



**PENGARUH BIOMASSA ECENG GONDOK DAN AERASI  
TERHADAP PENURUNAN KONSENTRASI LIMBAH  
CAIR PENGOLAHAN KOPI**

**SKRIPSI**

Oleh

**Mohammad Rizki Safrizal  
NIM 121710201026**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**



**PENGARUH BIOMASSA ECENG GONDOK DAN AERASI  
TERHADAP PENURUNAN KONSENTRASI LIMBAH  
CAIR PENGOLAHAN KOPI**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Pertanian (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh

**Mohammad Rizki Safrizal**  
**NIM 121710201026**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**

**PERSEMBAHAN**

Untuk Ibunda Cholifah dan Ayahanda Chilman motivator yang tak pernah lelah memberikanku semangat pengorbanan dan kasih sayang sampai saat ini.



**MOTTO**

“Dan kehidupan dunia ini hanya sanda gurau dan permainan. Dan sesungguhnya negeri akhirat itulah kehidupan yang sebenarnya, sekiranya mereka mengetahui”

*(QS. Al- ‘Ankabut : 64)\*)*

“Akan datang kepada manusia tahun-tahun yang penuh tipu daya, dimana pendusta dipercaya dan orang jujur didustakan. Pengkhianat diberi amanah dan orang yang amanah dikhianati.”

*(HR. Al-Hakim)*

“Jangan merasa sombong dan puas atas kesuksesanmu saat ini, mungkin itu adalah jatah kesuksesanmu di masa yang akan datang yang kamu habiskan saat ini’

*(Sri Wahyuningsih)*

---

\*<sup>)</sup> Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al Qur’an Dan Terjemahannya*. Semarang : PT. Kumudasmoro Grafindo.

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mohammad Rizki Safrizal

NIM : 121710201026

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “**Pengaruh Biomassa Eceng Gondok dan Aerasi Terhadap Penurunan Konsentrasi Limbah Cair Pengolahan Kopi**” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi. Adapun data yang terdapat di dalam tulisan ini dan hak publikasi adalah milik Laboratorium Teknologi Pengendalian dan Konservasi Lingkungan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 21 April 2016

Yang menyatakan,

Mohammad Rizki Safrizal

NIM. 121710201026

**SKRIPSI**

**PENGARUH BIOMASSA ECENG GONDOK DAN AERASI  
TERHADAP PENURUNAN KONSENTRASI LIMBAH  
CAIR PENGOLAHAN KOPI**

Oleh

Mohammad Rizki Safrizal  
NIM 121710201026

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Sri Wahyuningsih S.P., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Elida Novita, S.TP., M.T.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Pengaruh Biomassa Eceng Gondok dan Aerasi Terhadap Penurunan Konsentrasi Limbah Cair Pengolahan Kopi” telah di uji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T.  
NIP. 197211301999032001

Dr. Elida Novita, S.TP., M.T.  
NIP. 197311301999032001

Tim Penguji

Ketua

Anggota

Prof. Dr. Indarto, S.TP., D.E.A  
NIP 197001011995121001

Drs. Rudju Winarsa, M.Kes  
NIP 196008161989021001

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember

Dr. Yuli Witono, S.TP.,M.P.  
NIP 196912121998021001



## RINGKASAN

**Pengaruh Biomassa Eceng Gondok dan Aerasi Terhadap Penurunan Konsentrasi Limbah Cair Pengolahan Kopi;** Mohammad Rizki Safrizal; 2016; 60 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Kopi merupakan salah satu komoditas pertanian yang mempunyai potensi sangat besar untuk dikembangkan di Indonesia, salah satunya daerah penghasil kopi di Indonesia adalah Kabupaten Jember. Secara umum proses pengolahan kopi ada dua macam yaitu pengolahan kopi kering dan pengolahan kopi basah. Pengolahan kopi basah menghasilkan kualitas kopi yang lebih baik dibandingkan dengan pengolahan kopi kering. Namun dalam tahapan prosesnya, pengolahan cara basah akan menghasilkan limbah cair yang akan berdampak buruk apabila dibuang langsung ke lingkungan sekitar. Oleh karena itu diperlukan sebuah proses penanganan limbah secara alami untuk mengurangi kadar konsentrasi yang ada di dalam limbah. Salah satu proses penanganan limbah yang bisa digunakan adalah fitoremediasi menggunakan eceng gondok dan pemberian aerasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh biomassa eceng gondok terhadap penurunan konsentrasi limbah cair pengolahan kopi antara lain kekeruhan, COD, BOD, amonia dan fosfat serta kenaikan konsentrasi suhu, pH, TDS. Selain itu sebagai informasi tentang perlakuan biomassa dengan panjang akar terbaik untuk menghasilkan proses fitoremediasi yang optimal.

Metode penelitian ini adalah eceng gondok 300 gram dan air limbah 10 liter ditanam dalam 4 akuarium dengan perlakuan panjang akar eceng gondok yaitu 10 cm, 20 cm dan 30 cm serta 1 akuarium tanpa perlakuan sebagai kontrol dan masing-masing akuarium menggunakan aerator. Penelitian ini dilakukan selama 14 hari dengan 3 perlakuan. Parameter yang diamati meliputi suhu, pH, TDS, kekeruhan, COD, BOD, amonia dan fosfat.

Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil keseluruhan nilai persentase penurunan kekeruhan, COD, BOD, amonia, dan fosfat dari masing-masing perlakuan panjang akar eceng gondok. Perlakuan terbaik pada penelitian



ini adalah panjang akar 30 cm dengan berat 300 gram, persentase penurunannya sebesar 76,48%. Kemudian disusul oleh akuarium perlakuan panjang akar 20 cm dengan berat 300 gram, 10 cm dengan berat 300 gram dan kontrol dengan keseluruhan nilai persentase penurunan berturut-turut sebesar 74,37%, 72,38% dan 55,82%. Semakin berat biomassa eceng gondok semakin tinggi nilai persentase penurunannya.



## SUMMARY

**The effect of water hyacinth (*Eichornia crassipes*) biomass and aeration on waste water concentration reduction of coffee processing;** Mohammad Rizki Safrizal; 2016; 60 pages; Agricultural Engineering Department, Faculty of Agriculture Technology, Jember University.

Coffee is one of the agricultural commodities that have a huge potential to be developed in Indonesia, one of coffee producing areas in Indonesia is Jember. Usually coffee processing there are two kinds of coffee processing : dry and wet. Wet coffee processing to produce better quality coffee than dry coffee processing. However, in the stages of the process, the processing of the wet method will produce wastewater that would be bad if discharged directly into the environment. Therefore we need a process of natural waste treatment to reduce the levels of concentration in the waste. One method that can be used was phytoremediation used water hyacinth and added aeration. The purpose of this study was to know the influence of the length of the water hyacinth roots on decrease in the concentration of the liquid waste processing coffee: turbidity, COD, BOD, ammonia and phosphate as well as the increase in the concentration of temperature, pH, TDS. In addition, as the information about the best treatment biomass and root length to produce optimal phytoremediation process

The method of this study was the water hyacinth 300 grams and 10 liters of waste water were planted into 4 treatment aquarium with water hyacinths root length of 10 cm, 20 cm and 30 cm and 1 aquarium without treatment as the control and use of each aquarium aerator. This study was carried out for 14 days with 3 treatments. The observed parameters as temperature, pH, TDS, turbidity, COD, BOD, ammonia and phosphate

From the study that has been done was invalidated the results of the overall value of the percentage decrease in turbidity, COD, BOD, ammonia and phosphate from each treatment of water hyacinth roots length. The best treatment in this study was the length of the root of 30 cm with a percentage decrease of 76,48%. Then followed by an aquarium with a long root treatment 20 cm, 10 cm

and control with the overall value of the percentage decrease in a row of 74,37%, 72.38% and 55,82%. The weight of water hyacinth biomass, the higher percentage values of decrease.



## PRAKATA

Alhamdulillah, puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah tertulis yang berjudul “Pengaruh Biomassa Akar Eceng Gondok dan Aerasi Terhadap Penurunan Konsentrasi Limbah Cair Pengolahan Kopi”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang telah bersedia meluangkan waktu, arahan dan dukungannya. Oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan perhatian, nasehat dan arahan dalam penyusunan skripsi ini;
2. Dr. Elida Novita, S.TP., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA) yang telah memberikan banyak arahan, semangat dan motivasi sehingga karya tulis ilmiah ini bisa terselesaikan dengan baik;
3. Prof. Dr. Indarto, S.TP., DEA dan Drs. Rudju Winarsa, M.Kes. selaku Dosen Penguji yang telah banyak memberikan kritik dan saran yang membangun pada saat ujian;
4. Dr. Dedy Wirawan S, S.TP., M.T. selaku Dosen Wali yang telah banyak memberikan motivasi dan semangat sehingga karya tulis ilmiah ini bisa terselesaikan dengan baik;
5. Dr. Yuli Witono, S.TP.,M.P. selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian, Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember dan Ir. Muharjo Pudjojono selaku Ketua Komisi Bimbingan yang telah memberikan banyak semangat dan motivasi untuk segera menyelesaikan skripsi ini;

6. Ayah Chilman, Ibu Cholifah serta kakak adikku (Dian Rachmayani, Juli ariani, M Fachrul Reza) yang tak pernah lelah memberikan doa, semangat serta sebagai motivasi penulis untuk memberikan yang terbaik;
7. Para pejuang penelitian yang tidak pernah lelah meskipun banyak rintangan yang kita lalui bersama (Dinda, Avif, Septika, Riya, Khofifah, Ika, Amel, Hendra, Wawan, Salman, Mastuki, Masfiyah, Vivin, Widad, Ayu, Shofa, Mbak Betty, Mbak Rini, Mas Ardhi) terimakasih atas semangat dan kerja samanya;
8. Teman-teman TEP B angkatan 2012 (Zainul, Angga, Mikel, Ikfi, Atas, Agung, Brain, Andi, Faris, Indra, Hazmi, Deny, Helan, Zabit, Dimas, Bagas, Wicak, Rosyad, Irma, Vivi, Aini ) yang selalu bersedia untuk memberikan rasa kebersamaan, inspirasi, semangat dan motivasi hingga saat ini;
9. Teman gondes eks KKN PPM Arjasa Diyol, Lona, Dika, Aceng, dan spesial buat Dwi Oktavianti yang selalu memberi semangat, doa, serta rasa manis pada kopi yang kita nikmati bersama-sama;
10. Teman-teman angkatan FTP 2012 yang istimewa;
11. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini sehingga tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa di dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kesalahan dan kekurangan. Saran dan kritik sangat penulis harapkan demi kesempurnaan karya tulis ilmiah ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Jember, 21 April 2016

Penulis

**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>SUMMARY</b> .....	ix
<b>PRAKATA</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	2
<b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....	2
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	2
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	3
<b>2.1 Limbah Cair Kopi</b> .....	3
<b>2.2 Parameter Kualitas Air</b> .....	4
<b>2.2.1 Total Suspended Solid (TSS)</b> .....	4



2.2.2 <i>Total Dissolved Solid (TDS)</i> .....	4
2.2.3 Kekерuhan .....	4
2.2.4 <i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i> .....	4
2.2.5 <i>Biological Oxygen Demand (BOD)</i> .....	5
2.2.6 pH.....	5
<b>2.3 Fitoremediasi</b> .....	5
<b>2.2 Aerasi</b> .....	6
<b>2.3 Eceng Gondok</b> .....	7
<b>2.4 Akar Eceng Gondok</b> .....	7
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	10
<b>3.1 Waktu dan Tempat</b> .....	10
<b>3.2 Alat Dan Bahan</b> .....	10
3.2.1 Alat .....	10
3.2.2 Bahan.....	11
<b>3.3 Tahapan Penelitian</b> .....	11
3.3.1 Persiapan penelitian.....	11
3.3.2 Pelaksanaan Penelitian .....	11
3.3.3 Pengukuran parameter .....	13
<b>3.4 Diagram Penelitian</b> .....	14
<b>3.5 Analisa Data</b> .....	15
3.5.1 Analisis Data .....	15
3.5.2 Uji General Linear Model Repeated Measures (GLM).....	15
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	16
<b>4.1 Karakteristik Limbah Cair Pengolahan Kopi</b> .....	16
<b>4.2 Parameter Akhir Proses Fitoremediasi</b> .....	17



4.2.1	Suhu.....	17
4.2.2	Kekeruhan .....	18
4.2.3	<i>Total Dissolved Solid (TDS)</i> .....	20
4.2.4	Derajat Keasaman (pH).....	23
4.2.5	<i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i> .....	25
4.2.6	<i>Biological Oxygen Demand (BOD)</i> .....	27
4.2.7	Amonia (NH <sub>3</sub> ) pada N Total .....	29
4.2.8	Fosfat (PO <sub>4</sub> ) pada P Total .....	31
<b>4.3</b>	<b>Karakteristik Tanaman Eceng Gondok.....</b>	<b>33</b>
<b>4.4</b>	<b>Analisis Perlakuan Terbaik Pada Berbagai Variasi Biomassa Eceng Gondok .....</b>	<b>36</b>
<b>BAB 5. PENUTUP</b>	<b>.....</b>	<b>38</b>
<b>5.1</b>	<b>Kesimpulan .....</b>	<b>38</b>
<b>5.2</b>	<b>Saran .....</b>	<b>38</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>.....</b>	<b>39</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>.....</b>	<b>42</b>

**DAFTAR TABEL**

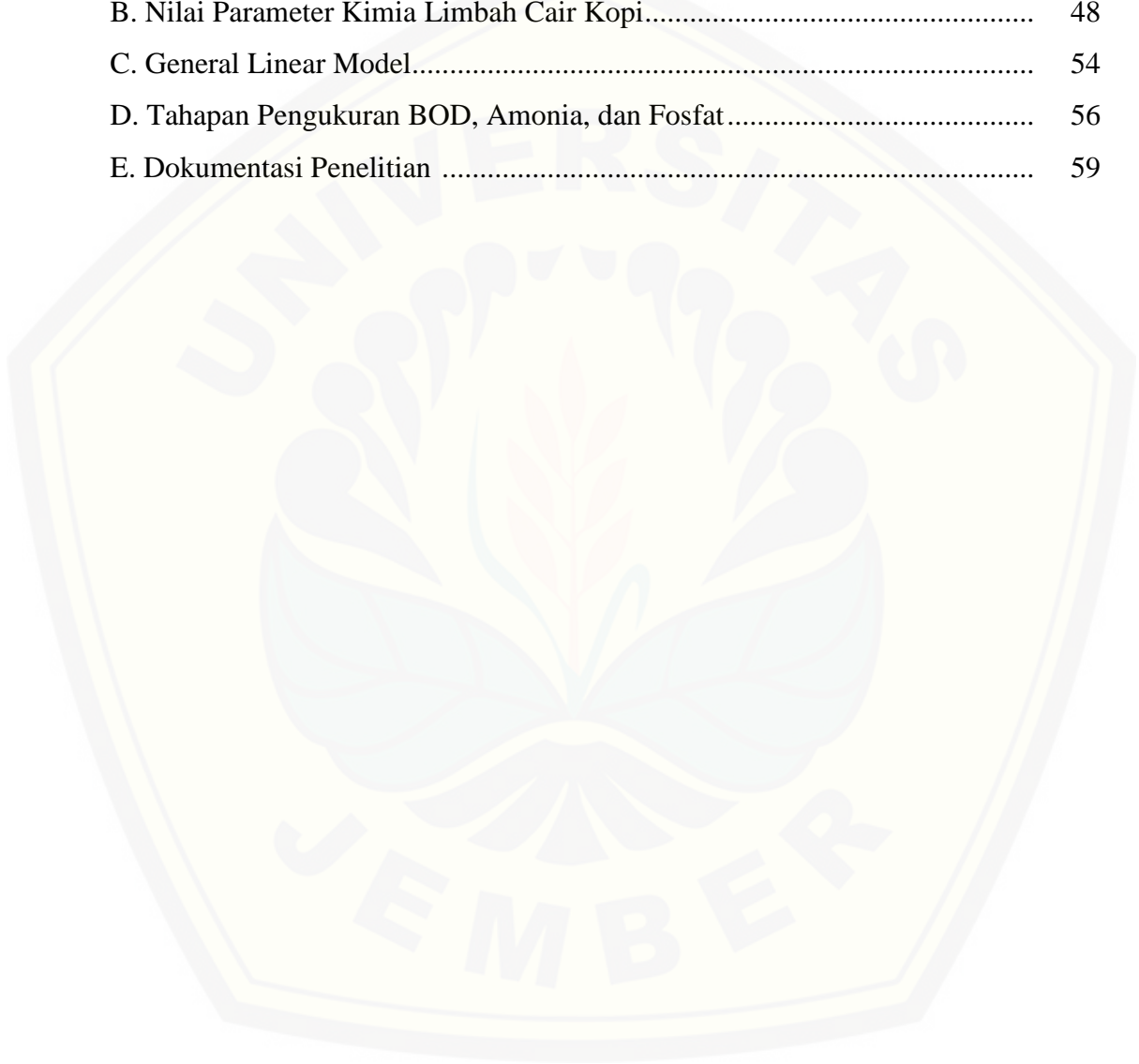
Tabel	Halaman
2.1. Klarifikasi Mikroorganisme.....	8
3.1. Perlakuan Akuarium Berdasarkan Panjang Akar dan Hari.....	12
4.1. Karakteristik Awal Limbah Cair Kopi.....	16
4.2. Hasil Pengukuran COD.....	25
4.3. Hasil Pengukuran BOD.....	27
4.4. Hasil Pengukuran Amonia.....	29
4.5. Hasil Pengukuran Fosfat.....	32
4.6. Nilai Persentase Penurunan COD, BOD, Amonia, Fosfat dan Kekeruhan	37

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
3.1. Rancangan Akuarium.....	12
3.2. Diagram Penelitian.....	14
4.1. Perubahan Nilai Suhu Terhadap Waktu.....	17
4.2. Perubahan Kekeruhan Terhadap Waktu.....	18
4.3. Nilai Persentase Penurunan Kekeruhan .....	19
4.4. Perubahan Nilai TDS Terhadap Waktu.....	21
4.5. Nilai Persentase Kenaikan TDS .....	22
4.6. Perubahan pH Terhadap Waktu .....	23
4.7. Nilai Persentase Penurunan pH.....	24
4.8. Nilai Persentase Penurunan COD .....	26
4.9. Nilai Persentase Penurunan BOD .....	27
4.10. Nilai Persentase Penurunan Amonia.....	30
4.11. Nilai Persentase Penurunan Fosfat.....	32
4.12. Kondisi Tanaman Eceng Gondok pada Hari ke 1, 5, dan 14.....	35
4.13. Keseluruhan Nilai Persentase Penurunan Semua Parameter .....	36

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran	Halaman
A. Nilai Parameter Fisika Limbah Cair Kopi.....	42
B. Nilai Parameter Kimia Limbah Cair Kopi.....	48
C. General Linear Model.....	54
D. Tahapan Pengukuran BOD, Amonia, dan Fosfat.....	56
E. Dokumentasi Penelitian .....	59



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Pengolahan kopi ada dua metode yaitu pengolahan kopi basah dan pengolahan kopi secara kering. Metode pengolahan kopi yang banyak digunakan di Jawa Timur adalah pengolahan kopi secara basah. Pada metode pengolahan kopi secara basah banyak menghasilkan limbah cair karena pada metode ini banyak menggunakan air. Limbah cair kopi memiliki komponen utama berupa bahan organik yang sangat resisten menaikkan beban pencemaran 80 % dengan nilai COD 50.000 mg / l dan BOD mencapai 20.000 mg/l (Sariadi, 2011). Tingginya kandungan bahan organik pada limbah cair kopi dapat menyebabkan pencemaran berupa polusi organik pada perairan dimana limbah kopi tersebut dibuang. Oleh karena itu limbah cair kopi perlu diolah agar aman dibuang dan sesuai dengan baku mutu limbah cair yang ditetapkan. Untuk mengurangi dampak yang terjadi akibat banyaknya limbah yang ada perlu adanya metode penanganan limbah yang baik, salah satunya adalah dengan fitoremediasi.

Fitoremediasi merupakan salah satu metode penanganan limbah secara alami dengan memanfaatkan tumbuh-tumbuhan untuk mengurangi kadar zat berbahaya yang terkandung di dalam limbah. Eceng gondok merupakan salah satu tanaman yang dapat digunakan dalam metode fitoremediasi. Dalam penelitian ini perlakuan yang digunakan adalah panjang akar eceng gondok. Penggunaan eceng gondok dalam metode fitoremediasi karena sifat akar dari eceng gondok yang mampu menyerap kontaminan dan bekerja sama dengan mikroorganisme dalam media yang dapat mengubah zat berbahaya menjadi kurang atau tidak berbahaya bagi lingkungan. Secara fisiologis eceng gondok dapat berperan secara tidak langsung dalam mengatasi bahan pencemar perairan. Oksigen hasil fotosintesis di daun dan tangkai daun ditransfer ke akar yang luas serta air di sekitarnya. Ini membuat rizosfer menyediakan lingkungan mikro dengan kondisi yang kondusif bagi bakteri nitrit. Oleh karena itu aktivitas dekomposisi oleh bakteri jenis ini yaitu perubahan amoniak menjadi nitrat lebih meningkat. Proses fitoremediasi

dengan perlakuan biomassa eceng gondok yang tepat diharapkan menghasilkan penurunan konsentrasi zat pada limbah cair pengolahan kopi yang optimal.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Fitoremediasi dengan menggunakan tanaman eceng gondok merupakan salah satu metode penanganan limbah cair kopi yang alami dan ramah terhadap lingkungan. Penggunaan eceng gondok pada metode fitoremediasi dikarenakan akar eceng gondok memiliki kemampuan untuk menyerap kontaminan dan senyawa-senyawa beracun yang terdapat di dalam limbah cair kopi. Oleh karena itu perlu adanya biomassa eceng gondok yang sesuai untuk mengetahui pengaruh eceng gondok terhadap penurunan konsentrasi limbah cair pengolahan kopi.

### **1.3 Batasan Masalah**

Pada penelitian ini ruang lingkup permasalahan dibatasi pada pengukuran parameter harian pH, suhu, kekeruhan, TDS, serta pada awal dan akhir perlakuan yaitu COD, BOD, amonia dan fosfat, dengan perlakuan biomassa eceng gondok yang dengan menggunakan panjang akar 10 cm , 20 cm, dan 30 cm masing-masing dengan berat 300 gram dan tidak mengukur penguapan.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

Mengetahui pengaruh panjang akar eceng gondok terhadap penurunan berbagai parameter konsentrasi limbah cair kopi antara lain kekeruhan, COD, BOD, amonia, dan fosfat serta mampu meningkatkan nilai TDS dan pH.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Sebagai informasi bagi para petani kopi maupun instansi yang terkait dalam pengelolaan limbah cair kopi agar tidak mencemari lingkungan
2. Memberikan informasi tentang biomassa eceng gondok dengan panjang akar yang optimal pada saat melakukan fitoremediasi limbah cair kopi.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Limbah Cair Kopi

Proses pengolahan kopi dibagi menjadi dua yaitu proses pengolahan kopi kering dan proses pengolahan kopi basah. Proses pengolahan kopi kering merupakan metode pengolahan kopi yang sangat sederhana. Pengolahan dengan cara ini sering digunakan untuk kopi robusta dan juga 90 % kopi arabika di Brazil. Buah kopi yang telah dipanen segera dikeringkan terutama buah yang telah matang. Pengeringan buah kopi dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan pengeringan alami dengan menggunakan sinar matahari dan pengeringan buatan.

Proses pengolahan kopi basah merupakan perbaikan proses pengolahan kering. Penggunaan air pada proses pengolahan dengan modifikasi olah basah adalah; (1) sebagai media untuk mengklasifikasi kualitas buah kopi melalui sortasi rambang, (2) media pengaliran buah kopi untuk memudahkan proses pengupasan buah (*pulping*), dan (3) untuk membersihkan biji kopi dari lendir yang terdegradasi (*washing*) setelah proses fermentasi sekaligus mencegah proses fermentasi berlebih (*over fermentation*). Potensi limbah cair terbesar terutama dihasilkan dari proses pencucian biji kopi setelah fermentasi (Novita, 2012). Oleh karena itu upaya penanganan limbah cair dan limbah padat dibutuhkan agar aktivitas agroindustri kopi rakyat tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan masyarakat.

Limbah cair kopi merupakan salah satu hasil limbah yang dihasilkan pada proses pengolahan kopi. Limbah cair kopi harus dilakukan penanganan yang tepat agar tidak menimbulkan dampak berupa pencemaran terhadap lingkungan sekitar pabrik. Dampak lingkungan berupa polusi organik limbah kopi yang paling berat adalah pada perairan di mana effluen kopi dikeluarkan. Dampak itu berupa pengurangan oksigen karena tingginya BOD dan COD. Limbah cair kopi memiliki komponen utama berupa bahan organik yang sangat resisten menaikkan beban pencemaran 80 % dengan nilai COD 50.000 mg / l dan BOD mencapai 20.000 mg/l (Sariadi 2011).



## 2.2 Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air dibedakan menjadi tiga yaitu parameter fisik dan parameter kimia dan parameter biologi. Parameter fisik meliputi TSS, TDS, Kekeruhan, Volume, dan Suhu. Sedangkan parameter kimia meliputi COD, BOD, N, P dan pH.

### 2.2.1 *Total Suspended Solid (TSS)*

*Total Suspended Solid* adalah total padatan tersuspensi atau padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak larut dan tidak mengendap langsung. TSS dan memiliki kolerasi yang positif yaitu semakin tinggi nilai padatan tersuspensi maka semakin tinggi nilai kekeruhan. Akan tetapi tingginya padatan tersuspensi tidak selalu diikuti dengan tingginya kekeruhan (Effendi, 2000).

### 2.2.2 *Total Dissolved Solid (TDS)*

*Total Dissolved Solid (TDS)* adalah ukuran zat terlarut baik itu zat organik maupun anorganik, yang terdapat pada sebuah larutan. Padatan terlarut ini merupakan padatan-padatan yang mempunyai ukuran lebih kecil daripada padatan tersuspensi.

### 2.2.3 Kekeruhan

Kekeruhan menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat dalam air. Kekeruhan disebabkan oleh bahan organik dan anorganik baik tersuspensi maupun terlarut seperti lumpur, pasir halus, bahan organik dan bahan anorganik seperti plankton, dan mikroorganisme lainnya (Suradi, 2002).

### 2.2.4 *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Menurut pendapat Kristanto (2004:88), COD pada dasarnya menunjukkan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan atau mengoksidasi zat organik yang di dalam suatu perairan.

### 2.2.5 *Biological Oxygen Demand* (BOD)

BOD menunjukkan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk menguraikan atau mengoksidasi bahan organik di dalam air. Jika pemanfaatan oksigen tinggi yang ditunjukkan dengan semakin kecilnya sisa oksigen terlarut, maka kandungan bahan organik yang membutuhkan oksigen dalam pengairannya tinggi. (Nurul, 2001).

### 2.2.6 pH

Konsentrasi ion hidrogen ( $H^+$ ) dalam suatu cairan dinyatakan dengan pH. Organisme sangat sensitif terhadap perubahan ion hidrogen. pH yang lebih kecil dari 6,5 akan dapat menyebabkan korosi pada pipa air.

## 2.3 Fitoremediasi

Salah satu metode yang digunakan dalam penanganan limbah yang dapat mencemari lingkungan adalah menggunakan metode fitoremediasi. Fitoremediasi menurut Priyanto dan Prayitno (2006), fitoremediasi berasal dari kata *phyto* (asal kata Yunani *phyton*) yang berarti tumbuhan/tanaman (*plant*) dan kata *remediation* (asal kata Latin *remediare = to remedy*) yaitu memperbaiki/ menyembuhkan atau membersihkan sesuatu. Dengan demikian fitoremediasi dapat didefinisikan sebagai: penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan, memindahkan, menstabilkan, atau menghancurkan bahan pencemar baik itu senyawa organik maupun anorganik. Dengan kata lain fitoremediasi merupakan salah satu metode penanganan limbah secara alami dengan memanfaatkan tumbuh-tumbuhan untuk mengurangi kadar zat berbahaya yang terkandung didalam limbah. Konsep pemanfaatan tumbuhan dan mikroorganisme untuk meremediasi tanah terkontaminasi bahan pencemar adalah pengembangan terbaru dalam teknik pengolahan limbah. Fitoremediasi dapat di aplikasikan pada limbah organik maupun anorganik juga unsur logam (As,Cd,Cr,Hg,Pb,Zn,Ni dan Cu) dalam bentuk padat, cair dan gas (Udiharto dan Sudaryono, 1999).

Proses fitoremediasi secara umum dibedakan berdasarkan mekanisme fungsi dan struktur tumbuhan sebagai berikut (Mangkoedihardjo, 2005).

1. Fitostabilisasi (*phytostabilization*); akar tumbuhan melakukan imobilisasi polutan dengan cara mengakumulasi, mengadsorpsi pada permukaan akar dan mengendapkan presipitat polutan dalam zone akar.
2. Fitoekstraksi / fitoakumulasi (*phytoextraction / phytoaccumulation*); akar tumbuhan menyerap polutan dan selanjutnya ditranslokasi ke dalam organ tumbuhan.
3. Rizofiltrasi (*rhizofiltration*); akar tumbuhan mengadsorpsi atau presipitasi pada zone akar atau mengabsorpsi larutan polutan sekitar akar ke dalam akar.
4. Fitodegradasi / fitotransformasi (*phytodegradation / phytotransformation*); organ tumbuhan menguraikan polutan yang diserap melalui proses metabolisme tumbuhan.
5. Rizodegradasi (*rhizodegradation*); proses penguraian bahan organik oleh mikroba.
6. Fitovolatilisasi (*phytovolatilization*); penyerapan polutan oleh tumbuhan dan dikeluarkan dalam bentuk uap cair ke atmosfer

## 2.2 Aerasi

Aerasi merupakan proses pengolahan air dengan cara mengontakkan air ke udara. Pada proses aerasi terjadi sirkulasi dengan masuknya oksigen ke dalam air. Aerasi digunakan untuk pengolahan air yang mempunyai kandungan organik atau senyawa berbahaya lainnya dengan kadar yang cukup tinggi.

Salah satu fungsi dari fitoremediasi adalah menurunkan kadar kontaminan atau zat-zat berbahaya yang ada di dalam cairan limbah melalui penyerapan, pendegradasian, transformasi logam berat dan senyawa organik oleh tanaman serta penguraian oleh mikroorganisme. Dalam proses Fitoremediasi mikroorganisme aerob juga mengkonsumsi oksigen terlarut untuk menguraikan senyawa-senyawa organik yang ada di dalam limbah. Penambahan kadar oksigen dengan proses aerasi pada proses fitoremediasi perlu dilakukan untuk meningkatkan ketersediaan oksigen terlarut yang ada di dalam cairan limbah sehingga kebutuhan oksigen terlarut oleh mikroorganisme bisa tercukupi dalam

proses reaksi biokimia (Manasika, 2015). Ketersediaan oksigen ini berguna untuk membantu mikroorganisme dalam menguraikan logam berat dan bahan-bahan organik. Adanya proses aerasi ini sanggup untuk menyuplai oksigen secara kontinyu sehingga mampu untuk menangani kondisi air limbah yang beban pencemarannya berlebihan (Laksmi *et al.*, 1993:74)

### 2.3 Eceng Gondok

Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) termasuk dalam kelompok gulma perairan. Eceng gondok merupakan salah satu tumbuhan air yang hidupnya mengapung dan tergolong pada famili *Pontederiaceae*. Menurut Anonim (2012), berikut ini klasifikasi dari tanaman eceng gondok :

Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Monocotyledons
Family	: Pontederiaceae
Genus	: Eichornia
Spesies	: <i>Eichornia crassipes</i>

Tanaman ini memiliki kecepatan berkembang biak vegetatif yang sangat tinggi yaitu mencapai 7 sampai 10 g/m<sup>2</sup> per hari, terutama di daerah tropis dan subtropis. Eceng gondok adalah salah satu jenis tumbuhan air yang pertama kali ditemukan secara tidak sengaja oleh ilmuwan bernama Karl Von Mortius pada tahun 1824 ketika sedang melakukan ekspedisi di sungai Amazon Brazilia dan masuk di Indonesia pada tahun 1894 (Suprpti, 2008). Eceng gondok mempunyai sifat-sifat yang baik antara lain dapat menyerap logam-logam berat, senyawa sulfide, selain itu mengandung protein lebih dari 11,5 %. Kandungan kimia serat eceng gondok terdiri atas 60% selulosa, 8 % hemiselulosa dan 17 % liginin (Putera, 2012).

### 2.4 Akar Eceng Gondok

Eceng gondok dapat berperan secara tidak langsung dalam mengatasi bahan pencemar perairan. Oksigen hasil fotosintesis di daun dan tangkai daun ditransfer ke akar yang luas serta air di sekitarnya. Ini membuat rizosfer menyediakan lingkungan mikro dengan kondisi yang kondusif bagi bakteri nitrit. Oleh karena

itu aktivitas dekomposisi oleh bakteri jenis ini yaitu perubahan amoniak menjadi nitrat lebih meningkat. Akar eceng gondok berfungsi sebagai organ penyerap dan penyalur unsur-unsur hara ke bagian yang lain. Sesuai dengan fungsinya, maka akar akan banyak menyerap unsur hara sehingga akumulasi logam akan lebih tinggi di akar dibandingkan dengan batang dan daun. Pada akar eceng gondok terdapat empat jenis bakteri hidrokarbon yaitu *Pseudomonas*, *Strepto bacillus*, *Bacillus megaterium*, dan *Arthobacter* (Budisantoso dan Tangahu, 2007). Menurut Haryanti *et al.* (2009), terdapa bakteri rhizosfer yang terdapat pada tumbuhan yaitu Bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter*. Kedua bakteri tersebut sangat berperan pada proses nitrifikasi yaitu perubahan ammonia menjadi nitrit dan nitrat.

Selain mikroorganisme yang ada pada akar eceng gondok, pada limbah juga terdapat mikroorganisme yang memiliki peranan penting dalam proses fitoremediasi Klasifikasi mikroorganisme yang ada di dalam air limbah seperti pada Tabel 2.1 sebagai berikut.

Tabel 2.1 Klarifikasi Mikroorganisme

NO.	Kelompok Besar	Anggota
1	Binatang	Kutu dan larva <i>Rotifers</i>
2	Tumbuhan	Lumut Pakis
3	Protista	Bakteri Jamur <i>Protozoa</i>

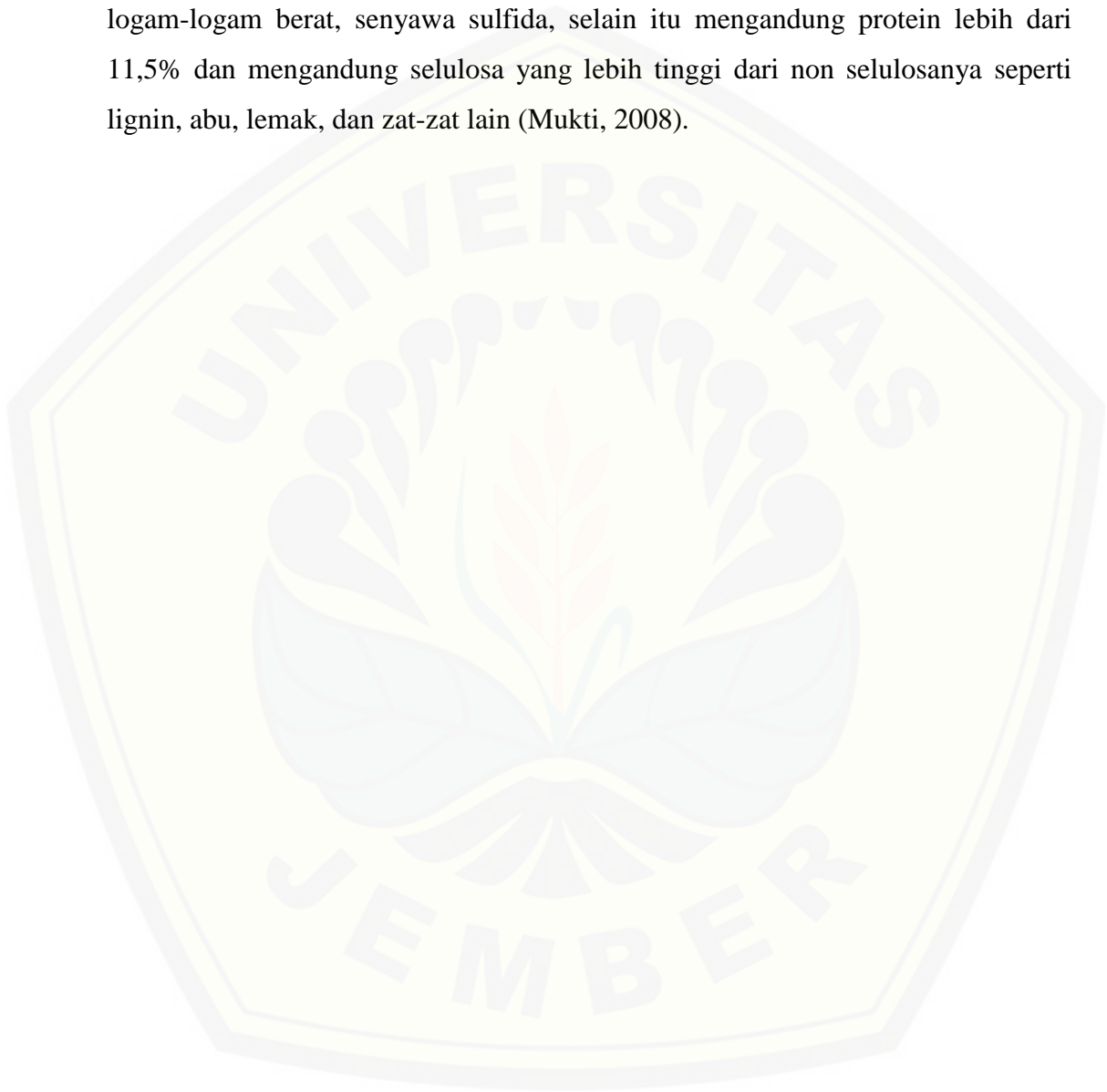
Sumber: Sugiharto (1987:36)

Mikroorganisme yang berperan penting pada proses fitoremediasi adalah bakteri. Bakteri menguraikan bahan organik menjadi molekul atau ion yang siap diserap oleh tumbuhan air. Proses penyerapan molekul atau ion hasil penguraian oleh bakteri akan memacu bakteri untuk mempercepat proses penguraian bahan organik (Sugiharto, 1987)

Di perairan dangkal, akar mungkin akan melekat ke dasar perairan selama beberapa minggu ketika permukaan air menurun. Selain itu semakin panjang dan banyak akar yang dimiliki eceng gondok maka semakin cepat proses penyerapan logam Fe karena pada akar eceng gondok dapat membentuk suatu zat yaitu



fitosidorof 23. Zat inilah yang akan mengikat logam Fe dan kemudian membawanya ke dalam sel akar, kemudian didistribusikan ke batang dan daun. Komposisi kimia eceng gondok tergantung pada kandungan unsur hara tempatnya tumbuh dan sifat daya serap tanaman tersebut. Eceng gondok dapat menyerap logam-logam berat, senyawa sulfida, selain itu mengandung protein lebih dari 11,5% dan mengandung selulosa yang lebih tinggi dari non selulosanya seperti lignin, abu, lemak, dan zat-zat lain (Mukti, 2008).



### BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan (TPKL) Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Kegiatan penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2015 sampai dengan Maret 2016.

#### 3.2 Alat Dan Bahan

##### 3.2.1 Alat

alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

- |                                    |                                      |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| a. Aquarium                        | k. Inkubator                         |
| b. Meja                            | l. Botol Inkubasi Winkler            |
| c. Jerigen Air                     | m. Labu Takar 1 liter dan 2 liter    |
| d. Timbangan Digital               | n. pH meter Calibration Check HI 223 |
| e. Erlenmeyer                      | o. Spektrofotometer HI 83099         |
| f. Pipet ukur 5 ml dan pipet tetes | p. Turbidimeter TN-100               |
| g. Kuvet                           | q. TDS Meter 8302                    |
| h. Gelas ukur 50 ml dan 10 ml      | r. Botol atau plastik sampel         |
| i. Oven                            | s. Reaktor COD HI 839800             |
| j. Penggaris                       | t. Aerator Vosso SN-1                |



### 3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

- a. Limbah cair kopi
- b. Eceng gondok
- c. Aquades

## 3.3 Tahapan Penelitian

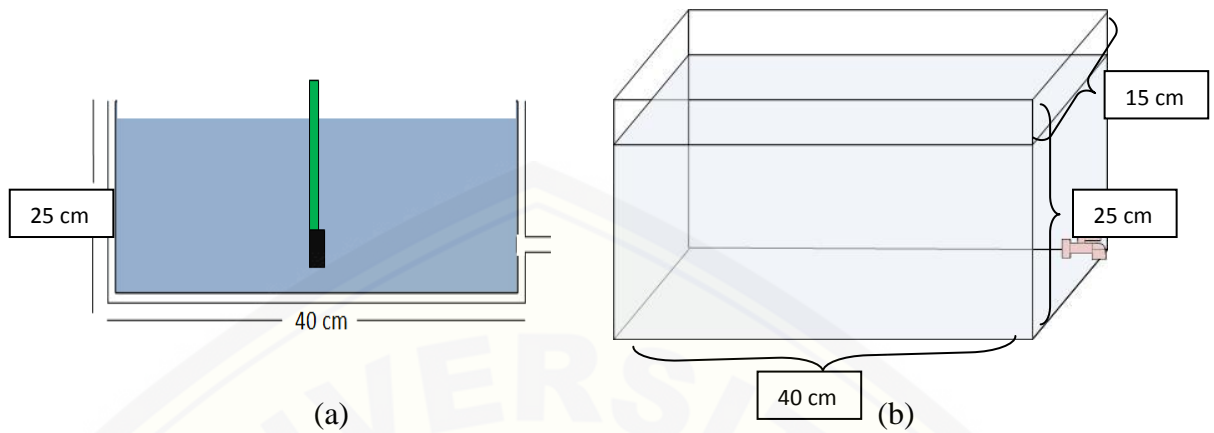
Berikut ini adalah tahapan penelitian yang dilakukan antara lain :

### 3.3.1 Persiapan penelitian

Dalam persiapan penelitian ini yang dilakukan pertama adalah studi literatur dengan mencari referensi atau materi yang terkait dengan penelitian ini, persiapan penelitian dilakukan di *greenhouse* yang terdapat di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Dan yang terakhir persiapan alat dan bahan meliputi perancangan dan pembuatan akuarium dengan ukuran 40 cm x 15 cm x 25 cm. Pengambilan tanaman eceng gondok dilakukan di Desa Gumuk Mas, Jember serta pengambilan limbah cair kopi dari perkebunan rakyat Jampit, Kalisat dan Sidomulyo Jember.

### 3.3.2 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian utama bertujuan untuk mengetahui pengaruh biomassa eceng gondok dan aerasi terhadap penurunan konsentrasi limbah cair kopi. Pada penelitian utama ini menggunakan 4 akuarium. Akuarium 1, 2 dan 3 akan diberi perlakuan yaitu variasi panjang akar eceng gondok 10 cm, 20 cm dan 30 cm, sedangkan akuarium yang ke- 4 dibiarkan tanpa perlakuan sebagai pengontrol. Volume akuarium 10 liter dan eceng gondok yang digunakan 300 gram untuk masing-masing perlakuan panjang akar. Untuk mendapatkan berat 300 gram dilakukan dengan cara mengurangi bagian tumbuhan seperti daun atau batang sehingga diperoleh perlakuan panjang akar 10 cm dengan berat 300 gram, panjang akar 20 cm dengan berat 300 gram, dan panjang akar 30 cm dengan berat 300 gram. Penelitian ini dilakukan selama 14 hari dengan 3 kali pengulangan. Berikut ini adalah gambar rancangan akuarium yang akan digunakan dalam penelitian :



Gambar 3.1. Rancangan Aquarium Tampak Depan (a), Tampak Luar (b)

Sedangkan desain tabel rancangan percobaan adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Perlakuan Aquarium Berdasarkan Panjang Akar dan Hari

Parameter	Hari	Panjang Akar (cm)			
		10	20	30	-
1. A	0				
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				

Keterangan :

Perlakuan batch

- Dengan perlakuan : variasi panjang akar eceng gondok yaitu 10 cm, 20 cm, dan 30 cm.
- Tanpa perlakuan : aquarium tidak menggunakan eceng gondok.
- Volume aquarium 10 liter dan eceng gondok yang digunakan 300 gram untuk setiap perlakuan panjang akar
- Penelitian dilakukan selama 14 hari dengan 3 kali pengulangan

### 3.3.3 Pengukuran parameter

#### a. pH

pH pada dasarnya merupakan suatu tingkat keasaman atau kebasaan (alkali) suatu zat tertentu. Pengukuran pH ini dilakukan dengan menggunakan pH Meter.

#### b. *Chemical Oxygen Demand* (COD)

*Chemical Oxygen Demand* (COD) merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik yang terkandung dalam air. Salah satu pengukuran COD menggunakan alat Spectrofotometri (Kristanto, 2004:88).

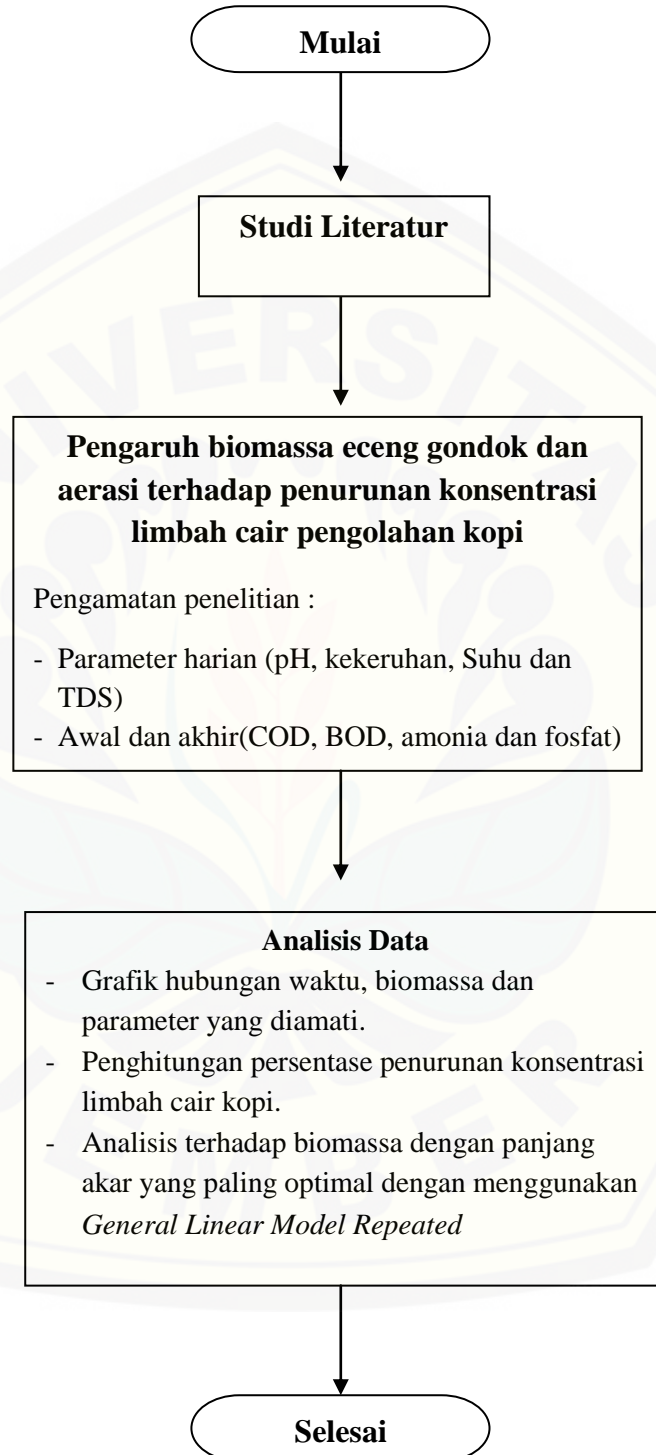
#### c. *Total Suspended Solid* (TDS)

*Total Suspended Solid* (TDS) merupakan jumlah padatan terlarut yang terkandung dalam air. TDS juga dapat diukur menggunakan TDS meter.

#### d. *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), Amonia ( $\text{NH}_3$ ) pada N Total dan Fosfat ( $\text{PO}_4$ ) pada P Total

Pengukuran BOD,  $\text{NH}_3$  pada N Total dan  $\text{PO}_4$  pada P Total dilakukan di Laboratorium Analisis Kualitas Lingkungan, Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.

### 3.4 Diagram Penelitian



Gambar 3.2. Diagram Penelitian

### 3.5 Analisa Data

#### 3.5.1 Analisis Data

Untuk menganalisa data, menggunakan Excel dalam bentuk grafik yang menggambarkan hubungan panjang akar dan data yang diamati meliputi pH, BOD, COD, TDS, kekeruhan, amonia, dan fosfat. Untuk mengetahui persentase penurunan kandungan konsentrasi limbah, bisa menggunakan perhitungan efisiensi. Perhitungan persentase penurunan didasarkan pada penurunan konsentrasi dari masing-masing parameter selama perlakuan. Persamaan perhitungannya adalah :

$$E = \frac{Co - Ci}{Ci} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.4)$$

Keterangan :

$E$  = Nilai presentase penurunan rata-rata (%).

$Co$  = Konsentrasi pencemar sebelum perlakuan.

$Ci$  = Konsentrasi pencemar setelah perlakuan (Muljadi, 2009).

#### 3.5.2 Uji General Linear Model Repeated Measures (GLM)

Untuk mengetahui biomassa terbaik pada fitoremediasi, analisis yang digunakan adalah General Linear Model Repeated Measures. *General Linear Model* (GLM) adalah suatu program statistika yang bertujuan untuk menganalisa data berdasarkan pada penelitian percobaan baik di lapangan maupun di laboratorium. GLM merupakan metode yang digunakan untuk mengembangkan model matematis. GLM biasanya terdiri dari tiga komponen yaitu komponen random, komponen sistematis, dan fungsi penghubung yang menghubungkan dua komponen untuk menghasilkan prediktor linear. Nilai biomassa terbaik didasarkan pada overall nilai persentase penurunan dari parameter COD, BOD, kekeruhan, amonia dan fosfat dengan menggunakan software SPSS 16.0.

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

1. Fitoremediasi dengan tanaman eceng gondok dalam penelitian ini mampu menurunkan beberapa parameter limbah di antaranya kekeruhan, COD, BOD, amonia dan fosfat. Selain itu fitoremediasi ini juga mampu untuk meningkatkan nilai TDS dan pH.
2. Biomassa eceng gondok yang semakin berat dan akar yang semakin panjang berbanding lurus dengan semakin besarnya nilai efisiensi penurunan konsentrasi limbah cair kopi.
3. Pada penelitian ini, perlakuan panjang akar 30 cm dengan berat 300 gram memiliki keseluruhan nilai persentase penurunan terbaik dengan persentase sebesar 76,48%. Kemudian disusul oleh akuarium dengan perlakuan panjang akar 20 cm dan 10 cm dengan keseluruhan nilai persentase penurunan berturut-turut sebesar 74,376%. % dan 72,386%. Sedangkan keseluruhan nilai persentase penurunan terendah pada fitoremediasi ini terdapat pada akuarium dengan perlakuan sebagai kontrol atau tanpa eceng gondok dengan nilai persentase penurunan sebesar 55.82%.

### 5.2 Saran

Panjang akar eceng gondok dapat mempengaruhi penurunan konsentrasi limbah cair pengolahan kopi. Sedangkan menurut Mukti (2008), banyaknya akar mempengaruhi penurunan zat berbahaya pada limbah dalam proses fitoremediasi menggunakan eceng gondok. Sehingga perlu adanya penelitian lanjutan mengenai banyaknya akar eceng gondok untuk menurunkan zat berbahaya pada limbah dalam proses fitoremediasi.



DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G. dan Santika, S. S. 1984. *Metoda Penelitian Air*. Surabaya : Usaha Nasional.
- Anonim. 2012. *Plantamor : Eichornia crassipes [Mart] Solm*. [Serial Online]. <http://www.plantamor.com/index.php?plant=515> [20 April 2015].
- Budisantoso, R. dan Tangahu, B. V. 2007. Pemanfaatan Tanaman Eceng Gondok untuk Phytoremediasi Air Tercemar Oli Bekas. [Serial On Line]. <http://elib.pdii.lipi.go.id/katalog/index.php/searchkatalog/byId/51007> [diakses pada tanggal 12 Juni 2016].
- Effendi, H . 2000. *Telaah Kualitas Air*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Gerbano, A. dan Siregar, A. 2005. *Kerajinan Eceng Gondok*. Yogyakarta : Penerbit Kanisius.
- Hartanti, P.I., Haji, A.T.S. dan Wirosudarmo, R. 2013. Pengaruh Kerapatan Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes* (Mart.) Solm) Terhadap Penurunan Logam Chromium Pada Limbah Cair Penyamakan Kulit. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*. Vol. 1 (1) : 31-37.
- Institut Teknologi Sepuluh November. 2011. *Instruksi Kerja Laboratorium Teknologi Lingkungan Dan Rekayasa Proses Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh November*. Surabaya: FTSP-ITS.
- Kordi, G.H. dan Tancung, A. 2007. *Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan*. Jakarta : Penerbit Rineka Cipta.
- Kristanto, P. 2004. *Ekologi Industri*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Laksmi, B. S. Winiati, J. dan Rahayu, P. 1993. *Penanganan Limbah Industri Pangan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Manasika, A. P. 2015. *Analisis Pengaruh Variasi Densitas Eceng Gondok (Eichornia Crassipes (Mart.) Solm) Pada Fitoremediasi Limbah Cair Kopi*. Jember: Universitas Jember.
- Mangkoediharjo, S. 2005. Fitoteknologi dan Ekotoksikologi dalam Desain Operasi Pengomposan Sampah. *Seminar Nasional Teknologi*



*Lingkungan III ITS*. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan-Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITS Surabaya.

- Mukti, A. M. 2008. *Penggunaan Tanaman Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) Sebagai Pre-Treatment Pengolahan Air Minum pada Air Selokan Mataram*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Muljadi. 2009. Efisiensi Instalasi Pengolahan Limbah Cair Industri Batik Cetak Dengan Metode Fisika-Kimia dan Biologi Terhadap Penurunan Terhadap Parameter Pencemar (BOD, COD dan Logam Berat Khrom (Cr). *Jurnal Ekuilibrium*. Vol. 8 (1): 7-16.
- Novita, E. 2012. *Desain Proses Pengolahan pada Agroindustri Kopi robusta menggunakan modifikasi teknologi olahan basah berbasis produksi bersih*. Disertasi. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Nurul, E. I. 2001. *Evaluasi Kualitas Air Sungai Ciliwung di DKI Jakarta*. . Fakultas Perikanan dan Ilmu kelautan. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Peraturan Gubernur Jawa Timur. 2013. Baku Mutu Alir Limbah Industri. [Serial Online]. <http://blh.jatimprov.go.id>. [diakses pada tanggal 06 Maret 2015].
- Priyanto, B. dan Prayitno, J. 2006. *Fitoremediasi sebagai Sebuah Teknologi Pemulihan Pencemaran, Khususnya Logam berat*, (Serial Online).(http://tlt.bppt.tripod.com/sublab/lflora1.htm, diakses 21 April 2015).
- Putera, R. D. H. 2012. *Ekstraksi Serat Selulosa Dari Tanaman Eceng Gondok (Eichornia Crassipes) Dengan Variasi Pelarut*. Depok: Universitas Indonesia.
- Romayanto, M.E.W., Wiryanto dan Sajidan. 2006. Pengolahan limbah domestik dengan aerasi dan penambahan bakteri *Pseudomonas putida*. *Jurnal Bioteknologi*. Vol. 3(2) : 42-49.
- Rossiana, N. Supriatun, T. dan Dhahiyat Y. 2007. "Fitoremediasi Limbah Cair Dengan Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes* (Mart.) Solm) dan Limbah Padat Industri Minyak Bumi Dengan Sengon (*Paraserianthes Falcataria* L. Nielsen) Bermikoriza". Tidak Diterbitkan. Laporan Penelitian. Bandung : FMIPA-Universitas Padjajaran.

- Sariadi. 2011. *Pengolahan Limbah Cair Kopi Dengan Metode Elektrokoagulasi Secara Batch*. Jurusan Teknik Kimia. Aceh: Politeknik Negeri Lhoksumawe.
- Stefhany, C. A. Sutisna, M. dan Pharmawati, K. 2013. Fitoremediasi Phospat Dengan Menggunakan Tumbuhan Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Pada Limbah Cair Industri Kecil Pencucian Pakaian. *Jurnal Institut Teknologi Nasional*. Vol 1(1): 3-4.
- Suprapti, S. 2008. *Adaptasi Morfologi Fisiologi dan Anatomi Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart Solm) di Berbagai Perairan Tercemar*. Universitas Dipenogoro.
- Suradi, B. K. 2002. *Studi Kualitas Fisika- Kimia Perairan dan Struktur Komunitas Makrozoobenthos di Sungai Cikaniki, Kabupaten Bogor*. Fakultas Perikanan dan Ilmu kelautan. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Udiharto, M. dan Sudaryono. 1999. *Bioremediasi Terhadap Tanah Tercemar MinyakBumi Parafinik dan Aspak*. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah dan Pemulihan Kerusakan Lingkungan*. Jakarta: BPPT. Hal 121-132.

**LAMPIRAN**

Lampiran A. Tabel Nilai Parameter Fisika Limbah Cair Pengolahan Kopi

A.1 Suhu

A.1.1 Tabel Nilai Suhu Pengulangan 1

Hari ke	Nilai suhu			
	10	20	30	Kontrol
0	26	26	26	26
1	32	31,6	31	29,2
2	31	30,5	30,7	29,5
3	32,7	32,4	32,7	30,9
4	32,9	33	33,2	32,5
5	33,9	33,8	33,9	33,2
6	33,4	32,5	32,5	32,5
7	30,9	31	31,9	31,3
8	32,3	33	33,2	32,5
9	29,1	29,1	32,1	30,6
10	32,4	32,7	32,7	31,9
11	32	32,3	32,5	31,8
12	33	33,7	34,3	33
13	32,7	32,5	33,5	28,8
14	32,6	32,7	32,9	31,6
Persentase kenaikan(%)	20,25	20,49	20,97	17,72

A.1.2 Tabel Nilai Suhu Pengulangan 2

Hari ke	Nilai suhu			
	10	20	30	Kontrol
0	26	26	26	26
1	27	26	27	27
2	27	27	27	27
3	30	30	30,2	30
4	38,9	32	32,2	30,2
5	25,6	29,9	30,7	29
6	29,3	31,2	31,3	29,3
7	28,3	28,4	27,9	28,7
8	28,8	29,1	29,2	29,1
9	29,4	30	30,4	29,9
10	29,2	29,6	29,7	29,1
11	29,6	29,6	28,1	29
12	30,4	30,1	30,2	30,1
13	29,4	29,8	29,8	29,4
14	29,2	29,7	30,5	29,4
Persentase kenaikan(%)	10,96	12,46	14,75	11,56

A.1.3 Tabel Nilai Suhu Pengulangan 3

Hari ke	Nilai suhu			Kontrol
	10	20	30	
0	24,4	24,4	24,4	24,4
1	29,7	29,7	30,3	30,9
2	28,9	29	29,3	30
3	30	30	30,2	30
4	30,3	30,1	30,2	30,6
5	32,4	31,9	32,1	31,1
6	34,5	33,5	35,2	36
7	29,4	29,6	29,6	29,4
8	32,4	32,6	32,9	33,7
9	29,1	29,6	29,9	30,2
10	28,3	28,1	28,3	28,5
11	30,8	31,2	31,4	32,4
12	29,1	27,1	29,6	29,2
13	33,3	32,4	33	32
14	34,9	33,2	35	33,7
Persentase kenaikan(%)	30,09	26,51	30,29	27,60

A.1.4 Tabel Nilai Suhu Rata-rata

Hari ke	Nilai suhu			Kontrol
	10	20	30	
0	25,5	25,5	25,5	25,5
1	29,6	29,1	29,4	29,0
2	29,0	28,8	29,0	28,8
3	30,9	30,8	31,0	30,3
4	34,0	31,7	31,9	31,1
5	30,6	31,9	32,2	31,1
6	32,4	32,4	33,0	32,6
7	29,5	29,7	29,8	29,8
8	31,2	31,6	31,8	31,8
9	29,2	29,6	30,8	30,2
10	30,0	30,1	30,2	29,8
11	30,8	31,0	30,7	31,1
12	30,8	30,3	31,4	30,8
13	31,8	31,6	32,1	30,1
14	32,2	31,9	32,8	31,6
Persentase kenaikan(%)	20,4	19,8	22,0	19,0

## A.2 Tabel Nilai Kekерuhan

## A.2.1 Tabel Nilai Kekерuhan Pengulangan 1

Hari ke	Nilai Kekерuhan			
	10	20	30	Kontrol
0	331	331	331	331
1	255	833	326	518
2	93,5	355	137	151
3	131,2	130	200	75
4	94,5	98	154	43
5	114	93,2	141,4	106,5
6	152	116	98,5	106
7	61,75	144,5	94,85	101,5
8	58,8	145	133	281,5
9	33,65	72,05	55,05	231
10	18,94	52,8	35,95	115,5
11	42,7	25,1	25,2	98,8
12	9,375	11,57	15,47	17,22
13	12,69	14,06	13,65	47,25
14	16,135	26,05	15,7	24,85
Persentase penurunan(%)	95,13	92,13	95,26	92,49

## A.2.2 Tabel Nilai Kekерuhan Pengulangan 2

Hari ke	Nilai Kekерuhan			
	10	20	30	Kontrol
0	331	331	331	331
1	140	153	143	306,5
2	151	119,5	167	346
3	122,5	134,5	129	379
4	141	127,5	138,5	141
5	146	119	128,5	59,9
6	128	119,5	99,55	40,6
7	142	124	111	28,95
8	152,5	121,5	102,5	186,5
9	149	90,5	88,85	15,305
10	105,5	103,45	74,3	12,03
11	149	87,95	70,9	15,5
12	66,45	112	84,1	12,56
13	31,3	91,25	13,75	11,565
14	27,75	75,1	66,9	14,42
Persentase penurunan(%)	91,62	77,31	79,79	95,64

A.2.3 Tabel Nilai Kekerusuhan Pengulangan 3

Hari ke	Nilai Kekerusuhan			
	10	20	30	Kontrol
0	523,5	523,5	523,5	523,5
1	152	237	383,5	631
2	117,5	186,5	341,5	521,5
3	110,5	134,5	129	377
4	84,15	90,8	103,5	263
5	99,65	142	123	147,5
6	113,5	137,5	140	312
7	159,5	161,5	150,5	292
8	145,5	143,5	144	276
9	166,5	106,5	146	288
10	73,95	79,2	89,8	237
11	53,85	37,2	36,85	110,5
12	44,75	36,9	40,3	153
13	49,8	35,65	40	140
14	50,3	35,45	39,25	119,5
Persentase penurunan(%)	90,39	93,23	92,50	77,17

A.2.4 Tabel Nilai Kekerusuhan Rata-rata

Hari ke	Nilai Kekerusuhan			
	10	20	30	Kontrol
0	395,2	395,2	395,2	395,2
1	182,3	407,7	284,2	485,2
2	120,7	220,3	215,2	339,5
3	121,4	133,0	152,7	277,0
4	106,6	105,4	132,0	149,0
5	119,9	118,1	131,0	104,6
6	131,2	124,3	112,7	152,9
7	121,1	143,3	118,8	140,8
8	118,9	136,7	126,5	248,0
9	116,4	89,7	96,6	178,1
10	66,1	78,5	66,7	121,5
11	81,9	50,1	44,3	74,9
12	40,2	53,5	46,6	60,9
13	31,3	47,0	22,5	66,3
14	31,4	45,5	40,6	52,9
Persentase penurunan(%)	92,4	87,6	89,2	88,4



## A.3. Tabel Nilai TDS

## A.3.1 Tabel Nilai TDS Pengulangan 1

Hari ke	Nilai TDS			Kontrol
	10	20	30	
0	227	227	227	227
1	265	270	279	208
2	264	264	293	238
3	281	283	312	261
4	288	308	327	282
5	289	312	329	314
6	327	309	336	325
7	354	324	327	338
8	386	334	347	214
9	388	335	377	425
10	388	381	379	354
11	410	389	390	435
12	394	402	417	479
13	407	442	436	563
14	423	444	446	573
Persentase kenaikan(%)	46,34	48,87	49,10	60,38

## A.3.2 Tabel Nilai TDS Pengulangan 2

Hari ke	Nilai TDS			Kontrol
	10	20	30	
0	227	227	227	227
1	225	228	272	229
2	256	263	282	235
3	270	282	309	266
4	298	400	411	323
5	426	435	423	360
6	437	455	453	379
7	416	434	436	387
8	440	458	462	395
9	434	458	492	400
10	467	459	495	395
11	433	468	500	420
12	503	455	425	431
13	632	640	628	462
14	650	653	665	510
Persentase kenaikan(%)	65,08	65,24	65,86	55,49

A.3.3 Tabel Nilai TDS Pengulangan 3

Hari ke	Nilai TDS			
	10	20	30	Kontrol
0	289	289	289	289
1	306	309	309	305
2	450	440	459	436
3	462	454	462	442
4	495	470	494	453
5	555	486	525	455
6	556	512	562	487
7	565	515	540	511
8	586	505	546	516
9	585	560	596	513
10	647	622	633	534
11	672	648	651	348
12	717	711	750	586
13	735	722	758	593
14	762	745	808	600
Persentase kenaikan(%)	62,07	61,21	64,23	51,83

A.3.4 Tabel Nilai TDS Rata-rata

Hari ke	Nilai TDS			
	10	20	30	Kontrol
0	247,7	247,7	247,7	247,7
1	265,3	269,0	286,7	247,3
2	323,3	322,3	344,7	303,0
3	337,7	339,7	361,0	323,0
4	360,3	392,7	410,7	352,7
5	423,3	411,0	425,7	376,3
6	440,0	425,3	450,3	397,0
7	445,0	424,3	434,3	412,0
8	470,7	432,3	451,7	375,0
9	469,0	451,0	488,3	422,3
10	500,7	487,3	502,3	452,0
11	505,0	501,7	513,7	401,0
12	538,0	522,7	530,7	498,7
13	591,3	601,3	607,3	539,3
14	611,7	614,0	639,7	561,0
Persentase kenaikan(%)	57,83	58,44	59,73	55,90

Lampiran B. Tabel Nilai Parameter Kimia Limbah Cair Pengolahan Kopi

B.1 pH

B.1.1 Tabel Nilai pH Pengulangan 1

Hari ke	Nilai pH			
	10	20	30	Kontrol
0	5,1	5,1	5,1	5,1
1	3,9	3,8	3,8	6,6
2	4,2	4,1	4,3	7,2
3	5,1	4,3	4,7	7,7
4	6,6	4,7	5,5	7,7
5	6,9	5,2	5,9	7,4
6	7,1	5,7	6	7,5
7	7,4	5,9	6,6	7,7
8	7,4	7,1	7,2	8,1
9	7,5	7,3	7,8	8
10	7,4	7,4	7,5	8,4
11	7,5	7,4	7,5	8,2
12	7,6	7,5	7,5	8,2
13	8	7,6	7,6	8
14	8	7,7	7,8	8,3
Persentase kenaikan(%)	36,25	33,76	34,61	38,55

B.1.2 Tabel Nilai pH Pengulangan 2

Hari Ke	Nilai pH			
	10	20	30	Kontrol
0	5,1	5,1	5,1	5,1
1	4,4	4,4	4,3	4,2
2	4,4	4,3	4,3	4,5
3	4,6	5,1	4,4	7
4	4,8	5	4,6	7,3
5	5	5,1	4,6	7,4
6	5,6	5,4	5	7,6
7	6,7	6,9	6,7	7,7
8	7,1	7,1	7	7,9
9	7,1	7,2	7	8
10	7,1	7,2	7,2	7,9
11	7,4	7,1	7,4	8
12	7,5	7,2	7,3	7,8
13	7,5	7,3	7,3	7,8
14	7,5	7,3	7,4	8
Persentase kenaikan(%)	32	30,13	31,08	36,25

B.1.3 Tabel Nilai pH Pengulangan 3

Hari Ke	Nilai pH			
	10	20	30	Kontrol
0	4,3	4,3	4,3	4,3
1	4,3	4,1	4	4,2
2	4,4	4,3	4,3	4,4
3	4,6	4,4	4,6	4,5
4	5,4	4,5	4,8	4,6
5	5,9	5,1	5,3	5
6	6,1	6,4	5,7	5,6
7	7,2	7	6,7	6,1
8	7,1	7,1	7,2	6,9
9	7,2	7,3	7,3	7,1
10	7,4	7,6	7,7	7,2
11	7,4	7,7	7,7	7,5
12	7,5	7,9	7,7	7,8
13	7,6	7,9	7,7	7,9
14	7,5	7,8	7,5	8
Persentase kenaikan(%)	42,66	44,87	42,66	46,25

B.1.4 Tabel Nilai pH Rata-rata

Hari Ke	Nilai pH			
	10	20	30	Kontrol
0	4,8	4,8	4,8	4,8
1	4,2	4,1	4,0	5,0
2	4,3	4,2	4,3	5,4
3	4,8	4,6	4,6	6,4
4	5,6	4,7	5,0	6,5
5	5,9	5,1	5,3	6,6
6	6,3	5,8	5,6	6,9
7	7,1	6,6	6,7	7,2
8	7,2	7,1	7,1	7,6
9	7,3	7,3	7,4	7,7
10	7,3	7,4	7,5	7,8
11	7,4	7,4	7,5	7,9
12	7,5	7,5	7,5	7,9
13	7,7	7,6	7,5	7,9
14	7,7	7,6	7,6	8,1
Persentase kenaikan(%)	37,0	36,3	36,1	40,4

## B.2 COD

## B.2.1 Tabel Nilai COD Pengulangan 1

Hari ke	Nilai COD			Kontrol
	10	20	30	
Awal	2548	2548	2548	2548
Akhir	345	314	250	1230
Persentase penurunan(%)	86,46	87,68	90,19	51,73

## B.2.2 Tabel Nilai COD Pengulangan 2

Hari ke	Nilai COD			Kontrol
	10	20	30	
Awal	1506	1506	1506	1506
Akhir	546	624	546	624
Persentase penurunan(%)	63,75	58,57	63,75	58,57

## B.2.3 Tabel Nilai COD Pengulangan 3

Hari ke	Nilai COD			Kontrol
	10	20	30	
Awal	3200	3200	3200	3200
Akhir	1015	937	860	1785
Persentase penurunan(%)	68,28	70,72	73,13	44,22

## B.2.4 Tabel Nilai COD Rata-rata

Perlakuan Panjang akar (cm)	Nilai COD(Mg/l)		Nilai persentase penurunan(%)
	awal	Akhir	
10	2418	635.3	72.8
20	2418	625	72.3
30	2418	552	75.7
kontrol	2418	1213	51.5

### B.3 BOD

#### B.3.1 Tabel Nilai BOD Pengulangan 1

Hari ke	Nilai BOD			
	10	20	30	Kontrol
Awal	1600	1600	1600	1600
Akhir	216	198	156	712
Persentase penurunan(%)	86,50	87,63	90,25	55,50

#### B.3.2 Tabel Nilai BOD Pengulangan 2

Hari ke	Nilai BOD			
	10	20	30	Kontrol
Awal	948	948	948	948
Akhir	344	390	342	392
Persentase penurunan(%)	63,71	58,86	63,92	58,65

#### B.3.3 Tabel Nilai BOD Pengulangan 3

Hari ke	Nilai BOD			
	10	20	30	Kontrol
Awal	2016	2016	2016	2016
Akhir	630	590	540	1130
Persentase penurunan(%)	68,75	70,73	73,21	43,95

#### B.3.4 Tabel Nilai BOD Rata-rata

Perlakuan Panjang akar (cm)	Nilai BOD(Mg/l)		Nilai persentase penurunan(%)
	Awal	akhir	
10	1521.3	396.7	73.0
20	1521.3	392.7	72.4
30	1521.3	346	75.8
kontrol	1521.3	744.7	52.7



## B.4 Nitrogen

## B.4.1 Tabel Nilai Nitrogen pengulangan 1

Hari ke	Nilai N			
	10	20	30	Kontrol
Awal	216	216	216	216
Akhir	29,64	28,95	25,94	173,47
Persentase penurunan(%)	86,28	86,60	87,99	19,69

## B.4.2 Tabel Nilai Nitrogen pengulangan 2

Hari ke	Nilai N			
	10	20	30	Kontrol
Awal	102,64	102,64	102,64	102,64
Akhir	30,87	10,5	8,58	46,86
Persentase penurunan(%)	69,92	89,77	91,64	54,35

## B.4.3 Tabel Nilai Nitrogen pengulangan 3

Hari ke	Nilai N			
	10	20	30	Kontrol
Awal	201,18	201,18	201,18	201,18
Akhir	112,21	90,06	99,49	124,93
Persentase penurunan(%)	44,22	55,23	50,55	37,90

## B.4.4 Tabel Nilsi Nitrogen Rata-rata

Perlakuan Panjang akar (cm)	Nilai N(Mg/l)		Nilai persentase penurunan (%)
	Awal	Akhir	
10	173,3	57,6	66.8
20	173,3	43,2	77.2
30	173,3	44,7	76.7
kontrol	173,3	115,1	37.3

## B.5 Phospat

## B.5.1 Tabel Nilai Phospat Pengulangan 1

Hari ke	Nilai P			
	10	20	30	Kontrol
Awal	19,93	19,93	19,93	19,93
Akhir	10,2	5,48	5,98	10,23
Persentase penurunan(%)	48,82	72,50	69,99	48,67

## B.5.2 Tabel Nilai Phospat Pengulangan 2

Hari ke	Nilai P			
	10	20	30	Kontrol
Awal	67,59	67,59	67,59	67,59
Akhir	7,01	9,86	10,43	12,29
Persentase penurunan(%)	89,63	85,41	84,57	81,82

## B.5.3 Tabel Nilai Phospat Pengulangan 3

Hari ke	Nilai P			
	10	20	30	Kontrol
Awal	13,47	13,47	13,47	13,47
Akhir	19,9	19,04	22,6	16,22
Persentase penurunan(%)	32,31	29,25	40,40	16,95

## B.5.4 Tabel Nilai Phospat Rata-rata

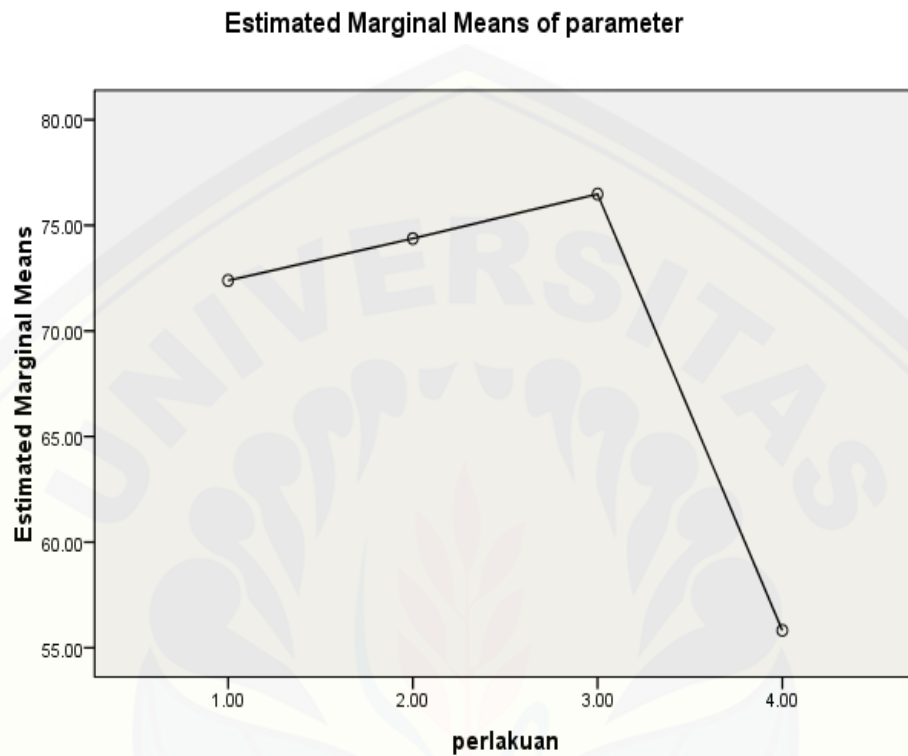
Perlakuan Panjang akar (cm)	Nilai P (Mg/l)		Nilai persentase penurunan(%)
	Awal	akhir	
10	33,7	12,4	56,92
20	33,7	11,5	62,39
30	33,7	13	64,99
kontrol	33,7	12,9	49,2

Lampiran C. General Linear Model Repeated Measures

C.1 Tabel descriptive Statistics

Descriptive Statistics				
	Perlakuan	Mean	Std. Deviation	N
COD	1	72.8300	.	1
	2	72.3200	.	1
	3	75.6900	.	1
	4	51.5000	.	1
	Total	68.0850	11.15569	4
BOD	1	72.9900	.	1
	2	72.4100	.	1
	3	75.8000	.	1
	4	52.7000	.	1
	Total	68.4750	10.62035	4
N	1	66.8100	.	1
	2	77.2000	.	1
	3	76.7300	.	1
	4	37.3100	.	1
	Total	64.5125	18.75717	4
P	1	56.9200	.	1
	2	62.3900	.	1
	3	64.9900	.	1
	4	49.1500	.	1
	Total	58.3625	7.00227	4
Kekeruan	1	92.3800	.	1
	2	87.5600	.	1
	3	89.1900	.	1
	4	88.4400	.	1
	Total	89.3925	2.10012	4

## C.2 Grafik hasil analisa GLM



## C.3 Tabel Hasil nilai rata-ata persentase penurunan parameter kualitas air

Parameter	Panjang Akar Eceng Gondok (cm)				Satuan
	10	20	30	Kontrol	
Kekeruhan	92,38	87,56	89,19	88,44	%
COD	72,83	72,32	75,69	51,5	%
BOD	72,99	72,41	75,80	52,70	%
N	66,81	77,20	76,73	37,31	%
P	56,92	62,39	64,99	49,15	%
Rata-rata	72.386	74.376	76.48	55.82	%

LAMPIRAN D. Prosedur Pengukuran BOD, NH<sub>3</sub>-N Total, dan PO<sub>4</sub>-P TotalD.1 Prosedur Pengukuran *Biochemical Oxygen Demand* (BOD)

*Biochemical Oxygen Demand* (BOD) merupakan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan mikroorganisme untuk menguraikan zat yang terdapat dalam air (Alerts dan Santika, 1987). Prosedur kerja untuk mengukur BOD adalah sebagai berikut:

- 1) Memasukkan sampel limbah cair kopi pada botol winkler tanpa udara hingga penuh.
- 2) Menambahkan 2 ml larutan MnSO<sub>4</sub> 40%, dan mendiamkan larutan selama beberapa menit untuk menghomogenkan.
- 3) Menambahkan 2 ml alkali iodida azida, kemudian mendiamkan hingga muncul endapan berwarna coklat dan memindahkan larutan ke gelas kimia kemudian dikocok
- 4) Menambahkan 2 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat hingga endapan larut, lalu mengambil 100 mL dan memindahkan larutan ke dalam erlenmeyer
- 5) Larutan yang berada di dalam erlenmeyer siap untuk dititrasi dengan larutan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,025 N.
- 6) Menambahkan indikator amilum dan melanjutkan kembali dengan titrasi hingga warna biru hilang, kemudian catat volume titrasi.

Perhitungan :

$$OT = \frac{a \cdot N \cdot 8000}{V - 4}$$

$$BOD_5 = \frac{(X_0 - X_5) - (B_0 - B_5)(1 - P)}{P}$$

Keterangan :  $BOD_5$  = mg O<sub>2</sub>/liter

$a$  = Volume titran natrium tiosulfat (ml)

$N$  = Normalitas natrium tiosulfat (ml)

$V$  = Volume botol winkler (ml)

$X_0$  = DO (oksigen terlarut) sampel pada saat  $t = 0$  (mg O<sub>2</sub> /l)

$X_5$  = DO sampel pada saat  $t = 5$  hari (mg O<sub>2</sub> /l)

$B_0$  = DO blanko pada saat  $t = 0$  (mg O<sub>2</sub> /l)

$B_5$  = DO blanko pada saat  $t = 5$  hari (mg  $O_2$  /l)

$P$  = derajat pengenceran

## D.2 Prosedur Pengukuran Nitrogen dengan Metode N-Kjeldahl

Di dalam air, nitrogen terdiri dari nitrogen anorganik dan organik. Nitrogen anorganik terdiri atas amonia ( $NH_3$ ), amonium ( $NH_4$ ), nitrit ( $NO_2$ ), nitrat ( $NO_3$ ) dan molekul nitrogen (N). Menurut (Sulaeman *et al.*, 2005), metode yang digunakan dalam pengukuran N total (N-Kjeldahl) adalah sebagai berikut.

- 1) Tahap pertama adalah destruksi sampel. Sampel halus 1,0 g dimasukkan ke dalam labu kjeldahl. Ditambahkan 1 g campuran selen dan 10 ml  $H_2SO_4$ .
- 2) Didestruksi dan destruksi selesai bila keluar uap putih dan didapat ekstrak jernih (sekitar 4 jam), kemudian labu diangkat dan didinginkan.
- 3) Ekstrak diencerkan dengan air hingga 50 ml. Dikocok sampai homogen dan dibiarkan semalam agar mengendap. Ekstrak jernih digunakan untuk pengukuran N. Tahap selanjutnya adalah pengukuran N.
- 4) Ekstrak sebanyak 10 ml dimasukkan ke dalam labu didih. Ditambahkan sedikit serbuk batu didih dan aquades hingga setengah volume labu.
- 5) Disiapkan penampung  $NH_3$  yang dibebaskan yaitu Erlenmeyer yang berisi 10 ml asam borat 1% ditambah dua tetes indikator metil red (berwarna merah) dihubungkan dengan alat destilasi.
- 6) Ditambahkan 10 ml NaOH 40% ke dalam labu didih yang berisi contoh dan ditutup secepatnya. Didestilasi hingga volume penampung mencapai 50-75 ml (berwarna hijau). Destilat dititrasi dengan HCl 0,05 N hingga berwarna merah muda.

Dicatat volume titar sampel ( $V_c$ ) dan blanko ( $V_b$ ) kemudian dihitung:

$$\text{Kadar N-Total (\%)} = (V_c - V_b) \times M_r \times 100 \text{ ml/mg sampel} \times f_k$$

Keterangan:

$V_{c,b}$  = ml titar sampel dan blanko

N = normalitas larutan baku  $H_2SO_4$

14 = bobot setara N ( $M_r$ )

$f_k$  = faktor koreksi kadar air =  $100 / (100 - \% \text{ kadar air})$



### D.3 Prosedur Pengukuran P

#### 1). Larutan Ammonium Molibdate

Larutkan 25 gram  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$  dalam 175 ml aquades + 280 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat, encerkan dengan aquades sampai 1 liter.

#### 2). Larutkan $\text{SnCl}_2$

Larutkan 2,5 gram  $\text{SnCl}_2\cdot\text{H}_2\text{O}$  dalam 100 ml glycerol.

#### 3). Larutan Stock Phospat 1 ml = 0,5 mg $\text{PO}_4^{3-}$

Larutkan 0,7165 gram  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dalam labu 1 liter dengan aquades. Standar 200 ml stock dengan 1 liter aquades (1ml = 0,1 mg).

#### 4). Strong Acid Solution

Campurkan 400 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat dengan 4 ml  $\text{HNO}_3$  pekat, encerkan dengan 1 liter aquades.

Langkah-langkah pengukuran P adalah sebagai berikut.

1. Memasukkan 50 ml sampel kemudian menambah strong acid solution 1 ml.
2. Selanjutnya sampel dipanaskan dalam ruang asam sampai volume  $\frac{1}{2}$  -nya, biarkan dingin, tambahkan 20 tetes indikator phenolphthalein dan larutan  $\text{NaOH}$  sampai warna merah tambahkan aquades sampai kembali pada volume sampel.
3. Kemudian dianalisis dengan menggunakan spektrofotometer sebagai berikut.
  - a. Menambahkan 2 ml larutan ammonium molibdat.
  - b. Menambahkan 3 tetes larutan  $\text{SnCl}_2$  dalam glycerol.
  - c. Mengkocok dan membiarkan selama 10 menit.
  - d. Membaca absorbansinya pada spektrofotometer dengan  $\gamma$  650.
  - e. Membaca hasil pembacaan spektrofotometer pada hasil kalibrasi atau kurva kalibrasi.

Lampiran E. Dokumentasi Penelitian



(Pengambilan Eceng Gondok)



(Penampungan Eceng Gondok )



(Penimbangan eceng gondok)



(Panjang akar 10 cm, 20cm, dan 30 cm)





(Limbah Awal)



(Pengukuran Parameter)



(Penelitian Utama)



(Hari ke-1)



(Hari ke-14)