contoh Uji / *Date Time of Sampling* : -

Tgl/ Jam Penerimaan Contoh Uji / *Date Time of Sample Receiving in Laboratory* : 03 Nopember 2011 Jam 14:00 WIB

Kondisi Contoh Uji / *Sample Condition (s)* : -

HASIL ANALISA
Result of Analysis

Terlampir
Endclosed

Diterbitkan Di/ Tanggal :
Place/ Date of Issue

Malang, 17 Nopember 2011

Laboratorium Kualitas Air
Perum Jasa Tirta I

Inni Dian Rohani, ST

Kepala Laboratorium
Head of Laboratory

Contoh uji diambil oleh Andre Daniel Dethan
Tanggal, 03 Nopember 2011 Jam: 12.30 WIB

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta 1.go.id

KAN
Laboratorium Penguji
LP - 227 - IDN

Nomor : 2475 S/LKA MLG/XI/2011

Kode Contoh Uji : Ext. 23/PC/XI/2011/23
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang
Place of Analysis

Tanggal Analisa : 03 Nopember – 15 Nopember 2011
Testing Date(s)

HASIL ANALISA

Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
Air Limbah Loundry					
1	PH	-	8,70	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa laboratorium
2	Suhu	°C	26	-	
3	Warna	Pt.CO.	23,121	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-

PERUSAHAAN LABORATORIUM KUALITAS AIR JASA TIRTA I

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta1.co.id

TIRTA I

KAN
Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Penguji
LP - 227 - IDN

SERTIFIKAT
CERTIFICATE

Nomor : **2519 S/LKA MLG/XI/2011**

IDENTITAS PEMILIK
Owner Identity

Nama / *Name* : *Andre Daniel Dethan*

Alamat / *Address* : *Jl.Tlogo Indah No. 2 Malang*

IDENTITAS CONTOH UJI
Sample Identity

Kode Contoh Uji / *Sample Code* : Ext. 65 -67/PC/XI/2011/65 - 67

Jenis Contoh Uji / *Type of Sample* : *Air Limbah*

Lokasi Pengambilan Contoh Uji / *Sampling Location* : *Air Limbah Loundry*

Petugas Pengambilan Contoh Uji / *Sampling Done By* : -

Tgl/ Jam Pengambilan Contoh Uji / *Date Time of Sampling* : -

Tgl/ Jam Penerimaan Contoh Uji / *Date Time of Sample Receiving in Laboratory* : 05 Nopember 2011 Jam 13:30 WIB

Kondisi Contoh Uji / *Sample Condition (s)* : -

HASIL ANALISA
Result of Analysis

Terlampir
Enclosed

Diterbitkan Di/ Tanggal : Malang, 18 Nopember 2011
Place/ Date of Issue

ASLI
ORIGINAL

itoh uji diambil oleh Andre Daniel Dethan
ggal, 05 Nopember 2011 Jam: 10.30 WIB

Laboratorium Kualitas Air
Perum Jasa Tirta I

Inni Dian Rohani, ST

Kepala Laboratorium
Head of Laboratory

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta 1.go.id

KAN
Laboratorium Penguji
LP - 227 - IDN

Nomor : 2519 S/LKA MLG/XI/2011

Kode Contoh Uji : Ext. 65 -67/PC/XI/2011/65 - 67
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang
Place of Analysis

Tanggal Analisa : 05 Nopember – 16 Nopember 2011
Testing Date(s)

HASIL ANALISA

Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
	WARNA				
	Kontrol	Pt.CO.	23,048	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	
R1	I	Pt.CO.	18,043	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	II	Pt.CO.	18,058	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	III	Pt.CO.	18,061	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	WARNA				
R2	I	Pt.CO.	17,684	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	II	Pt.CO.	17,695	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	II	Pt.CO.	17,559	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	WARNA				
R3	I	Pt.CO.	16,786	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	II	Pt.CO.	16,795	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	II	Pt.CO.	17,037	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-

PERUSAHAAN * LABORATORIUM KUALITAS AIR JASA TIRTA I

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta1.co.id

TIRTA I

KAN
Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Penguji
LP - 227 - IDN

SERTIFIKAT
CERTIFICATE

Nomor : **2519 S/LKA MLG/XI/2011**

IDENTITAS PEMILIK
Owner Identity

Nama / *Name* : *Andre Daniel Dethan*

Alamat / *Address* : *Jl.Tlogo Indah No. 2 Malang*

IDENTITAS CONTOH UJI
Sample Identity

Kode Contoh Uji / *Sample Code* : Ext. 65 -67/PC/XI/2011/65 - 67

Jenis Contoh Uji / *Type of Sample* : *Air Limbah*

Lokasi Pengambilan Contoh Uji / *Sampling Location* : *Air Limbah Loundry*

Petugas Pengambilan Contoh Uji / *Sampling Done By* : -

Tgl/ Jam Pengambilan Contoh Uji / *Date Time of Sampling* : -

Tgl/ Jam Penerimaan Contoh Uji / *Date Time of Sample Receiving in Laboratory* : 05 Nopember 2011 Jam 13:30 WIB

Kondisi Contoh Uji / *Sample Condition (s)* : -

HASIL ANALISA
Result of Analysis

Terlampir
Endclosed

Diterbitkan Di/ Tanggal :
Place/ Date of Issue

Malang, 18 Nopember 2011

Laboratorium Kualitas Air
Perum Jasa Tirta I

Imi Dian Rohani, ST

Kepala Laboratorium
Head of Laboratory

toh uji diambil oleh Andre Daniel Dethan
ggal, 05 Nopember 2011 Jam: 10.30 WIB

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta 1.go.id

TIRTA I

KAN
Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Penguji
LP - 227 - IDN

Nomor : 2519 S/LKA MLG/XI/2011

Kode Contoh Uji : Ext. 65 -67/PC/XI/2011/65 - 67
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang
Place of Analysis

Tanggal Analisa : 05 Nopember – 16 Nopember 2011
Testing Date(s)

HASIL ANALISA

Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
	WARNA				
	Kontrol	Pt.CO.	23,048	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	
R1	I	Pt.CO.	18,043	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	II	Pt.CO.	18,058	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	III	Pt.CO.	18,061	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	WARNA				
R2	I	Pt.CO.	17,684	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	II	Pt.CO.	17,695	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	II	Pt.CO.	17,559	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	WARNA				
R3	I	Pt.CO.	16,786	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	II	Pt.CO.	16,795	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	II	Pt.CO.	17,037	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-

PERUSAHAAN LABORATORIUM KUALITAS AIR JASA TIRTA I

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta1.co.id

TIRTA I

KAN
Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Pengujian
LP - 227 - IDN

SERTIFIKAT
CERTIFICATE

Nomor : **2531 S/LKA MLG/XI/2011**

IDENTITAS PEMILIK
Owner Identity

Nama / *Name* : ***Andre Daniel Dethan***

Alamat / *Address* : ***Jl. Tlogo Indah No. 2 Malang***

IDENTITAS CONTOH UJI
Sample Identity

Kode Contoh Uji / *Sample Code* : Ext. 79 - 81/PC/XI/2011/79 - 81

Jenis Contoh Uji / *Type of Sample* : ***Air Limbah***

Lokasi Pengambilan Contoh Uji / *Sampling Location* : ***Air Limbah Loundry***

Petugas Pengambilan Contoh Uji / *Sampling Done By* : -

Tgl/ Jam Pengambilan Contoh Uji / *Date Time of Sampling* : -

Tgl/ Jam Penerimaan Contoh Uji / *Date Time of Sample Receiving in Laboratory* : 07 Nopember 2011 Jam 13:45 WIB

Kondisi Contoh Uji / *Sample Condition (s)* : -

HASIL ANALISA
Result of Analysis

Terlampir
Endclosed

ASLI
ORIGINAL

ntoh uji diambil oleh Andre Daniel Dethan
nggal, 07 Nopember 2011 Jam: 10.00 WIB

Diterbitkan Di/ Tanggal : Malang, 21 Nopember 2011
Place/ Date of Issue

Laboratorium Kualitas Air
Perum Jasa Tirta I

Inni Dian Rohani, ST

Kepala Laboratorium
Head of Laboratory

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta 1.go.id

KAN
Laboratorium Penguji
LP - 227 - IDN

Nomor : 2531 S/LKA MLG/XI/2011

Kode Contoh Uji : Ext. 79 - 81/PC/XI/2011/79 - 81
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang
Place of Analysis

Tanggal Analisa : 07 Nopember – 18 Nopember 2011
Testing Date(s)

HASIL ANALISA

Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
	WARNA				
	Kontrol	Pt.CO.	21,053	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	
R1	I	Pt.CO.	15,684	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	II	Pt.CO.	15,680	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	III	Pt.CO.	15,643	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
R2	**WARNA**				
	I	Pt.CO.	14,350	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	II	Pt.CO.	14,352	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	II	Pt.CO.	14,349	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
R3	**WARNA**				
	I	Pt.CO.	13,547	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	II	Pt.CO.	13,583	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	II	Pt.CO.	13,492	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-

PERUSAHAAN UMUM LABORATORIUM KUALITAS AIR JASA TIRTA I

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta1.co.id

TIRTA I

KAN
Laboratorium Pengaji
LP - 227 - IDN

SERTIFIKAT
CERTIFICATE

Nomor : **2531 S/LKA MLG/XI/2011**

IDENTITAS PEMILIK
Owner Identity

Nama / *Name* : *Andre Daniel Dethan*

Alamat / *Address* : *Jl.Tlogo Indah No. 2 Malang*

IDENTITAS CONTOH UJI
Sample Identity

Kode Contoh Uji / *Sample Code* : Ext. 79 - 81/PC/XI/2011/79 - 81

Jenis Contoh Uji / *Type of Sample* : *Air Limbah*

Lokasi Pengambilan Contoh Uji / *Sampling Location* : *Air Limbah Loundry*

Petugas Pengambilan Contoh Uji / *Sampling Done By* : -

Tgl/ Jam Pengambilan Contoh Uji / *Date Time of Sampling* : -

Tgl/ Jam Penerimaan Contoh Uji / *Date Time of Sample Receiving in Laboratory* : 07 Nopember 2011 Jam 13:45 WIB

Kondisi Contoh Uji / *Sample Condition (s)* : -

HASIL ANALISA
Result of Analysis

Terlampir
Endclosed

Diterbitkan Di/ Tanggal : Malang, 21 Nopember 2011
Place/ Date of Issue

Laboratorium Kualitas Air
Perum Jasa Tirta I

Inni Dian Rohani, ST

Kepala Laboratorium
Head of Laboratory

oh uji diambil oleh Andre Daniel Dethan
ggal, 07 Nopember 2011 Jam: 10.00 WIB

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta 1.go.id

TIRTA I

KAN
Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Penguji
LP - 227 - IDN

Nomor : 2531 S/LKA MLG/XI/2011

Kode Contoh Uji : Ext. 79 - 81/PC/XI/2011/79 - 81
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang
Place of Analysis

Tanggal Analisa : 07 Nopember – 18 Nopember 2011
Testing Date(s)

HASIL ANALISA

Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
	WARNA				
	Kontrol	Pt.CO.	21,053	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	
R1	I	Pt.CO.	15,684	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	II	Pt.CO.	15,680	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	III	Pt.CO.	15,643	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
R2	**WARNA**				
	I	Pt.CO.	14,350	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	II	Pt.CO.	14,352	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	II	Pt.CO.	14,349	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
R3	**WARNA**				
	I	Pt.CO.	13,547	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	II	Pt.CO.	13,583	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	II	Pt.CO.	13,492	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta1.co.id

TIRTA I

KAN
Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Penguji
LP - 227 - IDN

SERTIFIKAT
CERTIFICATE

Nomor : **2553 S/LKA MLG/XI/2011**

IDENTITAS PEMILIK
Owner Identity

Nama / *Name* : ***Andre Daniel Dethan***

Alamat / *Address* : ***Jl.Tlogo Indah No. 2 Malang***

IDENTITAS CONTOH UJI
Sample Identity

Kode Contoh Uji / *Sample Code* : Ext. 103 - 105/PC/XI/2011/126 - 128

Jenis Contoh Uji / *Type of Sample* : ***Air Limbah***

Lokasi Pengambilan Contoh Uji / *Sampling Location* : ***Air Limbah Loundry***

Petugas Pengambilan Contoh Uji / *Sampling Done By* : -

Tgl/ Jam Pengambilan Contoh Uji / *Date Time of Sampling* : -

Tgl/ Jam Penerimaan Contoh Uji / *Date Time of Sample Receiving in Laboratory* : 09 Nopember 2011 Jam 13:30 WIB

Kondisi Contoh Uji / *Sample Condition (s)* : -

HASIL ANALISA
Result of Analysis

Terlampir
Enclosed

Diterbitkan Di/ Tanggal :
Place/ Date of Issue

Malang, 23 Nopember 2011

ASLI
ORIGINAL

ontoh uji diambil oleh Andre Daniel Dethan
anggal, 09 Nopember 2011 Jam: 12.00 WIB

Laboratorium Kualitas Air
Perum Jasa Tirta I

Inni Dian Rohani, ST

Kepala Laboratorium
Head of Laboratory

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta 1.go.id

KAN
Laboratorium Penguji
LP - 227 - IDN

Nomor : 2519 S/LKA MLG/XI/2011

Kode Contoh Uji : Ext. 103 - 105/PC/XI/2011/126 - 128
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang
Place of Analysis

Tanggal Analisa : 09 Nopember – 21 Nopember 2011
Testing Date(s)

HASIL ANALISA

Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
	WARNA				
	Kontrol	Pt.CO.	20,765	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	
R1	I	Pt.CO.	15,113	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	II	Pt.CO.	15,126	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	III	Pt.CO.	15,134	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
R2	**WARNA**				
	I	Pt.CO.	13,029	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	II	Pt.CO.	13,088	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	II	Pt.CO.	13,135	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
R3	**WARNA**				
	I	Pt.CO.	11,156	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	II	Pt.CO.	11,211	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	II	Pt.CO.	11,102	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-

PERUSAHAAN UMUM LABORATORIUM KUALITAS AIR JASA TIRTA I

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta1.co.id

JASA TIRTA I

KAI
Laboratorium Penguji
LP - 227 - IDN

SERTIFIKAT
CERTIFICATE

Nomor : **2553 S/LKA MLG/XI/2011**

IDENTITAS PEMILIK
Owner Identity

Nama / *Name* : ***Andre Daniel Dethan***

Alamat / *Address* : ***Jl.Tlogo Indah No. 2 Malang***

IDENTITAS CONTOH UJI
Sample Identity

Kode Contoh Uji / *Sample Code* : Ext. 103 - 105/PC/XI/2011/126 - 128

Jenis Contoh Uji / *Type of Sample* : ***Air Limbah***

Lokasi Pengambilan Contoh Uji / *Sampling Location* : ***Air Limbah Loundry***

Petugas Pengambilan Contoh Uji / *Sampling Done By* : -

Tgl/ Jam Pengambilan Contoh Uji / *Date Time of Sampling* : -

Tgl/ Jam Penerimaan Contoh Uji / *Date Time of Sample Receiving in Laboratory* : 09 Nopember 2011 Jam 13:30 WIB

Kondisi Contoh Uji / *Sample Condition (s)* : -

HASIL ANALISA
Result of Analysis

Terlampir
Endclosed

Diterbitkan Di/ Tanggal : Malang, 23 Nopember 2011
Place/ Date of Issue

Contoh uji diambil oleh Andre Daniel Dethan
Tanggal, 09 Nopember 2011 Jam: 12.00 WIB

Laboratorium Kualitas Air
Perum Jasa Tirta I

Ir. Inni Dian Rohani, ST

Kepala Laboratorium
Head of Laboratory

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta 1.go.id

TIRTA I

KAN
Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Penguji
LP - 227 - IDN

Nomor : 2519 S/LKA MLG/XI/2011

Kode Contoh Uji : Ext. 103 - 105/PC/XI/2011/126 - 128
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang
Place of Analysis

Tanggal Analisa : 09 Nopember – 21 Nopember 2011
Testing Date(s)

HASIL ANALISA

Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
	WARNA				
	Kontrol	Pt.CO.	20,765	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	
R1	I	Pt.CO.	15,113	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	II	Pt.CO.	15,126	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	III	Pt.CO.	15,134	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
R2	**WARNA**				
	I	Pt.CO.	13,029	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	II	Pt.CO.	13,088	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	II	Pt.CO.	13,135	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
R3	**WARNA**				
	I	Pt.CO.	11,156	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	II	Pt.CO.	11,211	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-
	II	Pt.CO.	11,102	QI/LKA/14 (Spektrofotometer)	-

KEMENTRIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JLN. VETERAN TELP. (0341) 575838
MALANG 65145

LAPORAN HASIL ANALISA

NO : LP. 805/RT.5/T.1/R.O/TT.150803/2011

Data Konsumen

Nama Konsumen : Andry Daniel Dethan
Instansi : -
Alamat : Jln. Tlogo Indah No.2, Tlogomas-dinoyo
Telepon : 08980023234
Status : Mahasiswi FTSP Teknik Lingkungan ITN Malang
Keperluan Analisis : Uji Kualitas Air limbah Laundry
Tanggal Terima Sampel : 04 November 2011

Data Hasil Awal

Parameter	satuan	Hasil	Metode Analisa
Fosfat (PO_4)	mg/l	12,58	Spektrofotometer
PH	-	8,70	Elektrometri

KEMENTRIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JLN. VETERAN TELP. (0341) 575838
MALANG 65145

LAPORAN HASIL ANALISA

NO : LP. 805/RT.5/T.1/R.O/TT.150803/2011

Data Konsumen

Nama Konsumen : Andry Daniel Dethan
Instansi : -
Alamat : Jln. Tlogo Indah No.2, Tlogomas-dinoyo
Telepon : 08980023234
Status : Mahasiswi FTSP Teknik Lingkungan ITN Malang
Keperluan Analisis : Uji Kualitas Air limbah Laundry
Tanggal Terima Sampel : 05 - 09 November 2011

Data Hasil Analisa

Hari Ke Dua

Parameter	Kode	Hasil (mg/l)	Standart Baku Mutu	Metode Analisa
Fosfat (PO_4)	R Kontrol	12,42	0,2 mg/l	Spektrofotometer
	R1 I	11,92		
	R1 II	12,25		
	R1 III	11,92		
	R2 I	11,59		
	R2 II	11,59		
	R2 III	11,26		
	R3 I	10,60		
	R3 II	10,93		
	R3 III	10,93		

Hari Ke Empat

Parameter	Kode	Hasil (mg/l)	Standart Baku Mutu	Metode Analisa
Fosfat (PO_4)	R Kontrol	12,17	0,2 mg/l	Spektrofotometer
	R1 I	11,26		
	R1 II	10,93		
	R1 III	11,26		
	R2 I	10,93		
	R2 II	10,27		
	R2 III	10,60		
	R3 I	9.93		
	R3 II	9,60		
	R3 III	9,93		

Hari Ke Enam

Parameter	Kode	Hasil (mg/l)	Standart Baku Mutu	Metode Analisa
Fosfat (PO_4)	R Kontrol	11,94	0,2 mg/l	Spektrofotometer
	R1 I	9,27		
	R1 II	9,60		
	R1 III	9,93		
	R2 I	8,94		
	R2 II	8,28		
	R2 III	8,61		
	R3 I	7,62		
	R3 II	6,62		
	R3 III	6,95		

Catatan :

Hasil analisa ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat itu.

Malang, 21 November 2011

Ketua	**Kalab. Lingkungan**
Dr. Ir. Basangka Prasetyawan, MS.	**Ir. Bambang Ismuyanto, MS.**
NIP. 19630404 198701 1 001	**NIP. 19600504 198603 1 003**

LAMPIRAN

PERATURAN PEMERINTAH NOMOR 82 TAHUN 2001
TANGGAL 14 DESEMBER 2001

TENTANG

PENGELOLAAN KUALITAS AIR DAN PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR

Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas

PARAMETER	SATUAN	KELAS				KETERANGAN
		I	II	III	IV	
FISIKA						
Temperatur	°C	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 5	Deviasi Tempertur dari keadaan alamiah
Residu Terlarut	mg/L	1000	1000	1000	2000	
Residu Tersuspensi	mg/L	50	50	400	400	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, residu tersuspensi ≤ 5000 mg/L
KIMIA ANORGANIK						
ph		6-9	6-9	6-9	5-9	Apabila secara alamiah di luar rentang tersebut, maka ditentukan berdasarkan kondisi alamiah
BOD	mg/L	2	3	6	12	
COD	mg/L	10	25	50	100	
DO	mg/L	6	4	3	0	Angka batas minimum
Total Fosfat sbg P	mg/L	0,2	0,2	1	5	
NO 3 sebagai N	mg/L	10	10	20	20	

NH3-N	mg/L	0,5	(-)	(-)	(-)	Bagi perikanan, kandungan amonia bebas untuk ikan yang peka ≤ 0,02 mg/L sebagai NH3
Arsen	mg/L	0,05	1	1	1	
Kobalt	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	
Barium	mg/L	1	(-)	(-)	(-)	
Boron	mg/L	1	1	1	1	
Selenium	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	
Kadmium	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	
Khrom (VI)	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,01	
Tembaga	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Cu ≤ 1 mg/L
Besi	mg/L	0,3	(-)	(-)	(-)	Bagi pengolahan air minum secara koncensional, Fe ≤ 5 mg/L
Timbal	mg/L	0,03	0,03	0,03	1	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Pb ≤ 0,1 mg/L
Mangan	mg/L	1	(-)	(-)	(-)	
Air Raksa	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,005	
Seng	mg/L	0,05	0,05	0,05	2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Zn ≤ 5 mg/L
Khlorida	mg/L	1	(-)	(-)	(-)	
Sianida	mg/L	0,02	0,02	0,02	(-)	
Fluorida	mg/L	0,5	1,5	1,5	(-)	

Nitrit sebagai N	mg/L	0,06	0,06	0,06	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, NO2_N ≤ 1 mg/L
Sulfat	mg/L	400	(-)	(-)	(-)	
Khlorin bebas	mg/L	0,03	0,03	0,03	(-)	Bagi ABAM tidak dipersyaratkan
Belerang sebagai H2S	mg/L	0,002	0,002	0,002	(-)	
MIKROBIOLOGI						
Fecal coliform	jml/100 ml	100	1000	2000	2000	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, fecal coliform ≤ 2000 jml/ 100 ml dan total coliform ≤ 10000 jml/100ml
Total coliform	jml/100 ml	1000	5000	10000	10000	
RADIOAKTIVITAS						
Gross - A	bg/L	0,1	0,1	0,1	0,1	
Gross - B	bg/L	1	1	1	1	
KIMIA ORGANIK						
Minyak dan Lemak	ug/L	1000	1000	1000	(-)	
Detergen sebagai MBAS	ug/L	200	200	200	(-)	
Senyawa Fenol	ug/L	1	1	1	(-)	
Sebagai Fenol	ug/L					
BHC	ug/L	210	210	210	(-)	
Aldrin/Dieldrin	ug/L	17	(-)	(-)	(-)	
Chlordane	ug/L	3	(-)	(-)	(-)	
DDT	ug/L	2	2	2	2	
Heptachlor dan	ug/L	18	(-)	(-)	(-)	
Heptachlor epoxide	ug/L					
Lindane	ug/L	56	(-)	(-)	(-)	
Methoxyctor	ug/L	35	(-)	(-)	(-)	
Endrin	ug/L	1	4	4	(-)	
Toxaphan	ug/L	5	(-)	(-)	(-)	

HASIL DATA STATISTIK

Reaktor/ Variasi Kerapatan Tanaman	Konsentrasi Awal Fosfat (PO_4) (mg/l)	Waktu Operasional (Hari ke -)	Konsentrasi Akhir Fosfat (PO_4) (mg/l)
Kontrol	12,58	**Tanpa Tanaman**	
		2	12,42
		4	12,17
		6	11,94
40 (mg/l)	12,58	***Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes)***	
		2	12,03
		4	11,15
		6	9,60
60 (mg/l)	12,58	2	11,48
		4	10,60
		6	8,61
80 (mg/l)	12,58	2	10,82
		4	9,82
		6	7,06

(Sumber : Hasil Penelitian)

Persentase Penyisihan Fosfat (PO_4)

Variasi Kerapatan (mg/cm^2)	Waktu pengambilan sampel (Hari ke-)	Nilai Akhir (mg/l)			Nilai Akhir rata-rata (mg/l)	% R
		Pengulangan I	Pengulangan II	Pengulangan III		
40	2	11,92	12,25	11,92	12,03	4,37
	4	11,59	11,59	11,26	11,15	11,37
	6	10,60	10,93	10,93	9,60	23,69
60	2	11,26	10,93	11,26	11,48	8,74
	4	10,93	10,27	10,60	10,60	15,74
	6	9,93	9,60	9,93	8,61	31,56
80	2	9,27	9,60	9,93	10,82	13,99
	4	8,94	8,28	8,61	9,82	21,94
	6	7,62	6,62	6,95	7,06	43,88

(Sumber : Hasil Penelitian)

DOKUMENTASI PENELITIAN