SKRIPSI

ANAEROBIK BIOFILTER DENGAN MENGGUNAKAN MEDIA KERIKIL DAN KOLAM ECENG GONDOK UNTUK MENURUNKAN COD DAN BOD PADA LINDI TPA SUPIT URANG

OLEH
MATHILDA HENDRA L
00.26.010

MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2006

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

ANAEROBIK BIOFILTER DENGAN MENGGUNAKAN MEDIA KERIKIL DAN KOLAM ECENG GONDOK UNTUK MENURUNKAN COD, BOD, PADA LINDI TPA SUPIT URANG

Oleh :

MATHILDA HENDRA L.
00.26.010

Menyetujui
Tim Pembimbing

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. WAHYONO HADI, MSc. PhD
NIP. 130806286

Mengetahui
Ketua Jurusan/Prodi Teknik Lingkungan

Sudiro, ST.MT
NIP.Y.1039900327

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

ANAEROBIK BIOFILTER DENGAN MENGGUNAKAN MEDIA KERIKIL DAN KOLAM ECENG GONDOK UNTUK MENURUNKAN COD, BOD, PADA LINDI TPA SUPIT URANG

OLEH :

MATHILDA HENDRA L.
00.26.010

TELAH DIPERTAHANKAN DI HADAPAN DEWAN PENGUJI PADA UJIAN KOMPREHENSIP SKRIPSI JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN JENJANG STRATA SATU (S-1), DAN DITERIMA UNTUK MEMENUHI SALAH SATU SYARAT GUNA MEMPEROLEH GELAR SARJANA TEKNIK PADA TANGGAL 25 MARET 2006

MENGETAHUI
PANITIA UJIAN KOMPREHENSIP SKRIPSI

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
DEKAN

Ketua	Sekretaris
Ir. Agustina Nurul Hidayati, MTP.	**Sudiro, ST.MT**
NIP.P.103 900 214	**NIP.Y.1039900327**

Penguji I	Penguji II
Sudiro, ST.MT	**Evy Hendriarianti, ST.MMT**
NIP.Y.1039900327	**NIP.P.1030300382**

LEMBAR PERSEMBAHAN

Special For Thanksgiving

Puji syukur to my best Father ... My saviour... The one and only ✝JESUS CHRIST yang selalu menjaga dan menyertaiku setiap waktu dan untuk segala berkat dan kasih karunia yang tak pernah berkesudahan dalam hidupku. Ia membuat segala sesuatu indah pada waktunya...

Buat **Papi dan Mami** yang luar biasa... atas kasih sayang yang sangat besar, yang selalu sabar membimbing, mendorong serta doa selama ini untuk segalanya God Bless U always.... Buat **Oma** **"ONENG"** makasih buat "D3P" : Doa. Dorongan, Duit dan Perhatiannya God Bless U.... my brother : **Eadtwin** **"PHASSTYU"** thanks udah banyak bantu doa n tenaga selama kuliah, tak lupa sharingnya (Jl. Watugong he 4x) ... My sister **Lita**, makasih untuk motivasi, cerita dan doanya (lagunya ok banget) ... **Arter** (thanks a lot udah bantu doa n motivasinya)... **Yanto** (u're so kiyut !!!) ... **Ongen, Mia, Elma** (thanks sportnya) ...Buat mbak **Emi "Barcelina"** makasih dah setia dengan menu spesialnya .... Buat **Dewi, Sari** "Dospem" makasih buat waktu n sharingnya selama TA (I'll miss U all !!)... Buat **Linda, Nila** (akhirnya kita lulus juga !!) ... Buat **Ledy, Ega, Gress** (Thanks untuk doa2 kalian) ... **Dini** (Makasih kebersamaan dan kerjasamanya udah bantuin nyari literatur) .... **Nini** "moga2 gak "saraf" lagi ups..he 7x
Teman2 TL Johan, **arif, awal, mas Rohim "Mbah", Ali, Mas Iman, Dedi n Rebi** (nice 2 know u all...) ... **Agni** (Thanks ni ikam kawan yang baik, I'm sure !!)... **Asis, Iyan** Thanks untuk sportnya n sharingnya ... Dan semua keluarga n temen2ku yang tidak tersebutkan thanks 4 everything, may God Bless u all !!.

By : MHL

Hendra M., Hadi, W., 2006., biofilter Anaerobik Biofilter Use Thyroid And Eceng Gondok To Lessen Rate of BOD and COD Lindi in TPA Supit Urang., Skripsi Jurusan Teknik lingkungan., FTSP ITN Malang

ABSTRACTION

Lindi is dilution which have ignore garbage and have dissolve ekstration material or suspension from the garbage. Lindi which come into land can contaminate water in land and also irrigate surface. Lindi contain heavy metal, BOD, COD and high amoniak, hadly rate BOD gyration between 100-90000 mg/I and COD rate 150-100000 mg/I, must be processed before to fulfill standart signed before come into the land and irrigate environment.

The goal of this research to degrade BOD rate, COD through Anaerobik Biofilter use thyroid and eceng gondok according continued with variation with diameter of gravel 20 mm and 3 mm, detension time 12 and 24, horizontal and vertical stream, to lessen rate of BOD and COD lindi. Statistical analysis data result of research conducted with Duncan method. Correlation And Anova.

The result from research obtained percentage degradation BOD, Highest COD in variation of diameter of media 3 mm, detensi time 24 in vertical stream. The highest Degradation BOD percentage that is equal to 60,22%, and the highest degradation COD percentage equal to 56,47%.

Hendra M., Hadi, W.,2006., Anaerobik Biofilter Dengan Menggunakan Media Kerikil Dan Kolam Eceng Gondok Untuk Menurunkan BOD Dan COD Pada Lindi TPA Supit Urang., Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan., FTSP ITN Malang.

ABSTRAKSI

Lindi adalah cairan yang telah melewati sampah dan telah mengekstraksi material terlarut / tersuspensi dari sampah tersebut. Lindi yang masuk ke dalam tanah dapat mencemari air tanah maupun air permukaan. Lindi mengandung logam berat, BOD, COD dan amoniak yang tinggi, dengan mempunyai kisaran kadar BOD antara 100-90000 mg/l dan kadar COD 150-100000 mg/l, harus diolah terlebih dahulu sehingga memenuhi standart yang disyaratkan sebelum masuk ke lingkungan tanah dan air.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menurunkan kadar BOD, COD melalui Anaerobik Biofilter menggunakan media kerikil dan eceng gondok secara kontinyu dengan memvariasikan diameter kerikil 20 mm dan 3 mm, waktu detensi 12 jam dan 24 jam, aliran vertikal dan horisontal, untuk mengurangi kadar BOD dan COD lindi. Analisa statistik data hasil penelitian dilakukan dengan metode Duncan, Korelasi dan Anova.

Dari hasil penelitian diperoleh persentase penurunan BOD, COD tertinggi yaitu pada variasi diameter media 3 mm, waktu detensi 24 jam pada aliran vertikal. Persentase penurunan BOD tertinggi yaitu sebesar 60,22%, dan persentase penurunan COD tertinggi sebesar 56,47%.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa atas berkat dan karunianya kepada penyusun, sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Anaerobik Biofilter Dengan Menggunakan Media Kerikil Dan Kolam Eceng Gondok Untuk Menurunkan COD Dan BOD Pada Lindi TPA Supit Urang". Skripsi ini diajukan untuk menyelesaikan Program Sarjana Teknik Lingkungan di ITN Malang.

Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Orang tua Papi dan Mami, oma dan saudara yang telah memberikan cinta kasih, doa dan dana.
2. Bapak Prof. Ir. Wahyono Hadi, MSc.PhD selaku dosen pembimbing yang dengan sabar dan bijaksana dalam memberikan petunjuk kepada penyusun dalam penyusunan Skripsi ini.
3. Bapak DR. Ir. Hery Setyobudiarso, Msi selaku dosen Wali
4. Bapak Sudiro, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan
5. Ibu Anis Artiyani, ST selaku Sekretaris Jurusan Teknik Lingkungan.
6. Bapak Sudiro, ST, MT dan ibu Evy Hendriarianti, ST, MMT. selaku dosen pembahas dan dosen penguji yang telah memberikan masukan, kritikan dan saran kepada penyusun
7. Dosen pengajar dan staf Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
8. Teman-teman dan semua pihak yang telah membatu dalam penyusunan Skripsi ini.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penyusun sendiri, almamater dan bagi para pembaca.

Malang, Maret 2006

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN i

LEMBAR PENGESAHAN ii

ABSTRAK iii

KATA PENGANTAR iv

DAFTAR ISI v

DAFTAR TABEL viii

DAFTAR GAMBAR ix

DAFTAR LAMPIRAN x

BAB I : PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang 1

1.2. Permasalahan 2

1.3. Rumusan Masalah 2

1.4. Tujuan Penelitian 2

1.5. Ruang Lingkup 3

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

2.1.Lindi (leachate) 4

2.1.1. Karakteristik Lindi 4

2.1.2. Komposisi Kimia Lindi 5

2.2.Tempat Pembuangan Akhir 6

2.3.Pengolahan Biologis 7

2.3.1. Pengolahan Anaerobik 8

2.3.2. Proses Biologis Dalam Biofilter 9

2.4.Sistem Pengolahan Anaerobik Biofilter 9

2.5.Pengertian BOD dan COD 10

2.6.Media 10

2.6.1. Kerikil 10

2.6.2. Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes) 11

2.7.Pengumpulan dan Pengolahan Data 13

2.7.1. Metode Statistik 13

2.7.2. Pengujian Keseragaman Data 14
2.7.3. Pengolahan Data Secara Statistik 15
2.7.4. Generalisasi dan Kesimpulan Analisis Data 20

BAB III : METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian 21
3.2. Variabel Penelitian 21
3.2.1. Variabel Terikat 21
3.2.2. Variabel Bebas 21
3.2.3. Variabel Tetap 21
3.3. Rancangan Percobaan 22
3.3.1. Gambar Alat 22
3.3.2. Spesifikasi Alat 23
3.4. Pelaksanaan Percobaan 24
3.4.1. Tahap Persiapan 24
3.4.2. Tahap Penelitian 24
3.5. Diagram Alir Penelitian 25

BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian 26
4.2. Analisis Konsentrasi Akhir BOD 27
4.2.1. Analisis Deskriptif 27
4.2.2. Analisa Anova 29
4.2.3. Analisa Korelasi 31
4.2.4. Analisa Regresi 32
4.3. Analisis Konsentrasi Akhir COD 35
4.3.1. Analisis Deskriptif 35
4.3.2. Analisa Anova 38
4.3.3. Analisa Korelasi 40
4.3.4. Analisa Regresi 41
4.4. Pembahasan 44
4.4.1. Penurunan Konsentrasi BOD 44
4.4.2. Penurunan Konsentrasi COD 46

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan 48
5.2. Saran 48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Kisaran Kandungan Komposisi Kimia Lindi	6
Tabel 4.1.	Data Konsentrasi Akhir BOD	26
Tabel 4.2.	Data Konsentrasi Akhir COD	26
Tabel 4.3.	Data Persentase Penyisihan BOD	28
Tabel 4.4.	Hasil Uji Anova Konsentrasi Akhir BOD	30
Tabel 4.5.	Hasil Uji Duncan Konsentrasi Akhir BOD	30
Tabel 4.6.	Korelasi Antara Konsentrasi Akhir BOD dengan Diameter, Waktu dan Tipe Aliran	31
Tabel 4.7.	Hasil Uji Regresi Anova	32
Tabel 4.8.	Persamaan Regresi	33
Tabel 4.9.	Persamaan R square	33
Tabel 4.10.	Data Persentase Penyisihan COD	37
Tabel 4.11.	Hasil Uji Anova Konsentrasi Akhir COD	38
Tabel 4.12.	Hasil Uji Duncan Konsentrasi Akhir COD	39
Tabel 4.13.	Korelasi Antara Konsentrasi Akhir COD dengan Diameter, Waktu dan Tipe Aliran	40
Tabel 4.14.	Hasil Uji Regresi Anova	41
Tabel 4.15.	Persamaan Regresi	41
Tabel 4.16.	Persamaan R square	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes)	12
Gambar 2.2.	Peta Kontrol	14
Gambar 3.1.	Anaerobik Biofilter aliran Vertikal dan Kolam Eceng Gondok	22
Gambar 3.2.	Anaerobik Biofilter aliran Horisonal dan Kolam Eceng Gondok.....	23
Gambar 4.1.	Grafik Konsentrasi Akhir BOD Aliran Vertikal	27
Gambar 4.2.	Grafik Konsentrasi Akhir BOD Aliran Horisontal	27
Gambar 4.3.	Grafik Persentase Penyisihan BOD Aliran Vertikal	29
Gambar 4.4.	Grafik Persentase Penyisihan BOD Aliran Horisontal	29
Gambar 4.5.	Grafik Konsentrasi Akhir COD aliran Vertikal	35
Gambar 4.6.	Grafik Konsentrasi Akhir COD aliran Horisontal	36
Gambar 4.7.	Grafik Persentase Penyisihan COD Aliran Vertikal.....	37
Gambar 4.8.	Grafik Persentase Penyisihan COD Aliran Horisontal	38

DAFTAR LAMPIRAN

A. Lampiran Analisa BOD

- Cara Kerja i
- Perhitungan Konsentrasi BOD iii
- Laporan Hasil Data Penelitian iv
- Hasil Analisa Data vi

B. Lampiran Analisa COD

- Cara Kerja x
- Perhitungan Konsentrasi COD xi
- Laporan Hasil Data Penelitian xii
- Hasil Analisa Data xiv

C. Lampiran Dokumentasi

- Pengambilan Sampel xviii
- Eceng Gondok xviii
- Anaerobik Biofilter Aliran Vertikal dan Kolam Eceng Gondok xix
- Anaerobik Biofilter Aliran Horisontal dan Kolam Eceng Gondok xix
- Kerikil (20 mm) xx
- Kerikil (3 mm) xx

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sampah adalah bahan buangan yang dihasilkan dari kegiatan manusia dan makhluk hidup yang mungkin tidak digunakan lagi. Sampah harus ditangani dengan baik karena dapat menjadi media penyebaran bibit penyakit. Secara estetika tidak sedap dipandang dan menimbulkan bau yang tidak sedap untuk disekitarnya.

Semakin bertumbuh kembangnya tingkat perkembangan penduduk akan membawa dampak meningkatnya volume sampah di daerah tempat pembuangan akhir. Pengelolaan persampahan saat ini membutuhkan perhatian khusus dari pihak kebersihan dan pemda terkait. Pengelolaan yang dilakukan meliputi pengontrolan terhadap sumber sampah. Sistem penyimpanan, pengumpulan, pemindahan dan transportasi serta pengolahan pembuangan akhir.

Proses dekomposisi sampah di Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA) menghasilkan cairan yang disebut lindi (leachate). Di TPA Supit Urang Malang pengolahan lindi dilakukan dengan mengumpulkan lindi dalam bak pengumpul kemudian dibiarkan menguap dan sebagian meresap ke dalam tanah. Lindi yang masuk ke dalam tanah dapat mencemari air tanah maupun air permukaan. Lindi mengandung bahan-bahan kimia baik organik maupun anorganik dan sejumlah bakteri patogen. Lindi mengandung logam berat, BOD, COD dan amoniak yang tinggi melebihi baku mutu limbah cair, dan mikroba parasit seperti kutu air yang dapat menyebabkan gatal-gatal pada kulit. Dengan demikian lindi ini mempunyai potensi menimbulkan pencemaran terhadap air dan tanah (Prayitno J.S dalam Latif, 2005).

Lindi dengan kisaran kadar BOD antara 100-90000 mg/l dan kadar COD antar 150-100000 mg/l (Ehrig, 1989; Ardreottola dkk, 1990 dalam Made Mira T, 2002) harus diolah dulu sehingga memenuhi standart yang disyaratkan sebelum masuk ke lingkungan tanah dan air, maka dari itu perlu adanya salah satu sarana teknologi untuk mengolah air lindi.

Anaerobik biofilter merupakan salah satu alternatif teknologi dalam pengolahan air lindi. Keuntungan dari anaerobik biofilter adalah operasional bisa dikatakan cukup

mudah tanpa penambahan energi dari luar. Pada reaktor ini tejadi proses pengolahan biologis yang dilakukan oleh organisme anaerobik mengendap di dasar filter dan mengurai polutan.

Media yang digunakan adalah kerikil untuk pertumbuhan mikroorganisme yang disebut juga biofilm selain itu kerikil bisa diperoleh secara mudah dan ditemui diberbagai tempat. Eceng gondok yang merupakan salah satu tumbuhan air digunakan juga sebagai pengolah limbah, dimana akar dan sebagian batang yang tercelup merupakan habitat yang baik bagi bakteri yang bertugas dalam mengolah limbah. Pada tumbuhan menyediakan media penyangga bagi bakteri untuk melekat dan tumbuh dalam menguraikan bahan organik yang ada pada limbah dan kemampuannya memperoleh sinar matahari secara langsung dan pertumbuhannya yang tidak tergantung pada tanah ataupun kedalaman air. Anaerobik biofilter dengan menggunakan media kerikil dan kolam eceng gondok ini guna mengetahui kemampuan dalam menurunkan kandungan BOD dan COD.

1.2. Permasalahan

- Lindi TPA Supit Urang mengandung bahan pencemar BOD, COD yang tinggi dan memiliki potensi untuk mencemari lingkungan air dan tanah.
- Pencemaran lingkungan akibat lindi perlu dicarikan alternatif cara-cara penanganan.

1.3. Rumusan Masalah

- Apakah Anaerobik biofilter dengan menggunakan media kerikil dan kolam eceng gondok dapat menurunkan kadar BOD dan COD pada lindi
- Seberapa besar kemampuan anaerobik biofilter dengan menggunakan media kerikil dan kolam eceng dengan variasi ukuran diameter media, waktu dan tipe aliran.

1.4. Tujuan Penelitian

- Mengetahui kemampuan anaerobik biofilter dengan menggunakan media kerikil dan kolam eceng gondok dalam menurunkan BOD dan COD pada lindi.

- Mengetahui penurunan kadar BOD dan COD dengan variasi ukuran diameter media, waktu dan tipe aliran.

.5. Ruang Lingkup

1. Membuat gabungan reaktor anaerobik biofilter dan kolam eceng gondok untuk menurunkan BOD dan COD pada skala laboratorium.
2. Sampel yang digunakan adalah lindi dari TPA Supit Urang
3. Parameter yang dianalisa adalah BOD dan COD
4. Media yang digunakan :
   - Kerikil dengan diameter 3 mm dan 20 mm
   - Eceng Gondok
5. Penelitian dilakukan dengan variasi diameter media, variasi waktu dan variasi tipe aliran.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Lindi (leachate)

Sampah yang dibuang ke landfill mengalami beberapa perubahan fisik, kimia dan biologis serta simultan yang diantaranya menghasilkan cairan yang disebut lindi. Lindi dapat didefinisikan sebagai cairan yang telah melewati sampah yang telah mengekstraksi material terlarut/tersuspensi dari sampah tersebut (Tchobanoglous, 1977 dalam Abdul Latif, 2005). Lindi di produksi ketika air/cairan lainya melakukan kontak dengan sampah yang terutama berasal dari buangan domestik, dimana hal tersebut tidak dapat dihindari pada Tempat Pembuangan Sampah (TPA).

Pada umumnya lindi terdiri dari cairan yang merupakan hasil dekomposisi buangan dan cairan yang masuk ke landfill dari luar misalnya air permukaan, air tanah, air hujan dan lain-lain. Masuknya cairan tersebut dapat menambah volume lindi yang kemudian disimpan dalam rongga antara komponen sampah dan akan mengalir jika memungkinkan.

Sampah organik seperti kertas, sisa makanan didegradasikan oleh mikroba menjadi komponen yang lebih sederhana oleh karena itu air yang merembes tersebut mempunyai kualitas yang makin buruk menghasilkan cairan yang terpolusi, dimana warna bervariasi dari coklat muda sampai mendekati hitam. Umumnya berbau busuk dan kadang-kadang menghasilkan warna pelangi pada permukaan air, potensi polusinya lebih kurang 10 - 100 kali air buangan lainnya.

Komponen dari lindi, sebagai berikut:

1. Ion utama : Ca, Mg, Pt, Fe, Na, NH NH_4^+, CO_3^-, CO_3^{4-} dan Cl^-
2. Logam : Mn, Zn. Cr. Cu, Ni. Pb dan Cd.
3. Bahan organik: BOD dan COD.
4. Mikroba: Bakteri, Virus dan Mikroalgae.

2.1.1. Karakteristik Lindi

Karakteristik lindi bervariasi tergantung dan proses dalam landfill yang meliputi proses fisik, kimia dan biologis. Sedangkan faktor yang mempengaruhi proses landfill adalah jenis sampah lokasi Landfill, hidrogeologi dan sistem pengoperasian. Degradasi

material sampah di landfill disebabkan proses biologis perubahan secara fisik dan kimia, produksi lidi dan produksi gas berhubungan langsung dengan aktivitas biologis dalam landfill.

Ada tiga fase utama dan aktivitas biologis yang terjadi dan merupakan satu rangkaian (Porteous, A. Harzardous, 1985 dalam Abdul Latif, 2005) yaitu:

1. Dekomposisi aerobik, dengan menggunakan oksigen yang tersedia di landfill.
2. Dekomposisi anaerobik, oleh organisme anaerob dan fakuftatif menghasilkan komponen yang lebih sederhana yang dapat larut.
3. Bakteri methanorganik, mulai mengkonsumsi komponen yang lebih sederhana, menghasilkan methan dan CO_2.

Fase I biasanya berlangsung singkat dalam waktu beberapa minggu aktivitas biologis fase ini menyebabkan kenaikan suhu landfill. Fase II terjadi proses anaerobik, temperatur minimum menurun karena menghasilkan asam borak tinggi. pH rendah, berbau, konsentrasi BOD dan COD tinggi. juga punya konsentrasi amoniak. N organik, Fe, Ca, Mg, Na, Cl dan logam berat tinggi. Fase III bakteri methanorganik menghasilkan removal komponen organik terlarut dan lindi terutama asam karboksilat.

2.1.2. Komposisi Kimia Lindi.

Komposisi kimia lindi tergantung beberapa parameter, termasuk hal-hal yang mengenai massa sampah, lokasi tempat serta desain serta manajemen landfill. Hal-hal lain yang mempengaruhi kualitas lindi adalah:

1. Komposisi Sampah

   Secara alami fraksi organik sampah dipengaruhi oleh degradasi sampah dalam landfill dan juga kualitas lindi yang diproduksi. Kehadiran substansi yang beracun bagi bakteri akan memperlambat proses degradasi. Kandungan anorganik lindi tergantung pada kontak antara sampah dengan air yang merembes sebagaimana halnya pH dan keseimbangan kimia pada solid liquid interface.

2. pH

   pH mempengaruhi proses kimia yang merupakan basis dan transfer massa dalam sistem lindi sampah seperti persipitasi disolusi, redoks dan reaksi penyerapan. Umumnya kondisi asam yang menandakan proses anaerobik dimulai meningkatkan

solubilitas kandungan kimia (oksida, hidroksida dan jenis karbonat) dan penurunan kapasitas penyerapan sampah.

3. Potensi Redoks

Kondisi penurunan berhubungan dengan fase kedua dan ketiga dari degradasi anaerobik yang akan mempengaruhi kelarutan nutrien dan logam dalam lindi.

4. Umur Landfill

Variasi dalam komposisi lindi dan dalam jumlah polutan yang menurun dari sampah menandakan umur landfill. Umur landfill mempunyai peran penting dalam penentuan karasteristik lindi yang diatur oleh tipe proses stabilisasi sampah. Polutan dalam lindi umumnya mencapai maksimum pada operasi landfill selama 2-3 tahun, setelah itu menurun.

Tabel 2.1. Kisaran kandungan komposisi kimia lindi

Parameter	Kisaran	Parameter	Kisaran
COD (mg/l)	150 – 100000	SO_4 (mg/l)	10 – 1200
BOD (mg/l)	100 – 90000	Cl (mg/l)	30 – 4000
pH	5,3 – 8,5	Fe (mg/l)	0,4 – 2200
Alkalinity (mg $CaCO_3$/l)	300 – 11500	Zn (mg/l)	0,05 – 170
Kesadahan (mg $CaCO_3$/lI)	500 – 8900	Mn (mg/l)	0,4 – 50
NH_4 (mg/l)	1 – 1500	CN (mg/l)	0,04 – 90
N-organik (mg/l)	1 – 2000	AOX (µg/l)	320 – 3500
N-tot (mg/l)	50 – 5000	Phenol (mg/l)	0,04 – 44
NO_3 (mg/l)	0,1 – 50	As (µ/l)	5 – 1600
NO_2 (mg/l)	0 – 25	Cd (µ/l)	0,5 – 140
P-total (mg/l)	0,1 – 30	Co (µ/l)	4 – 950
PO_4 (mg/l)	0,3 – 25	Ni (µ/l)	20 – 2050
Ca (mg/l)	10 – 2500	Pb (µ/l)	8 – 1020
Mg (mg/l)	50 – 1150	Cr (µ/l)	30 – 1600
Na (mg/l)	50 – 4000	Cu (µ/l)	4 – 1400
K (mg/l)	10 – 2500	Hg (µ/l)	0,2 – 50

(sumber : Ehrig, 1989, Ardreottola dkk, 1990 dalam Abdul Latif.2005)

2.2. Tempat Pembuangan Akhir

Teknik pengolahan sampah di Malang adalah pembakaran, komposting dan penimbunan. Pengelolaan sampah yang baik diperlukan agar tidak mengganggu lingkungan dimana lokasi TPA harus jauh dari pemukiman penduduk, jauh dari

jalan raya, tidak mengganggu sumber daya alam misalnya sumber daya air, sumber daya tanah dan lain-lain. Macam-macam tempat penimbunan sampah (Bahar, 1985; Henny, 1993 dalam Made Mira 2002), yaitu:

1. Penimbunan terbuka (open dumping)
2. Pembakaran di galian terbuka (open trencn burning)
3. Penimbunan di tanah (sanitary landfill)
4. Penimbunan di laut (dumping at the sea)

TPA Supiturang menerima sampah dari seluruh kecamatan yang ada di kota Malang, (Kecamatan Klojen, Lowokwaru, Sukun, Kedungkandang dan Blimbing).

Metode sanitary landfill yang digunakan yaitu sampah ditumpuk dengan tanah kemudian diberi sampah lagi begitu seterusnya sampai periode tertentu dan pengontrolan memadai. Hal ini menyebabkan serangga berkembang biak pada permukaan lapisan sampah, banyak terdapat hewan melata dan bau yang menyengat.

Pada umumnya lindi itu dibuang ke alam sehingga dapat menirnbulkan pencemaran, baik pencemaran tanah maupun air. Untuk itu diperlukan pengelolaan secara tepat dan efektif untuk dapat menurunkan baik kandungan bahan organik, mikroorganisme patogen serta efek toksik yang terdapat dalam lindi.

2.3. Pengolahan Biologis

Proses pengolahan biologis digunakan untuk mengolah air limbah secara umum dibagi menjadi lima bagian utama, yaitu: proses aerobik, proses anoksik, proses anaerobik, kombinasi aerobik-anoksik-anaerobik, dan pond proses.

Aplikasi proses biologis digunakan untuk:

1. Meremoval materi organik dalam air buangan yang diukur sebagai BOD, TOC (total Organik Carbon), COD
2. Nitrifikasi
3. Denitrifikasi
4. Removal fosfor
5. Stabilisasi Lumpur

2.3.1 Pengolahan Anaerobik

Teknologi pengolahan secara anerobik terus mengalami perkembangan dengan adanya berbagai penelitian untuk perbaikan-perbaikan proses. Beberapa karakteristik dari proses anaerobik yang menguntungkan seperti biaya yang rendah, operasional yang sederhana menjadi suatu alasan untuk terus mengembangkan teknologi pengolahan limbah secara anaerobik. Proses anaerobik merupakan proses pendegradasian zat organik oleh mikroba anaerobik tanpa kehadiran oksigen. Perkembangan ilmu dan teknologi telah menciptakan pengolahan dengan menggunakan biofilm atau bioflok (Metcalf dan Eddy, 1991). Dalam proses ini dekomposisi bahan organik dan anorganik terjadi dalam kondisi anaerobik.

Beberapa jenis pengolahan anaerobik :

1. Anaerobic Sustended Growth

   Merupakan pertumbuhan dalam bentuk tersuspensi. Sistem pengolahan air limbah yang termasuk dalam pengolahan ini adalah :

   a. Anaerobic dogestion
   b. Anaerobic contact process
   c. Upflow Anaerobic Sludge-Blanket Process (UASB)

2. Anaerobic Attached Growth

   Adalah pertumbuhan mikroorganisme dalam suatu media tertentu.Media ini menyediakan permukaan tempat mikroba melekat dan tumbuh. Sistem pengolahan air limbah yang termasuk dalam pengolahan ini adalah :

   a. Anaerobic filter
   b. Expanded Bed Process

      Dekomposisi anaerobik menghasilkan biogas terdiri dari gas methan (50-70%), karbondioksida (25-45%) dan sejumlah kecil hidrogen sulfida. Degradasi zat organik secara mikrobiologis dalam lingkungan anerobik hanya dapat dilakukan oleh mkroorganisme yang dapat mempergunakan molekul selain oksigen sebagai akseptor hidrogen. Kemampuan mikroorganisme anaerobik untuk mengetahui transformasi atau reaksi yang khusus, tergantung pada keberadaan enzim atau katalis khusus untuk reaksi proses. Untuk reaksi intraseluler tergantung pada kemampuan substrat untuk melewati membran

sitoplasma sel (vivien, 2000). Proses anaerobik dapat dioperasikan dengan dua cara yaitu :

1. Proses anerobik suspended growth bersatu dengan enzim
2. Poses anaerobik attached growth

2.3.2 Proses Biologis Dalam Biofilter

Biofilter menggunakan pertumbuhan mikroorganisme dalam media untuk mendegradasikan bahan organik. Proses biologis yang terjadi dalam biofilter ini tak ubahnya proses pada trickling filter. Kandungan bahan organik didegradasi oleh sejumlah mikroorganisme pada media filter. Bahan organik diabsorp ke dalam lapisan slime, sedangkan degradasi secara aerob terjadi pada lapisan luar slime. Seiring dengan pertumbuhan mikroorganisme maka ketebalan slime pun meningkat. Oksigen terdifusi telah habis dikonsumsi sebelum sempat mencapai bagian dalam media, karenanya lingkunan anaerob terdapat pada bagian sebelah dalam media. Semakin tebalnya lapisan slime menyebabkan bahan organik terabsorbsi dan mengalami metabolisme sebelum mencapai mikroorganisme pada permukaan media, akibatnya mikroorgnisme tidak memperoleh sumber organik eksternal untuk sel karbon dan sel mikroorganisme mengalami endogeneous lalu kehilangan kemampuan menempel pada media (Vivien Deviyantie, 2000). Air yang mengalir akan menggerus lapisan slime untuk selanjutnya terbentuk slime yang baru, keadaan ini disebut sloughing. Sloughing merupakan fungsi dari organik loading dan hidroulik loading pada filter. Hidrolik loading memperhitungkan kecepatan penggerusan dan organik loading memperhitungkan kecepatan pertumbuhan mikroorganisme pada lapisan slime.

2.4. Sistem Pengolahan Anaerobik Biofilter

Pada rektor ini terjadi proses pengolahan biologis yang dilakukan oleh organisme anaerobik yang mengendap di dasar filter dan mengurangi polutan. Pada anerobik biofilter, lindi dialirkan pada media yang digunakan pengolahan bahan organik. Pada media ini lindi dikontakkan dengan media filter dimana media tersebut digunakan sebagai tempat bakteri tumbuh dan tinggal jenis anaerobik biofilter reaktor menurut aliran adalah : aliran horisontal dan aliran vertikal. Sedangkan menurut media yang digunakan yaitu single dan dua/tri media.

2.5. Pengertian BOD dan COD

BOD (Biolocal Oxygen Demand) atau kebutuhan oksigen biologis adalah suatu analisa empiris yang mencoba mendekati secara global proses-proses mikrobiologis yang benar-benar terjadi dalam air. Angka BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan hampir semua zat organis yang terlarut dan sebagian zat-zat organis yang tersuspensi dalam air. (Metode Penelitian Air, 1984)

COD (Chemical Oxygen Demand) atau kebutuhan oksigen kimia adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organis yang ada dalam sampel air, dimana pengoksidasi $K_2 Cr_2 O_7$ digunakan sebagai sumber oksigen. Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organis yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air. (Metode Penelitian Air, 1984)

2.6. Media

2.6.1. Kerikil

Kerikil merupakan material yang sering digunakan dalam pengolahan air bersih maupun air buangan. Ukuran kerikil yang digunakan bervariasi antara 3-23 mm, media ini juga mempunyai kemampuan untuk menyaring bahan organik. Kerikil berbentuk agak membulat atau sangat tidak teratur atau dapat juga gepeng, mempunyai ruang-ruang diantara butir-butir besar (Buckmann dan Brady, 1982 dalam Rizka Tri, 2005). Pada saat air melalui gravel (kerikil), air mengalami proses biologi yang melalui kontak air dengan bakteri pengurai amonia dan nitrit yang hidup pada permukaan kerikil.

Karakteristik kerikil adalah :

a. Mampu menjadi media hidup bakteri
b. Mempunyai kemampuan penyaringan terhadap bahan organik dan kasar
c. Mempunyai struktur kuat sehingga mampu menjadi menahan tekanan yang cukup tinggi

Untuk filter yang menggunakan media dengan diameter lebih dari 2 mm disebut sebagai roughing filter.Roughing filter pada prinsipnya mereduksi beban organik dan partikel dalam aliran. Partikel yang dihilangkan pada roughing filter sangat kecil dibandingkan dengan rongga pori pada media. Proses-proses dasar roughing filter

adalah pengendapan pada rongga pori dan adhesi pada partikel-partikel media. Pada roughing filter terjadi deep penetration zat-zat tersuspensi ke dalam lapisan media. Zat-zat padat yang tertahan oleh filter dibersihkan/dihilangkan dengan pembilasan (flushing), atau jika perlu, dengan menggali media filter, mencucinya, dan menggantinya.

Aktifitas biologis yang terjadi dalam roughing filter pada dasarnya sama dengan aktifitas biologis yang teijadi dalam trikling filter. Saat air (buangan) melewati permukaan media, suatu lapisan tipis bakteri serta protozoa dengan cepat terbentuk. Ketebalan lapisan tersebut biasanya kurang dan 0,1 mm, tapi bisa juga tumbuh sampai mencapai 10-12 mm. ini tergantung dari proses pertumbuhannya dan nutrien serta oksigen yang didapatkannya. Lapisan tersebut terdiri dari bakteri dan fungal mycelia, yang menyebar/menjalar di permukaan media dalam bentuk lapisan yang berlendir. Bahan organik yang ada di air didegradasi/diturunkan olehvpopulasi mikroorganisme yang menempel pada media filter (attached microorganisms). Bahan organik yang ada di air tersebut diadsorbsi ke dalam biological film. Pada bagian biological slime layer yang lebih luar, bahan organik didegradasi oleh mikroorganisme aerobik. Sejalan dengan bertambahnya ketebalan biofilm , dan oksigen terdifusi dikonsumsi sebelum dapat terpenetrasi secara penuh sampai ke bagian biofilm layer yang terdalam. Karenanya terbentuklah suatu lingkungan/kondisi yang anaerobik di dekat permukaan media.

Pada dasarnya ada dua jenis roughing filter, yang dibedakan oleh arah alirannya, yaitu roughing filter aliran vertikal dan roughing filter aliran horisonal.

2.6.2. Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes)

Eceng gondok tergolong dalam gulma perairan dan hidup mengapung bebas bila airnya cukup dalam tetapi berakar didasar kolam atau rawa Jika air dangkal. Eceng gondok menempati sistematika sebagai berikut :

Divisio : Embryophytasiphonogama
Sub divisio : Angiospermae
Klas : Monocotyledone

Ordo : Farinosae

Famili : Pontederaceae

Genus : Eichorniae

Spesies : Eichornia Crassipes (Mart) Solm

Eceng gondok merupakan tumbuhan yang hidup didaerah tropis dan subtropis. Tingginya bervairasi, daun bulat telur lebar, bunga berwarna biru keunguan, dan memiliki tudung akar yang menonjol. Tanaman ini pada umumnya berkembang biak secara vegetatif (dengan stolon) dalam waktu yang sangat cepat dan berkembang biak secara generatif (bunga).

Pada suatu percobaan, dua tanaman yang menghasilkan 30 anakan selama 23 hari (Anonymous, 1976 dalam Yulianti, 2003). Enceng gondok mempunyai daya saing yang besar terhadap tumbuhan lain, maka kemampuan mempertahankan hidup lebih besar. Pemanfaatan eceng gondok selama ini antar lain untuk makanan ternak, media penanaman jamur merang, bahan dasar kerajinan tangan, bahan pembuat kertas.

Gambar 2.1. Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes)

Tanaman dalam hal ini eceng gondok memiliki media penyangga bagi mikroorganisme untuk melekat dan tumbuh. Eceng gondok adalah salah satu jenis tanaman yang memiliki mikroba rhizofera yang dapat dimanfaatkan untuk menurunkan nilai BOD, COD pada air limbah (Dena.N, 2004). Aktivitas mikroba dipermukaan akar dan luasnya permukaan akar eceng gondok membuat eceng gondok menyerap sangat banyak bahan pencemar dalam air. Tanaman air ini mampu menghisap oksigen dari

udara melalui daun, batang, akar dan Rhizomanya yang kemudian dilepaskan kembali pada daerah sekitar perakaran (rhizosphere)

Adanya aktivitas mikroorganisme yang terdapat pada permukaan akar tumbuhan eceng gondok merupakan makanan yang penting bagi tumbuhan eceng gondok karena dalam aktivitas tersebut terdapat penghancuran bahan-bahan organik yang akan digunakan oleh tumbuhan eceng gondok dalam berfotosintesis.

2.7. Pengumpulan Dan Pengolahan Data

Populasi adalah totalitas semua nilai, baik itu menghitung maupun mengukur, kuantitatif maupun kualitatif dan karakteristik tertentu mengenai sekumpulan obyek yang lengkap dan jelas. Sedangkan Sampel adalah sebagian data yang diambil dari populasi dengan menggunakan cara-cara tertentu (sumber : Sudjana, Metode Statistika, 1996 dalam P. Juli Ni Ketut, 2005).

2.7.1. Metode Statistik

Untuk keperluan perhitungan hasil penelitian berupa data kuantitatif ini digunakan beberapa rumus statistik:

a. Rata-rata hitung

Rumus yang digunakan adalah :

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{n}$$

Dimana :

$\overline{X}$ = Rata-rata hitung dari sampel

ΣX = Total jumlah sampel

n = Banyaknya sampel

b. Standart Deviasi

Rumus yang digunakan adalah :

$$S = \sqrt{\frac{n(\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2}{n(n-1)}}$$

Dimana :

S = Standart deviasi yang dicari

ΣX = Jumlah semua harga X yang ada

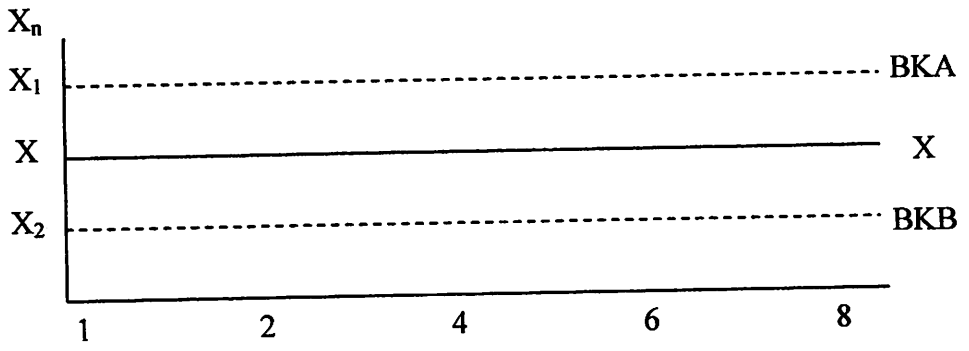
n = Jumlah pengukuran yang telah dilakukan

(Sumber: Sujana, 1996 dalam P. Juli Ni Ketut, 2005)

2.7.2. Pengujian Keseragaman Data

Pengujian keseragaman data perlu dilakukan terlebih dahulu sebelum dilanjutkan pengolahan data, data disini akan diuji apakah data yang terkumpul seragam dan selanjutnya mengidentifikasikan data yang ekstrim. Data ekstrim yang dimaksud adalah data yang terlalu besar atau data yang terlalu kecil dan jauh menyimpang dari trend rata-ratanya. Data yang ekstrim tidak digunakan perhitungan selanjutnya.

Untuk memudahkan pengujian maka digunakan peta kontrol dengan contoh sebagai berikut:



Gambar 2.2. Peta Kontrol

Menurut Sritomo Wignsoehroto, 1995 hal. 195 dalam P. Juli Ni Ketut, 2005, rumus yang digunakan untuk menentukan batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) adalah sebagai berikut:

$BKA = \overline{X} + K.S$

$BKB = \overline{X} - K.S$

Dimana:

$\overline{X}$ = Hasil rata-rata Pengukuran

S = Standart Deviasi dan hasil pengukunan

K = Index (tergantung dan tingkat kepercayaan yang diambil) untuk Kepercayaan 95%, nilai K = 2

a. Rata-rata hitung

Rumus yang digunakan adalah :

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{n}$$

Dimana :

$\overline{X}$ = Rata-rata hitung dari sampel

ΣX = Total jumlah sampel

n = Banyaknya sampel

b. Standart Deviasi

Rumus yang digunakan adalah :

$$S = \sqrt{\frac{(X_i - X)^2}{n-1}}$$

Dimana :

S = Standart deviasi yang dicari

X_i = Sampel hasil pengukuran ke-i

X = Rata-rata hitung dari sampel

n = Jumlah pengukuran yang telah dilakukan

2.7.3. Pengolahan Data Secara Statistik

Untuk mengolah data kuantitatif dalam penelitian ini dibutuhkan beberapa tahapan yaitu analisis derajat hubungan diantara vaniabel-vaniabel, uji statistik dan uji beda dengan penggunaan analisa varians.

Teknik statistik yang digunakan adabah sebagai berikut:

- **Koefisisen korelasi**

  Koefisien Korelasi adalah indeks atau bilangan yang digunakan untuk mengukur derajat hubungan, meliputi kekuatan hubungan dan bentuk/arah hubungan.

  Untuk kekuatan hubungan, nilai koefisien korelasi berada -1 dan +1. Untuk bentuk/arah hubungan, nilai koefisien korelasi dinyatakan dalam positif (+) dan negatif (-), atau ($-1 \leq KK \leq +1$).

- Jika koefisien korelasi bernilai positif, maka variabel-variabel berkorelasi positif, artinya jika variabel yang satu naik/turun, maka variabel yang lainnya juga naik/turun. Semakin dekat nilai koefisien korelasi ke +1, semakin kuat korelasi positifnya.
- Jika koefisien korelasi benilai negatif, maka variabel-veriabel berkorelasi negatif, artinya jika variabel yang satu naik/turun, maka variabel yang lainya akan turun/naik. Semakin dekat nilai koefisien korelasi -1 ,semakin kuat korelasi negatifnya.
- Jika koefisien korelasi benilai 0 (nol), maka variabel tidak menunjukkan korelasi.
- Jika koefisien korelasi benilai +1 atau -1, maka variabel-variabel menunjukkan korelasi positif atau negatif sempurna.

Proses untuk memperoleh koefisien korelasi ini disebut sebagai ukuran asosiasi. Oleh karena jenis data adalah kuantitatif dan bersifat interval maka dipilih rumus koefisien korelasinya adalah Koefisien Korelasi Pearson.

$$r = \frac{n\Sigma XY - \Sigma Y}{\sqrt{(n\Sigma X - (\Sigma X))(n\Sigma Y - (\Sigma Y))}}$$

Dimana:

r = koefisien korelasi Pearson,

X = variabel bebas

Y = variabel terikat

Uji Statistik Koefisien Korelasi untuk mengetahui signifikan atau tidaknya hubungan antar variabel tersebut adalah:

- Untuk sampel kecil ($n \leq 30$), menggunakan uji t.

$$t = t\sqrt{\frac{n-2}{1-r}}$$ dengan db = n-2

- Untuk sampel kecil ($n \leq 30$), menggunakan uji z

$$t = {}^{r}\!/_{1/\sqrt{n-1}}$$

- **Regresi**

Regresi merupakan suatu alat ukur yang juga digunakan untuk mengukur ada atau tidaknya korelasi antar variabel. Analisis regresi ini lebih akurat dibanding dengan analisis lainnya karena pada analisis ini kesulitan dalam menunjukkan slope (tingkat perubahan suatu variabel terhadap variabel lainnya) dapat teratasi.

Digunakan rumus sebagai berikut:

a. Regresi Linier Sederhana

$$Y = a + bX$$

Keterangan:

Y = variabel terikat (variabel yang diduga),

X = variabel bebas,

a = intersep

b = koefisien regresi (slop)

Untuk melihat bentuk korelasi antar variabel dengan persamaan regresi tersebut, maka nilai a dan b harus ditentukan terlebih dahulu.

$$b = \frac{n\Sigma XY - (\Sigma X) - (\Sigma Y)}{\Sigma X - (\Sigma X)}$$

$$a = \frac{n\Sigma Y - b.\Sigma X}{n}$$

Uji Statistik regresi linier sederhana bagi koefisien korelasi b menggunakan uji statistik F dengan rumus:

$$F = \frac{b\Sigma(X - \overline{X})}{Se}$$

Keterangan:

Y = variabel terikat (variabel yang diduga),

X = variabel bebas,

Se = kesalahan baku regresi

b. Regresi Linier Berganda

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2$$

Keterangan:

Y = variabel terikat (variabel yang diduga),

X_1 dan X_2 = variabel bebas I dan II,

a = intersep

b_1 dan b_2 = koefisien regresi (slop)

nilai a dan b harus ditentukan terlebih dahulu dengan rumus:

$$b = \frac{n\Sigma XY - (\Sigma X) - (\Sigma Y)}{\Sigma X - (\Sigma X)}$$

$$a = \frac{n\Sigma Y - b\Sigma X - b\Sigma X}{n}$$

Uji Statistik regresi linier sederhana :

- Untuk uji hipotesis serentak menggunakan uji F yaitu:

$$F = \frac{Rkreg(RKR)}{Rkres(RKE)}$$

Keterangan:

Rkreg = rata-rata kuadrat regresi

Rkres = rata-rata kuadrat residu (error)

- Untuk uji hipotesis individual menggunakan uji t, yaitu sebagai berikut =

$$t = \frac{b_i - B_i}{Sb_i}, i = 1,2,3,...$$

Keterangan:

bi = nilai koefisien regresi

Bi = nilai koefisien regresi untuk populasi

Sbi = kesalahan baku koefisien rrgresi

- **Analisis Komparasi**

  Analisis Komparasi atau perbedaan merupakan prosedur statistik untuk menguji perbedaan di antara dua kelompok data (variabel) atau lebih. Dikarenakan penggunaan data adalah interval maka digunakan One way Analisis Varians (ANOVA) untuk k sampel berkorelasi dan independen digunakan rumus sebagai berikut:

Sumber Varians Rata-rata	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Rata-rata Kuadarat	F0
Rata-rata kolom	JKK	k-1	S_1^2 = JKK/k-1	$\frac{S_1^2}{S_2^2}$
Error	JKR	K (n – 1)	S_2^2 = JKK/k(n-1)	
Total	JKT	Nk – 1		

- **Analisis Deskriptif**

  Analisis deskriptif merupakan prosedur statistik untuk menguji generalisasi hasil penelitian yang didasarkan atas satu variabel. Jenis data yang digunakan interval sehingga digunakan rumus t-tes.

$$t = \frac{X - \mu_0}{s/\sqrt{n}}$$

Keterangan:

t = nilai t hitung,

X = rata-rata X,

μ_0 = nilai yang dihipotesiskan,

s = simpangan baku

n = jumlah anggota sampel

2.7.4. Generalisasi Dan Kesimpulan Analisis Data

Generalisasi adalah penarikan suatu kesimpulan umum dari suatu penelitian. Generalisasi yang dibuat harus berkaitan dengan teori yang mendasari penelitian yang dilakukan.

Generalisasi ini, dibuat setelah interpretasi data/penemuan yang telah dilakukan. Setelah generalisasi dibuat, selanjutnya dibuatkan kesimpulankesimpulan yang lebih khusus (terinci) dari penelitian berdasarkan generalisasi yang telah dibuat.

(Hasan, M. Iqbal,2002 hal 100-138 dalam P. Juli Ni Ketut, 2005)

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Pondok Blimbing Indah P1-44, dilaksanakan pada bulan Oktober – November 2005.

3.2. Variabel Penelitian

3.2.1. Variabel terikat

1. Konsentrasi BOD
2. Konsentrasi COD

3.2.2. Variabel Bebas

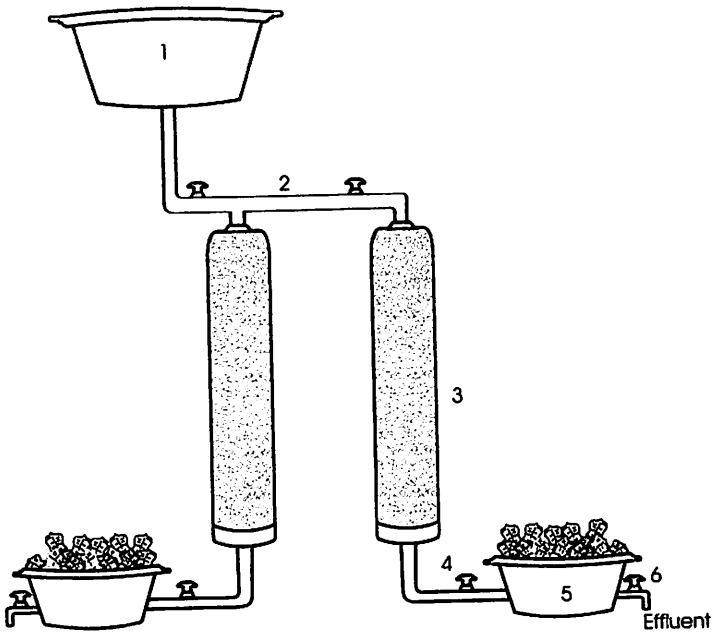
1. Waktu tinggal : 12 jam dan 24 jam
2. Diameter kerikil : 3 mm dan 20 mm
3. Aliran : Vertikal dan Horisontal

3.2.3. Variabel Tetap

1. Diameter reaktor : 15 cm
2. Panjang reaktor : 1 m
3. Debit : 10 L
4. Kecepatan aliran
   - 12 jam : 13 ml/menit
   - 24 jam : 6 ml/menit
5. Eceng gondok

3.3. Rancangan Percobaan

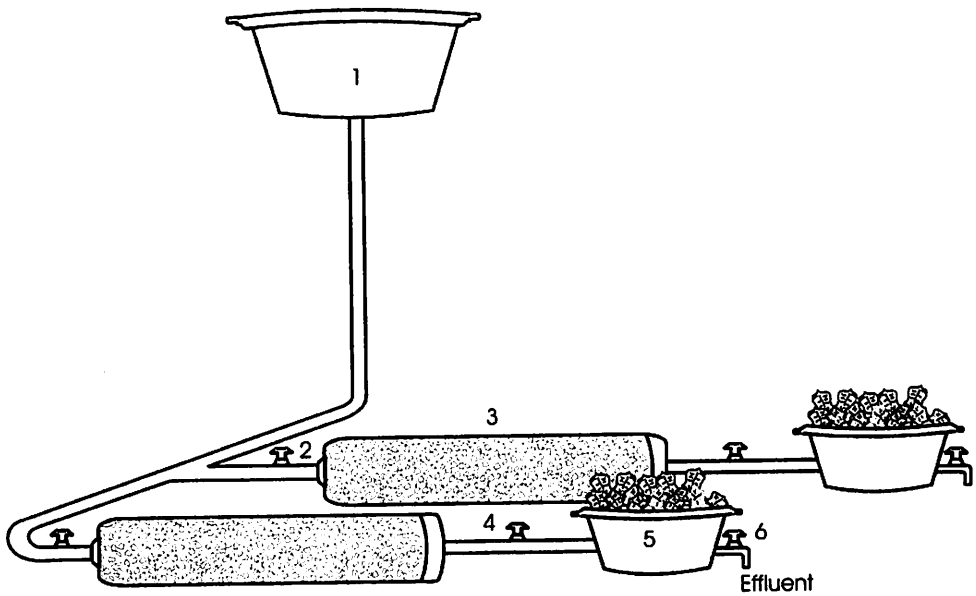
3.3.1. Gambar Alat



Gambar 3.1. Anaerobik Biofilter aliran vertikal dan Kolam Eceng gondok

Keterangan

1. Bak penampung lindi
2. Kran
3. Anaerobik biofilter
4. Kran
5. Kolam eceng gondok
6. Kran
7. Effluent



Gambar 3.2. Anaerobik Biofilter aliran horisontal dan Kolam Eceng gondok

Keterangan

1. Bak penampung lindi
2. Kran
3. Anaerobik biofilter
4. Kran
5. Kolam eceng gondok
6. Kran
7. Effluent

3.3.2. Spesifikasi Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini berupa reaktor anaerobik biofilter dan kolam eceng gondok. Skala laboratorium secara kontinyu dengan aliran vertikal dan horisontal. Alat terbuat dari PVC dengan diameter 15 cm dan panjang 1 m. Sebelum alat anaerobik biofilter terdapat 1 buah bak yang merupakan bak penampung influent. Detail alatnya dapat dilihat pada agambar 3.1. dan 3.2.

3.4. Pelaksanaan Percobaan

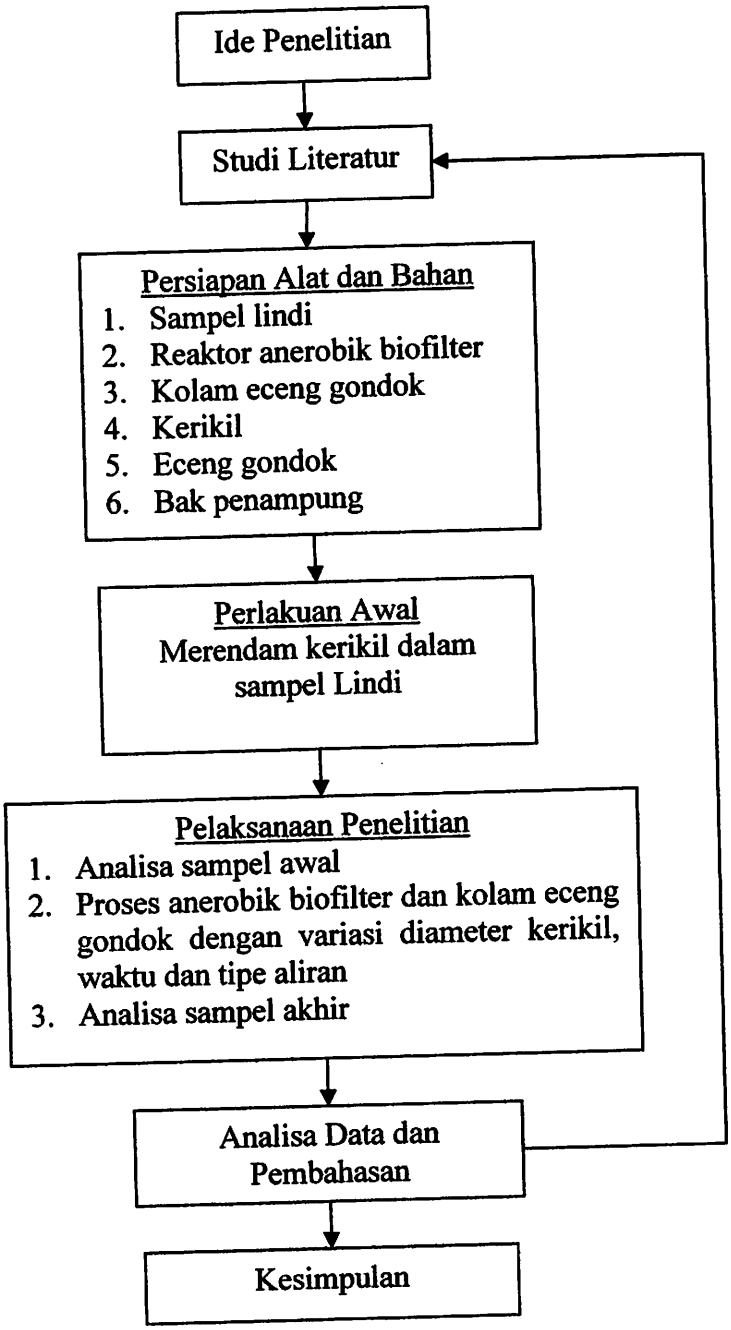
3.4.1. Tahap persiapan

1. Menyiapkan alat dan bahan untuk penelitian : reaktor anaerobik biofilter, kolam eceng gondok, lindi, kerikil (3 mm dan 20 mm) dan eceng gondok yang segar (daun berwarna hijau segar dan tidak ada eceng gondok yang berdaun layu).
2. Membersihkan media dengan mencuci tiap media dengan air bersih sebelum dimasukkan dalam alat
3. Sebelum reaktor dijalankan, terlebih dahulu dilakukan perlakuan awal pada media (kerikil). Perlakuan tersebut yaitu dengan merendam kerikil ke dalam sampel lindi selama 2 minggu untuk menumbuhkan bakteri

3.4.2. Tahap Penelitian

1. Sampel lindi disiapkan dalam bak penampung
2. Mengukur kadar BOD dan COD, dalam sampel lindi pada awal sebelum perlakukan
3. Dari bak penampung, dialirkan ke reaktor langsung dialirkan juga melewati eceng gondok.
4. Waktu tinggal yang digunakan adalah 12 jam dan 24 jam
5. Setelah air melalui media kerikil dan eceng gondok, dilakukan pengambilan sampel pada effluent sesuai waktu yang telah ditentukan.
6. Sampel tersebut kemudian dianalisa penurunan konsentrasi BOD dan COD

3.5. Diagram Alir Penelitian



BAB IV
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian konsentrasi BOD dan COD yang dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Brawijaya Malang, maka data konsentrasi akhir BOD dan COD setelah diujikan dengan alat anaerobic biofilter dengan menggunakan media kerikil dan kolam eceng gondok dengan variasi diameter kerikil 3 mm dan 20 mm, waktu 12 jam dan 24 jam, aliran vertikal dan horisontal. Dapat dilihat pada tabel 4.1 dan 4.2.

Tabel 4.1 Data Konsentrasi akhir BOD

Tipe aliran	Diameter media (mm)	Waktu (jam)	Konsentrasi Awal BOD (mg/l)	Konsentrasi Akhir BOD			
				1	2	3	Rata-rata
Vertikal	20	12	1785	1435	1395	1425	1418.33
		24	1785	1065	1075	1015	1051.66
	3	12	1785	965	980	950	965
		24	1785	735	685	710	710
Horisontal	20	12	1785	1575	1570	1580	1575
		24	1785	1365	1350	1355	1356.66
	3	12	1785	1365	1370	1360	1365
		24	1785	1225	1180	1200	1201.66

Sumber : Hasil penelitian

Tabel 4.2 Data Konsentrasi akhir COD

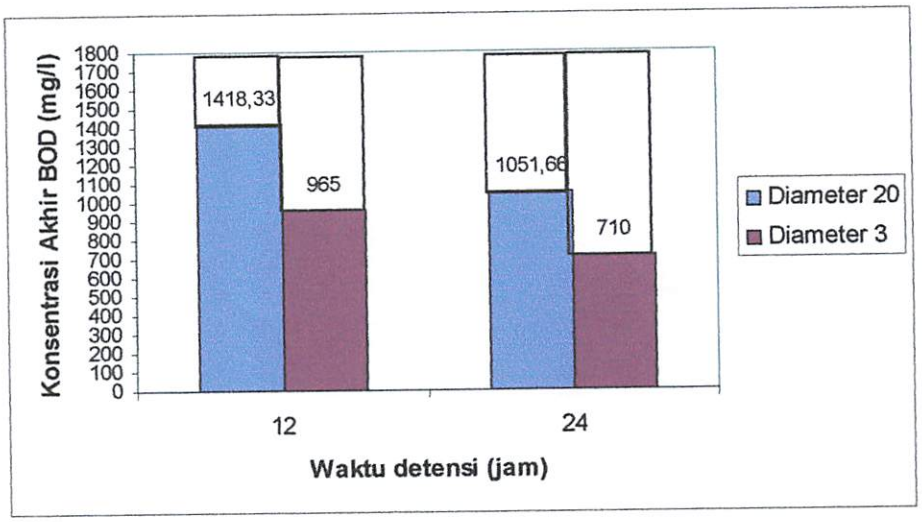
Tipe aliran	Diameter media (mm)	Waktu (jam)	Konsentrasi Awal COD (mg/l)	Konsentrasi Akhir COD			
				1	2	3	Rata-rata
Vertikal	20	12	2066	1530	1506	1556	1530,66
		24	2066	1246	1260	1236	1247,33
	3	12	2066	1026	1054	1010	1030
		24	2066	896	876	926	899,33
Horisontal	20	12	2066	1766	1772	1750	1762,66
		24	2066	1524	1540	1520	1528
	3	12	2066	1618	1584	1600	1600,66
		24	2066	1472	1468	1460	1466,66

Sumber : Hasil penelitian

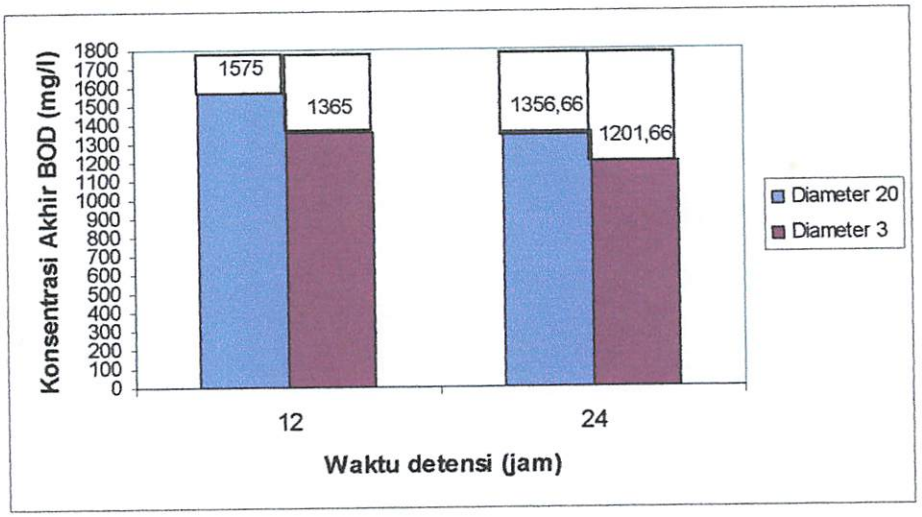
4.2 Analisis Konsentrasi Akhir BOD

4.2.1 Analisis Deskriptif

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa anaerobik biofilter dengan menggunakan media kerikil dan kolam eceng gondok dengan perlakuan yang dikerjakan meliputi variasi diameter 20 mm dan 3 mm, waktu 12 jam dan 24 jam, aliran vertikal dan horisontal, mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi BOD. Penurunan konsentrasi BOD dapat dilihat pada tabel 4.1 dan dapat dibuat grafik seperti pada gambar 4.1 dan 4.2.



Gambar 4.1 Grafik Konsentrasi Akhir BOD Aliran Vertikal



Gambar 4.2 Grafik Konsentrasi Akhir BOD Aliran Horisontal

Berdasarkan tabel 4.1 dan gambar 4.1 menunjukkan bahwa konsentrasi akhir BOD menurun seiring dengan semakin lama waktu prosesnya serta diameter media yang semakin kecil. Pada gambar 4.1 terlihat bahwa konsentrasi akhri BOD terendah terdapat pada perlakuan diameter 3 mm pada waktu 24 jam yaitu sebesar 710 mg/l dan yang paling tinggi pada perlakuan diameter 20 mm pada waktu 12 jam yaitu 1418,33 mg/l.

Pada gambar 4.2 konsentrasi akhir BOD terendah pada perlakuan diameter 3mm pada waktu 24 jam yaitu sebesar 1201,66 mg/l dan yang paling tinggi pada perlakuan diamter 20 mm pada waktu 12 jam yaitu 1575 mg/l.

Sedangkan untuk mengetahui persentase penyisihan BOD pada tiap variasinya digunakan rumus :

$$\% \text{ penyisihan} = \frac{konsentrasi\ awal - konsentrasi\ akhir}{konsentrasi\ awal} x100\%$$

Perhitungan persentase penyisihan BOD dapat dilihat pada tabel 4.3

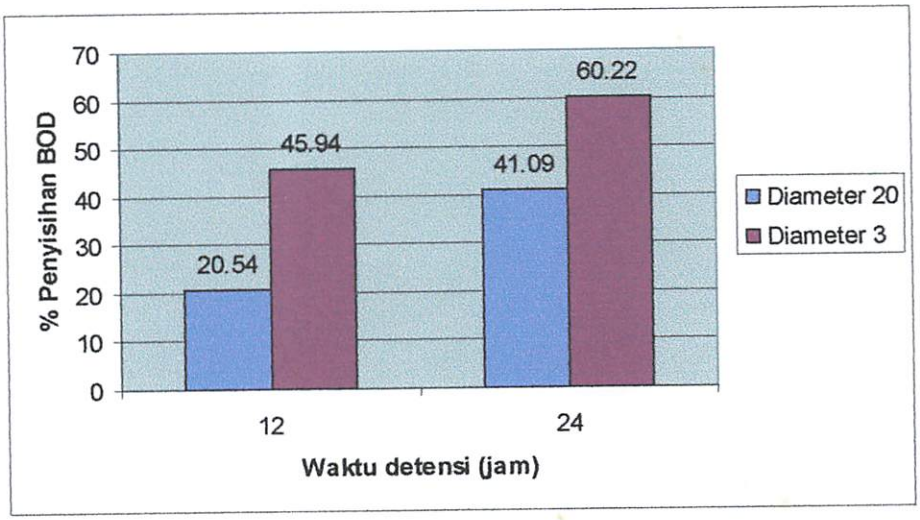
Tabel 4.3 Data Persentase Penyisihan BOD

Tipe aliran	Diameter media (mm)	Waktu (jam)	Persentase Penyisihan Konsentrasi BOD (%)			
			1	2	3	Rata-rata
Vertikal	20	12	19,61	21,85	20,17	20,54
		24	40,34	39,78	43,14	41,09
	3	12	45,94	45,09	46,78	45,94
		24	58,82	61,62	60,22	60,22
Horisontal	20	12	11,76	12,04	11,48	11,76
		24	23,53	24,37	24,09	23,99
	3	12	23,53	23,25	23,81	23,53
		24	31,37	33,89	32,77	32,68

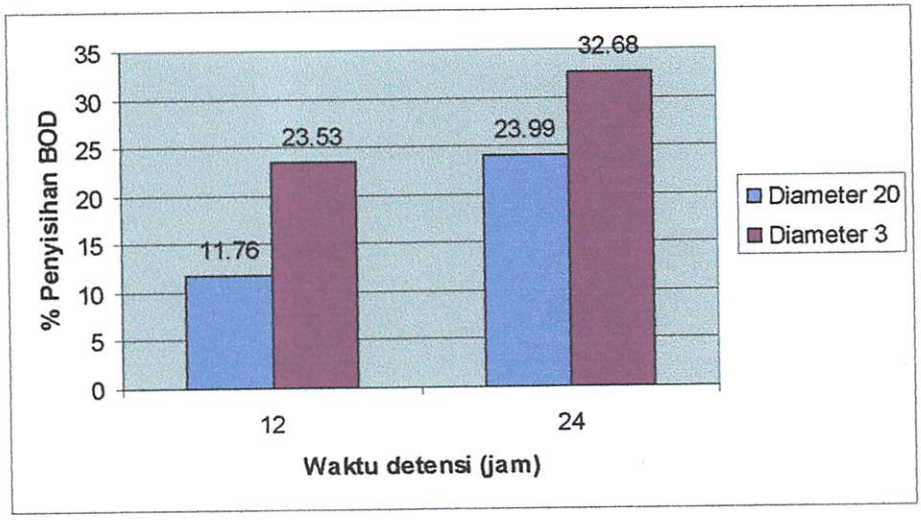
Sumber : Hasil penelitian

Berdasarkan tabel 4.3 menunjukkan bahwa kemampuan penyisihan konsentrasi BOD melalui anaerobik biofilter dengan menggunakan media kerikil dan kolam eceng gondok untuk aliran vertikal berkisar antara 20,54% - 60,22% sedangkan untuk aliran horisontal berkisar antara 11,76% - 32,68%. Kemampuan penurunan terbesar adalah 60,22% pada aliran vertikal, diameter 3 mm dan waktu 24 jam, sedangkan kemampuan terkecil sebesar 11,75% pada aliran horisontal

diameter 20 mm dan waktu 12 jam. Berdasarkan tabel 4.3 dapat dibuat grafik seperti pada gambar 4.3 dan 4.4.



Gambar 4.3 Grafik % Penyisihan BOD Aliran Vertikal



Gambar 4.4 Grafik % Penyisihan BOD Aliran Horisontal

4.2.2 Analisa Anova

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh berbagai perlakuan dalam penurunan konsentrasi BOD maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji anova. Hasil uji tersebut tersaji dalam tabel 4.4

Tabel 4.4 Hasil Uji Anova Konsentrasi Akhir BOD

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: BOD

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1671479.167[a]	7	238782.738	651.226	.000
Intercept	34872704.2	1	34872704.17	95107.375	.000
D_W_A	1671479.167	7	238782.738	651.226	.000
Error	5866.667	16	366.667		
Total	36550050.0	24			
Corrected Total	1677345.833	23			

a. R Squared = .997 (Adjusted R Squared = .995)

Pada tabel 4.4 merupakan hasil uji anova satu faktor. Anova satu faktor ini untuk melihat apakah ada perbedaan yang nyata antara konsentrasi akhir BOD diantara kelompok perlakuan.

Hipotesis :

Ho : kedelapan rata-rata perlakuan adalah identik

H1 : kedelapan rata-rata perlakuan adalah tidak identik

Keputusan :

Terlihat bahwa F hitung adalah 651.226 dengan probabilitas 0.000 dan F tabel pada df1=7 ; df2= 16 sebesar 2,66, karena probabilitas < 0.05 dan F hitung > F tabel, maka Ho ditolak atau rata-rata konsentrasi akhir BOD dalam kedelapan perlakuan tersebut memang berbeda nyata.

Untuk melihat konsentrasi akhir BOD yang paling besar dan perbedaannya dalam setiap perlakuan digunakan uji Duncan. Perlakuan dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut ini :

Tabel 4.5 Hasil Uji Duncan Konsentrasi Akhir BOD

BOD

Duncan[a,b]

		Subset						
D_W_A	N	1	2	3	4	5	6	7
d2w2a1	3	710.0000						
d2w1a1	3		965.0000					
d1w2a1	3			1051.6667				
d2w2a2	3				1201.6667			
d1w2a2	3					1358.6667		
d2w1a2	3					1365.0000		
d1w1a1	3						1418.3333	
d1w1a2	3							1575.0000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	.601	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 366.667.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b. Alpha = .05.

Keterangan :

$D_1W_1A_1$ = diameter media 20 mm, waktu 12 jam, aliran vertikal

$D_1W_2A_1$ = diameter media 20 mm, waktu 24 jam, aliran vertikal

$D_2W_1A_1$ = diameter media 3 mm, waktu 12 jam, aliran vertikal

$D_2W_2A_1$ = diameter media 3 mm, waktu 24 jam, aliran vertikal

$D_1W_1A_2$ = diameter media 20 mm, waktu 12 jam, aliran horisontal

$D_1W_2A_2$ = diameter media 20 mm, waktu 24 jam, aliran horisontal

$D_2W_1A_2$ = diameter media 3 mm, waktu 12 jam, aliran horisontal

$D_2W_2A_2$ = diameter media 3 mm, waktu 24 jam, aliran horisontal

Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata, kecuali variasi 5 dan 6 pada perlakuan dalam konsentrasi akhir BOD. Konsentrasi akhir BOD tertinggi terjadi saat perlakuan $D_1W_1A_2$ yaitu, diameter 20 mm, waktu 12 jam, pada aliran horisontal sebesar 1575 mg/l. Sedangkan konsentrasi akhir BOD terendah terjadi pada saat perlakuan $D_2W_2A_1$ yaitu diameter 3 mm, waktu 24 jam, pada aliran vertikal sebesar 710 mg/l.

4.2.3 Analisa Korelasi

Untuk mengetahui bukti empiris hubungan antara variabel yang diamati, maka kita analisa data dengan menggunakan analisa korelasi. Hasil dari analisa tersebut dapat kita lihat pada tabel 4.6

Tabel 4.6 Korelasi Antara Kosentrasi Akhir BOD dengan Diameter media, waktu dan tipe aliran

Correlations

		Konsentrasi Akhir BOD	DIAMETER	WAKTU	ALIRAN
Pearson Correlation	Konsentrasi Akhir BOD	1.000	-.548	-.474	.640
	DIAMETER	-.548	1.000	.000	.000
	WAKTU	-.474	.000	1.000	.000
	ALIRAN	.640	.000	.000	1.000
Sig. (1-tailed)	Konsentrasi Akhir BOD	.	.003	.010	.000
	DIAMETER	.003	.	.500	.500
	WAKTU	.010	.500	.	.500
	ALIRAN	.000	.500	.500	.
N	Konsentrasi Akhir BOD	24	24	24	24
	DIAMETER	24	24	24	24
	WAKTU	24	24	24	24
	ALIRAN	24	24	24	24

Dari tabel 4.6 menunjukkan bahwa :

Tingkat hubungan antara variabel yang dapat diketahui dari koefisien korelasi adalah :

- Besar hubungan konsentrasi akhir BOD dengan variabel diameter media adalah -0,548. Hal ini menunjukkan hubungan yang kuat (di atas 0,5, Yarnest 2004), dan arah hubungannnya negatif menunjukkan semakin besar diameter media maka penurunan konsentrasi BOD semakin kecil. Tingkat signifikan konsentrasi akhir BOD dan diameter media yang ditunjukkan dengan nilai probabilitas 0,003 lebih kecil dari 0,05 maka korelasinya nyata (signifikan).
- Besar hubungan konsentrasi akhir BOD dengan variabel waktu adalah -0,474. Hal ini menunjukkan hubungan yang lemah (di bawah 0,5, Yarnest 2004), dan arah hubungannya negaitf menunjukkan semakin sedikit waktu yang digunakan maka penurunan konsentrasi BOD semakin kecil. Tingkat segnifikan konsentrasi akhir BOD dan waktu yang ditunjukkan dengan nilai 0,010 lebih kecil dari 0,05 maka korelasinya sangat nyata (signifikan).
- Besar hubungan konsentrasi akhir BOD dengan variabel tipe aliran adalah 0,640. Hal ini menunjukkan hubungan yang cukup kuat (diatas 0,5, Yarnest 2004) dan arah hubungannya positif menunjukkan bahwa dengan menggunakan tipe aliran horisontal maka penurunan konsentrasi BOD semakin besar. Tingkat segnifikan konsentrasi akhir BOD dan tipe aliran yang ditunjukkan dengan nilai 0,000 lebih kecil dari 0,05 maka korelasinya sangat nyata (signifikan).

4.2.4 Analisa Regresi

Untuk mengetahui bukti empiris keeratan hubungan antara variabel maka kita analisa data dengan menggunakan analisa regresi. Hasil analisa tersebut dapat kita lihat pada tabel-tabel berikut :

Tabel 4.7 Hasil Uji Regresi Anova

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1568921	3	522973.611	96.467	.000[a]
	Residual	108425.0	20	5421.250		
	Total	1677346	23			

a. Predictors: (Constant), ALIRAN, WAKTU, DIAMETER

b. Dependent Variable: BOD

Dari uji anova atau F test, didapat F hitung adalah 96.467 dengan tingkat signifikan 0.000 dan F tabel pada df1=3 ; df2=20 sebesar 3,10. Karena probabilitas 0.000 lebih kecil dari 0,05 dan F hitung > F tabel, maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksikan konsentrasi BOD.

Tabel 4.8 Tabel Persamaan Regresi

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1509.167	79.529		18.976	.000
	DIAMETER	-290.000	30.059	-.548	-9.648	.000
	WAKTU	-250.833	30.059	-.474	-8.345	.000
	ALIRAN	338.333	30.059	.640	11.256	.000

a. Dependent Variable: BOD

Tabel 4.9 Tabel Persamaan R Square

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.967[a]	.935	.926	73.6291

a. Predictors: (Constant), ALIRAN, WAKTU, DIAMETER

Dari tabel 4.8 dan 4.9 diatas dapat kita ketahui :

1. Persamaan regresi

$Y = 1509{,}167 - 290.000\ X1 - 250.833\ X2 + 338.333\ X3$

Dimana : Y = konsentrasi akhir BOD

X1 = variasi diameter media

X2 = variasi waktu

X3 = variasi tipe aliran

Berdasarkan hasil analisa statistik, nilai R sebesar 0.967 menunjukkan hubungan yang kuat antar variabel konsentrasi akhir BOD dengan variasi diameter media, waktu dan tipe aliran karena mendekati 1 (Yarnest, 2004). Sedangkan nilai R Square (r^2) sebesar 0.935 bisa disebut koefisien determinasi yang dalam hal ini berarti 93.5% penurunan konsentrasi BOD dipengaruhi oleh

variabel diameter media, waktu dan tipe aliran. Berdasarkan nilai R dan R square tersebut maka model persamaan regresi diatas dapat diterima.

Konstanta regresi sebesar 1509.167 mg/l menyatakan bahwa variasi diameter, waktu jika tidak ada (sama dengan nol) dan tipe aliran tetap maka konsentrasi akhir BOD sebesar 1509.167 mg/l. Koefisien regresi untuk variasi diameter media kerikil sebesar -290.000 menyatakan bahwa setiap kenaikan diameter 1 mm akan menurunkan konsentrasi akhir BOD sebesar 290.000 mg/l, koefisien regresi untuk variasi waktu sebesar -250.833 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 jam akan menurunkan konsentrasi akhir BOD sebesar 250.833 mg/l, dan koefisien regresi untuk tipe aliran sebesar 338.333 menyatakan bahwa dengan menggunakan tipe aliran horisontal maka konsentrasi akhir BOD akan bertambah sebesar 338.333.

2. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel independen

Hipotesa :

Ho = koefisien regresi tidak signifikan

H1 = koefisien regresi signifikan

Keputusan :

Dasar pengambilan keputusan :

a. Dengan membandingkan statistik hitung dengan statistik tabel. Jika statistik t hitung < statistik t tabel, maka Ho diterima dan H1 ditolak dan begitu sebaliknya. Statistik t hitung berdasarkan tabel 4.7 adalah 9.648 (diameter media), 8.345 (waktu) dan 11.256 (tipe aliran) sedangkan t tabel 2.069. Karena statistik t hitung > t tabel, maka Ho ditolak dan H1 diterima.

b. Berdasarkan probabilitas
   - Jika probabilitas > 0.05 maka Ho diterima dan H1 ditolak
   - Jika probabilitas < 0.05 maka Ho ditolak dan H1 diterima

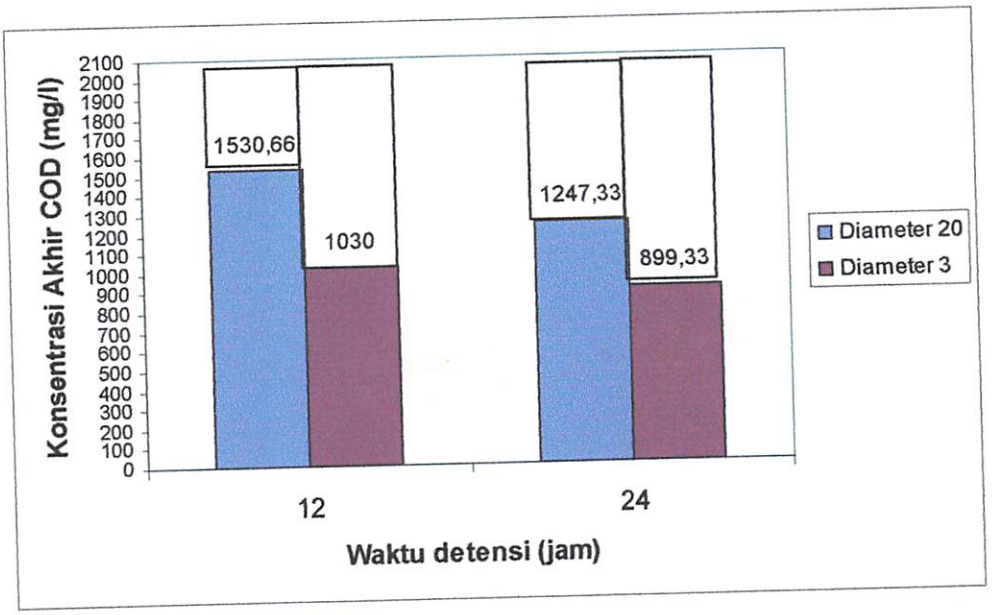
Keputusan :

Terlihat bahwa pada kolom signifikan (signifikan) adalah 0.000 atau probabilitas lebih kecil dari 0.05 sehingga Ho ditolak dan H1 diterima, atau koefisien regresi signifikan atau variasi diameter, waktu dan tipe aliran benar-benar berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan konsentrasi BOD.

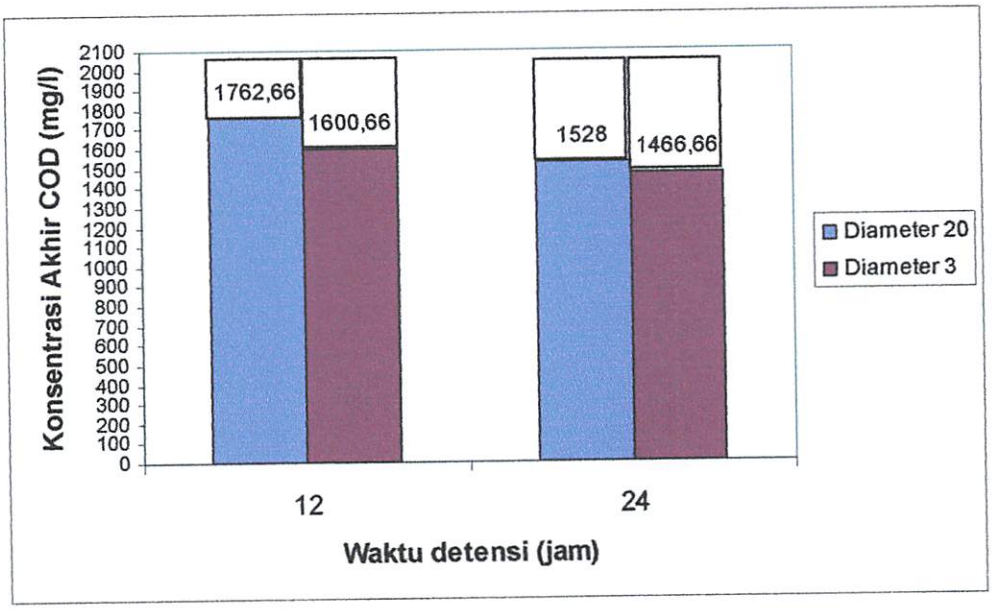
4.3 Analisis Konsentrasi Akhir COD

4.3.1 Analisis Deskriptif

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa anaerobik biofilter dengan menggunakan media kerikil dan kolam eceng gondok dengan perlakuan yang dikerjakan meliputi variasi diameter 20 mm dan 3 mm, waktu 12 jam dan 24 jam, aliran vertikal dan horisontal, mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi COD. Penurunan konsentrasi COD dapat dilihat pada tabel 4.2 dan dapat dibuat grafik seperti pada gambar 4.5 dan 4.6.



Gambar 4.5. Grafik Konsentrasi Akhir COD Aliran Vertikal



Gambar 4.6. Grafik Konsentrasi Akhir COD Aliran Horisontal

Berdasarkan tabel 4.2 dan gambar 4.5 menunjukkan bahwa konsentrasi akhir COD menurun seiring dengan semakin lama waktu prosesnya serta diameter media yang semakin kecil. Pada gambar 4.5 terlihat bahwa konsentrasi akhir COD tertinggi terdapat pada perlakuan diameter 20 mm pada waktu 12 jam yaitu sebesar 1530,66 mg/l dan yang paling rendah pada perlakuan diameter 3 mm pada waktu 24 jam yaitu 899,33 mg/l.

Pada gambar 4.6 konsentrasi akhir COD tertinggi pada perlakuan diameter 20 mm pada waktu 12 jam yaitu sebesar 1762,66 mg/l dan yang paling rendah pada perlakuan diamter 3 mm pada waktu 24 jam yaitu 1466,66 mg/l.

Sedangkan untuk mengetahui persentase penyisihan COD pada tiap variasinya digunakan rumus :

$$\% \text{ penyisihan} = \frac{konsentrasi\ awal - konsentrasi\ akhir}{konsentrasi\ awal} x100\%$$

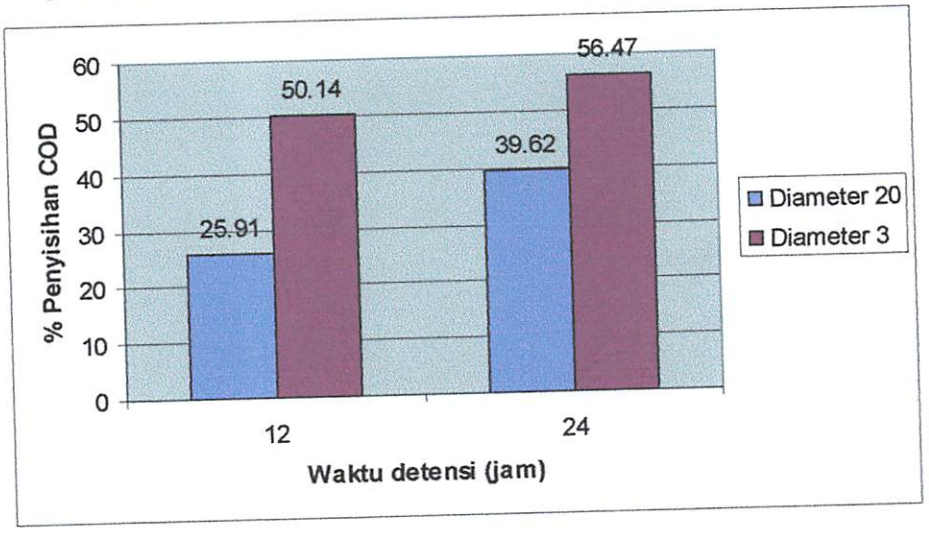
Perhitungan persentase penyisihan COD dapat dilihat pada tabel 4.10

Tabel 4.10 Data Persentase Penyisihan COD

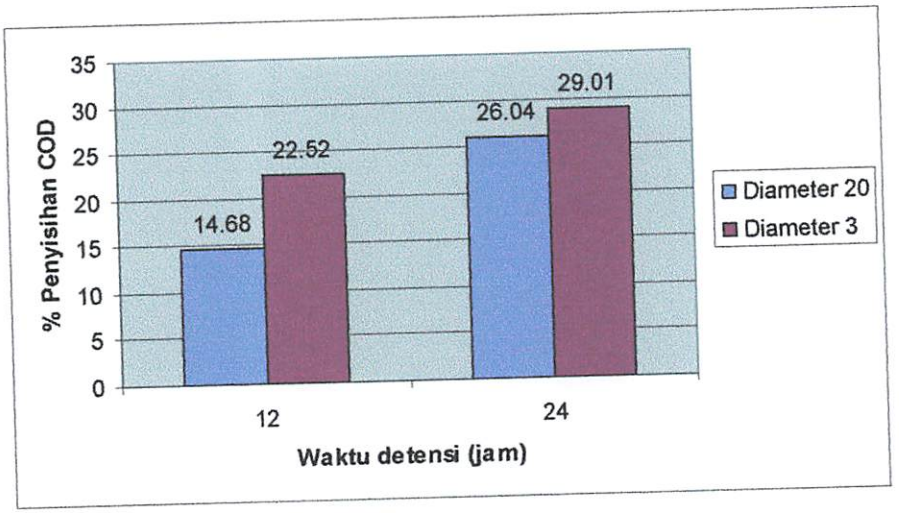
Tipe aliran	Diameter media (mm)	Waktu (jam)	Persentase Penyisihan Konsentrasi COD (%)			
			1	2	3	Rata-rata
Vertikal	20	12	25,94	27,11	24,69	25,91
		24	39,68	39,01	40,17	39,62
	3	12	50,34	48,98	51,11	50,14
		24	56,63	57,6	55,18	56,47
Horisontal	20	12	14,52	14,23	15,3	14,68
		24	26,23	25,46	26,43	26,04
	3	12	21,68	23,33	22,56	22,52
		24	28,75	28,94	29,33	29,01

Sumber : Hasil penelitian

Berdasarkan tabel 4.10 menunjukkan bahwa kemampuan penyisihan konsentrasi COD melalui anaerobik biofilter dengan menggunakan media kerikil dan kolam eceng gondok untuk aliran vertikal berkisar antara 25,91% - 56,47% sedangkan untuk aliran horisontal berkisar antara 14,68% - 29,01%. Kemampuan penurunan terbesar adalah 56,47% pada aliran vertikal, diameter 3 mm dan waktu 24 jam, sedangkan kemampuan terkecil sebesar 14,68% pada aliran horisontal diameter 20 mm dan waktu 12 jam. Berdasarkan tabel 4.10 dapat dibuat grafik seperti pada gambar 4.7 dan 4.8.



Gambar 4.7. Grafik % Penyisihan COD Aliran Vertikal



Gambar 4.8. Grafik % Penyisihan COD Aliran Horisontal

4.3.2 Analisa Anova

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh berbagai perlakuan dalam penurunan konsentrasi COD maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji anova. Hasil uji tersebut tersaji dalam tabel 4.11

Tabel 4.11 Hasil Uji Anova Konsentrasi Akhir COD

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: COD

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1854911.333[a]	7	264987.333	858.954	.000
Intercept	45915600.7	1	45915600.67	148835.0	.000
D_W_A	1854911.333	7	264987.333	858.954	.000
Error	4936.000	16	308.500		
Total	47775448.0	24			
Corrected Total	1859847.333	23			

a. R Squared = .997 (Adjusted R Squared = .996)

Pada tabel 4.11 merupakan hasil uji anova satu faktor. Anova satu faktor ini untuk melihat apakah ada perbedaan yang nyata antara konsentrasi akhir COD diantara kelompok perlakuan.

Hipotesis :

Ho : kedelapan rata-rata perlakuan adalah identik

H1 : kedelapan rata-rata perlakuan adalah tidak identik

Keputusan :

Terlihat bahwa F hitung adalah 858.954 dengan probabilitas 0.000 dan F tabel pada df1=7 ; df2=16 sebesar 2,66, karena probabilitas < 0.05 dan F hitung > F tabel, maka Ho ditolak atau rata-rata konsentrasi akhir COD dalam kedelapan perlakuan tersebut memang berbeda nyata.

Untuk melihat konsentrasi akhir COD yang paling besar dan perbedaannya dalam setiap perlakuan digunakan uji Duncan. Perlakuan dapat dilihat pada tabel 4.12 berikut ini :

Tabel 4.12 Hasil Uji Duncan Konsentrasi Akhir COD

COD

Duncan[a,b]

D W A	N	Subset 1	2	3	4	5	6	7
d2w2a1	3	899.3333						
d2w1a1	3		1030.0000					
d1w2a1	3			1247.3333				
d2w2a2	3				1466.6667			
d1w2a2	3					1528.0000		
d1w1a1	3					1530.6667		
d2w1a2	3						1600.6667	
d1w1a2	3							1762.6667
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	.855	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 308.500.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.
b. Alpha = .05.

Keterangan :

$D_1W_1A_1$ = diameter media 20 mm, waktu 12 jam, aliran vertikal

$D_1W_2A_1$ = diameter media 20 mm, waktu 24 jam, aliran vertikal

$D_2W_1A_1$ = diameter media 3 mm, waktu 12 jam, aliran vertikal

$D_2W_2A_1$ = diameter media 3 mm, waktu 24 jam, aliran vertikal

$D_1W_1A_2$ = diameter media 20 mm, waktu 12 jam, aliran horisontal

$D_1W_2A_2$ = diameter media 20 mm, waktu 24 jam, aliran horisontal

$D_2W_1A_2$ = diameter media 3 mm, waktu 12 jam, aliran horisontal

$D_2W_2A_2$ = diameter media 3 mm, waktu 24 jam, aliran horisontal

Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata, kecuali variasi 5 dan 6 pada perlakuan dalam konsentrasi akhir COD. Konsentrasi akhir COD tertinggi terjadi saat perlakuan $D_1W_1A_2$ yaitu, diameter 20 mm, waktu 12 jam, pada aliran horisontal sebesar 1762,66 mg/l. Sedangkan konsentrasi akhir

COD terendah terjadi pada saat perlakuan $D_2W_2A_1$ yaitu diameter 3 mm, waktu 24 jam, pada aliran vertikal sebesar 899,33 mg/l.

4.3.3 Analisa Korelasi

Untuk mengetahui bukti empiris hubungan antara variabel yang diamati, maka kita analisa data dengan menggunakan analisa korelasi. Hasil dari analisa tersebut dapat kita lihat pada tabel 4.13

Tabel 4.13 Korelasi Antara Kosentrasi Akhir COD dengan Diameter media, waktu dan tipe aliran

Correlations

		Konsentrasi Akhir COD	DIAMETER	WAKTU	ALIRAN
Pearson Correlation	Konsentrasi Akhir COD	1.000	-.481	-.351	.741
	DIAMETER	-.481	1.000	.000	.000
	WAKTU	-.351	.000	1.000	.000
	ALIRAN	.741	.000	.000	1.000
Sig. (1-tailed)	Konsentrasi Akhir COD	.	.009	.046	.000
	DIAMETER	.009	.	.500	.500
	WAKTU	.046	.500	.	.500
	ALIRAN	.000	.500	.500	.
N	Konsentrasi Akhir COD	24	24	24	24
	DIAMETER	24	24	24	24
	WAKTU	24	24	24	24
	ALIRAN	24	24	24	24

Dari tabel 4.13 menunjukkan bahwa :

Tingkat hubungan antara variabel yang dapat diketahui dari koefisien korelasi adalah :

- Besar hubungan konsentrasi akhir COD dengan variabel diameter media adalah -0,481. Hal ini menunjukkan hubungan yang lemah (dibawah 0,5, Yarnest 2004), dan arah hubungannnya negatif menunjukkan semakin besar diameter media maka penurunan konsentrasi COD semakin kecil. Tingkat signifikan konsentrasi akhir COD dan diameter media yang ditunjukkan dengan nilai probabilitas 0,009 lebih kecil dari 0,05 maka korelasinya nyata (signifikan).
- Besar hubungan konsentrasi akhir COD dengan variabel waktu adalah -0,351. Hal ini menunjukkan hubungan yang lemah (di bawah 0,5, Yarnest 2004), dan arah hubungannya negaitf menunjukkan semakin sedikit waktu yang diperlukan maka penurunan konsentrasi COD semakin kecil. Tingkat

segnifikan konsentrasi akhir COD dan waktu yang ditunjukkan dengan nilai 0,046 lebih kecil dari 0,05 maka korelasinya sangat nyata (signifikan).

- Besar hubungan konsentrasi akhir COD dengan variabel tipe aliran adalah 0,741. Hal ini menunjukkan hubungan yang cukup kuat (diatas 0,5, Yarnest 2004) dan arah hubungannya positif menunjukkan bahwa dengan menggunakan tipe aliran horisontal maka penurunan konsentrasi COD semakin besar. Tingkat signifikan konsentrasi akhir COD dan tipe aliran yang ditunjukkan dengan nilai 0,000 lebih kecil dari 0,05 maka korelasinya sangat nyata (signifikan).

4.3.4 Analisa Regresi

Untuk mengetahui bukti empiris keeratan hubungan antara variabel maka kita analisa data dengan menggunakan analisa regresi. Hasil analisa tersebut dapat kita lihat pada tabel-tabel berikut :

Tabel 4.14 Hasil Uji Regresi Anova

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1682419	3	560806.444	63.215	.000[a]
	Residual	177428.0	20	8871.400		
	Total	1859847	23			

a. Predictors: (Constant), ALIRAN, WAKTU, DIAMETER

b. Dependent Variable: COD

Dari uji anova atau F test, didapat F hitung adalah 63.215 dengan tingkat signifikan 0.000 dan F tabel pada df1=3 ; df2=20 sebesar 3,10. Karena probabilitas 0.000 lebih kecil dari 0,05 dan F hitung > F tabel, maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksikan konsentrasi COD.

Tabel 4.15 Tabel Persamaan Regresi

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1459.667	101.735		14.348	.000
	DIAMETER	-268.000	38.452	-.481	-6.970	.000
	WAKTU	-195.667	38.452	-.351	-5.089	.000
	ALIRAN	412.667	38.452	.741	10.732	.000

a. Dependent Variable: COD

Tabel 4.16 Tabel Persamaan R Square

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.951[a]	.905	.890	94.1881

a. Predictors: (Constant), ALIRAN, WAKTU, DIAMETER

Dari tabel 4.15 dan 4.16 diatas dapat kita ketahui :

1. Persamaan regresi

$Y = 1459.667 - 268.000\ X1 - 195.667\ X2 + 412.667\ X3$

Dimana : Y = konsentrasi akhir COD

X1 = variasi diameter media

X2 = variasi waktu

X3 = variasi tipe aliran

Berdasarkan hasil analisa statistik, nilai R sebesar 0.951 menunjukkan hubungan yang kuat antar variabel konsentrasi akhir COD dengan variasi diameter media, waktu dan tipe aliran karena mendekati 1 (Yarnest, 2004). Sedangkan nilai R Square (r^2) sebesar 0.905 bisa disebut koefisien determinasi yang dalam hal ini berarti 90.5% penurunan konsentrasi COD dipengaruhi oleh variabel diameter media, waktu dan tipe aliran. Berdasarkan nilai R dan R square tersebut maka model persamaan regresi diatas dapat diterima.

Konstanta regresi sebesar 1459.667 mg/l menyatakan bahwa jika tidak ada variasi diameter, waktu (sama dengan nol) dan tipe aliran tetap maka konsentrasi akhir COD sebesar 1459.667 mg/l. Koefisien regresi untuk variasi diameter media sebesar -268.000 menyatakan bahwa setiap kenaikan diameter 1 mm akan menurunkan konsentrasi akhir COD sebesar 268.000 mg/l, koefisien regresi untuk variasi waktu sebesar -195.667 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 jam akan menurunkan konsentrasi akhir COD sebesar 195.667 mg/l, dan koefisien regresi untuk tipe aliran sebesar 412.667 menyatakan bahwa dengan menggunakan tipe aliran horisontal maka konsentrasi akhir COD akan bertambah sebesar 412.667.

2. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel independen

Hipotesa :

Ho = koefisien regresi tidak signifikan

H1 = koefisien regresi signifikan

Keputusan :

Dasar pengambilan keputusan :

a. Dengan membandingkan statistik hitung dengan statistik tabel. Jika statistik t hitung < statistik t tabel, maka Ho diterima dan H1 ditolak dan begitu sebaliknya. Statistik t hitung berdasarkan tabel 4.14 adalah 6.970 (diameter media), 5.089 (waktu) dan 10.732 (tipe aliran) sedangkan t tabel 2.069. Karena statistik t hitung > t tabel, maka Ho ditolak dan H1 diterima.

b. Berdasarkan probabilitas
   - Jika probabilitas > 0.05 maka Ho diterima dan H1 ditolak
   - Jika probabilitas < 0.05 maka Ho ditolak dan H1 diterima

Keputusan :

Terlihat bahwa pada kolom signifikan (signifikan) adalah 0.000 atau probabilitas lebih kecil dari 0.05 sehingga Ho ditolak dan H1 diterima, atau koefisien regresi signifikan atau variasi diameter, waktu dan tipe aliran benar-benar berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan konsentrasi COD.

4.4 PEMBAHASAN

4.4.1 Penurunan Konsentrasi BOD

Dari hasil penelitian yang sudah diperoleh, reaktor anaerobik biofilter dengan menggunakan media kerikil dan kolam eceng gondok dengan variasi diameter media, waktu dan tipe aliran terbukti dapat menurunkan konsentrasi BOD. Kemampuan penurunan konsentrasi BOD melalui reaktor anaerobik biofilter dengan menggunakan media kerikil dan kolam eceng gondok untuk aliran vertikal berkisar antara 20,54-60,22 % dan untuk aliran horisontal berkisar antara 11,76-32,68%. Pada gambar 4.3 menunjukkan bahwa persentase penyisihan BOD tertinggi 60,22% didapatkan pada variasi diameter 3 mm,waktu 24 jam dan yang terendah terjadi pada perlakuan diameter media 20 mm dan waktu 12 jam yaitu sebesar 20,54%. Pada gambar 4.4 menunjukkan persentase penyisihan tertinggi terdapat pada variasi diameter 3 mm, waktu 24 jam dan penyisihan terendah terdapat pada variasi diameter 20 mm dan waktu 12 jam.

Peningkatan aktivitas biologis akan mempertebal lapisan slime yang dapat meningkatkan penyisihan BOD (bahan organik). Peningkatan waktu akan memberikan kesempatan dan peningkatan kinerja mikroorganisme dalam pembentukan slime pada media filter dalam penurunan konsentrasi BOD (Santoso, Bambang 1997). Waktu tinggal yang cukup akan memberikan kesempatan difusi bahan organik dan laju kecepatan pemakaian bahan organik pada media, aktivitas bioligis inilah yang akan menurunkan konsentrasi BOD atau kata lain meningkatkan persen penyisihan BOD (Suantari Made, 2005).

Bahan-bahan organik yang ada pada lindi diuraikan oleh mikroorganisme yang menempel pada media filter. Bahan organik sebagai substrat akan diasorpsi ke dalam media menjadi biofilm (Bowo, 1995).

Penurunan konsentrasi BOD disebabkan oleh proses biologi akibat lindi yang dialirkan melewati lapisan media filter (kerikil) dimana terdapat kontak dengan bakteri anaerobik yang tumbuh dan tinggal dalam media

tersebut. Pada kondisi anaerobik material tercampur dalam lindi secara biologi oleh pertumbuhan sel dalam kondisi anaerobik. Karakteristik media (ukuran dan luas permukaan butiran, keseragaman) berpengaruh terhadap penurunan kadar BOD, semakin kecil diamater media maka akan mempertinggi kerapatan media sehingga memperbesar daya saring. Keseragaman diameter media mampu mengalirkan air lindi ke dalam media dan luas permukaan butiran semakin memperbesar akan terjadi kontak dengan lindi. Diameter 11 mm dan 15 mm (<20mm) memiliki persentase penurunan BOD yang berbeda, dimana % penurunan BOD 11 mm lebih tinggi daripada 15 mm. Meningkatnya % penurunan yang sejalan dengan mengecilnya diameter media yang digunakan (Agus, Nyoman). Proses pencampuran yang terjadi secara vertikal pada reaktor dimana beban lindi lebih terbagi secara merata dibandingkan dengan aliran horisonal dan terjadi kontak yang maksimal antara lindi dengan kerikil dan akar tanaman dimana bakteri berada.

Eceng gondok dapat membantu dalam penurunan BOD, dimana tanaman juga menyediakan media penyangga bagi mikroorganisme untuk melekat dan tumbuh. Eceng gondok memiliki mikroba rhizofera yang dapat dimanfaatkan untuk menurunkan BOD, luasnya permukaan akar eceng gondok dan aktivitas mikroba dipermukaan akarnya membuat eceng gondok mampu menyerap sangat banyak bahan pencemar dalam air. Eceng gondok mampu menghisap oksigen dan udara mela!ui daun, batang dan rhizomanya yang kemudian dilepaskan kembali pada daerah sekitar perakaran (rhizosphere). Ketiga variasi yaitu diameter media,waktu dan tipe aliran mempengaruhi penurunan konsentrasi BOD. Hal ini dapat dilihat pada hasil analisa data yang menunjukkan bahwa pengaruh variasi diameter media, waktu dan tipe aliran mempengaruhi penurunan konsentrasi BOD yang signifikan (tabel 4.6 dan 4.7) kemudian diperkuat dengan nilai R square sebesar 93,5% yang artinya 93,5% penurunan konsentrasi BOD dipengaruhi oleh variasi diameter media,waktu dan tipe aliran.

Adapun hasil persamaan regresi yang diperoleh adalah Y = 1509.167 – 290.000 X1 – 250.833 X2 + 338.333 X3 (Tabel 4.8) dimana diketahui bahwa seberapa besar pengaruh variabel X terhadap variabel Y (variabel X1 = diameter media, X2 = waktu, X3 = tipe aliran, Y = konsentrasi akhir BOD).

4.4.2 Penurunan Konsentrasi COD

Hasil penelitian yang sudah diperoleh, reaktor anaerobik biofilter dengan menggunakan media kerikil dan kolam eceng gondok dengan variasi diameter media, waktu dan tipe aliran terbukti dapat menurunkan konsentrasi COD. Kemampuan penurunan konsentrasi COD untuk aliran vertikal berkisar antara 25,91 - 56,47 % dan untuk aliran horisontal berkisar antara 14,68 - 29,01%. Pada gambar 4.7 menunjukkan bahwa % penyisihan COD tertinggi 56,47 % didapatkan pada variasi diameter 3mm, waktu 24 jam sedangkan % penyisihan COD yang terendah terjadi pada perlakuan diameter media 20 mm dan waktu 12 jam yaitu sebesar 25,91%. Pada gambar 4.8 menunjukkan % penyisihan COD tertinggi terdapat pada variasi diameter 3 mm dan waktu 24 jam yaitu sebesar 29,01%, dan % penyisihan terendah terdapat pada variasi diameter media 20 mm dan waktu 12 jam.

Peningkatan waktu tinggal akan memberikan kesempatan kontak pada lindi sehingg memperbesar persentase penyisihan COD. Karakteristik media (ukuran dan luas permukaan butiran, keseragaman) berpengaruh terhadap penurunan kadar COD, semakin kecil diamater media maka akan mempertinggi kerapatan media sehingga memperbesar daya saring.

Eceng gondok menggunakan energi cahaya matahari oleh klorofil dari tumbuhan hijau untuk menggabungkan karbon dioksida, air dan senyawa anorganik lainnya untuk menjadi sel baru. Saat proses fotosintesis berlangsung, molekul-molekul air diambil dari media tumbuhnya sedangkan molekul karbondioksida diambil dari udara atau dari dalam air dalam bentuk terlarut. Oleh kloroplas tumbuhan, atom-atom C, H dan O dari zat-zat tersebut diubah menjadi senyawa hidrat arang

(gula atau pati). Gula yang dihasilkan dari proses fotosintesis merupakan bahan bakar dalam proses respirasi dan menghasilkan energi yang berguna untuk tumbuh maupun berkembang biak. Adanya fitoplankton (mikroalge), proses fotosintesis akan terjadi dengan menghasilkan oksigen yang digunakan untuk mengoksidasi bahan organik/COD sehingga menghasilkan komponen-komponen kimia yang berbentuk ion dan merupakan sumber nutrien yang dapat diserap oleh eceng gondok (Suriawiria, 1993)

Gabungan reaktor anaerobik biofilter dan kolam eceng gondok dapat mengurangi kadar COD pada lindi, dimana semakin kecil ukuran diameter suatu media maka luas permukaan dari media tersebut semakin luas sehingga memiliki daya serap yang semakin tinggi pula. Peningkatan waktu detensi berarti pula penambahan waktu kontak antara lindi dengan biofilm. Penguraian COD yang terkandung dalam air dioksidasi menjadi ion dapat diserap oleh eceng gondok.

Adapun hasil persamaan regresi yang diperoleh adalah Y = 1459.667 – 268.000 X1 – 195.667 X2 + 412.667 X3 (Tabel 4.15) dimana diketahui bahwa seberapa besar pengaruh variabel X terhadap variabel Y (variabel X1 = diameter media, X2 = waktu, X3 = tipe aliran, Y = konsentrasi akhir COD).

Ketiga variasi yaitu diameter media, waktu,dan tipe aliran mempengaruhi penurunan konsentrasi COD. Hal ini dapat dilihat pada hasil analisa data yang menunjukkan bahwa pengaruh variasi diameter media, waktu, dan tipe aliran mempengaruhi penurunan konsentrasi COD yang signifikan (tabel 4.14 dan 4.1 5).Kemudian diperkuat dengan nilai R square sebesar 90,5%,yang artinya 90,5% penurunan konsentrasi COD dipengaruhi oleh variasi diameter media, waktu, dan tipe aliran.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian,maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Reaktor Anaerobik biofilter dengan menggunakan media kerikil dan kolam eceng gondok mampu menurunkan konsentrasi awal BOD sebesar 1785 mg/l dan konsentrasi awal COD sebesar 2066 mg./l pada lindi TPA Supit Urang.
2. Penurunan kandungan BOD dan COD pada lindi yang menggunakan reaktor anaerobik biofilter dengan menggunakan media kerikil dan kolam eceng gondok dipengaruhi oleh variasi diameter media (mm), waktu (Jam) dan tipe aliran (vertikal dan horisontal). Semakin kecil ukuran diameter media, dan semakin lama waktu, serta penggunaan aliran vertikal maka semakin tinggi penurunan kandungan BOD dan COD dan lindi.
3. Kombinasi diameter media 3mm, waktu 24 jam, dan aliran vertikal lebih efektif, dengan konsentrasi akhir BOD sebesar 710 mg/l (efisiensi penurunan 60,22%) dan untuk konsentrasi akhir COD sebesar 899,33 mg/l (efisiensi penurunan 56,47%)

5.2 SARAN

1. Memvariasikan panjang/tinggi dan diameter reaktor anaerobik biofilter untuk memberikan perbandingan.
2. Reaktor anaerobik biofilter menggunakan media kerikil dan kolam eceng gondok dengan menggunakan limbah yang lain.
3. Perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan media yang berbeda
4. Melakukan penelitian lebih lanjut dengan menguji parameter selain BOD dan COD seperti TSS, Kekeruhan dan Cr.
5. Menggunakan tumbuhan selain Eceng Gondok
6. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan membuat reaktor anaerobik biofilter aliran vertikal secara seri.

DAFTAR PUSTAKA

Agus, Nyoman, "Studi Kemampuan Roughing Filter Down Flow Terhadap Penurunan COD, nilai permangat dan deterjen Air Kali Surabaya", Jurusan Teknik Lingkungan ITS, 1995.

Alaerts, sumestri, Sri, "Metode Penelitian Air", Usaha Nasional Surabaya, 1984.

D, Vivien,"Studi Kinerja Upflow Anaerobik Biofilter Menggunakan Media Pecahan Genteng Untuk Penurunan COD dan TSS Pada Lindi Keputih Surabaya", Jurusan Teknik Lingkungan, ITS, 2002.

Djoko M, Bowo, "Teknik Pengolahan Air Limbah Secara Biologis", Jurusan Teknik Lingkungan ITS, 1994.

E, Yuniasih , "Pemanfaatan Eceng Gondok dan Kayu Apu Sebagai Biofilter Pengolahan Limbah Bijo Kopi", F. Pertanian Unibraw (Unpublished), 2003.

F Laksmi, "Studi Literatur Pemanfaatan Tumbuhan Air Untuk Pengolahan Limbah Cair Domestik", Jurusan Teknik Lingkungan ITS, 2002.

Latif, Abdul, "Pemanfaatan Kompos Sebagai Media Adsorsi Untuk Menurunkan Kandungan BOD dan COD Lindi (Leachate)", Jurusan Teknik Lingkungan ITN, 2005.

P, Juli Ni Ketut,"Pengolahan Limbah Cair Industri Tekstil Untuk Proses Penurunan Warna dan Kandungan Organik Dengan Koagulan Khitosan Dari Limbah Perikanan", Jurusan Teknik Lingkunganm, ITN,2005.

Qasim Syed R., "Wastwewatwer Treatment Plant : Plainning, Design and Operation", The University at Arlington, 1985.

Reynold, TD., "Unit Operation and Processesing Environmental Engineering", California., Brooks/Cole Engineering Division, 1982.

S, Novasari,"Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Sistem Tanaman Air Terapung", Jurusan Teknik Lingkungan ITS, 2003.

Santoso, Bambang, "Uji Kemampuan Reaktor Biofilter aliran Horisontal Dalam Menurunkan COD dan SS Air Kali Tengah Gresik", Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP, ITS, 1997.

Slamet Agus, Masduki, Ali, "Modul Ajar Satuan Proses", ITS, 2000.

Suantari, Made "Uji Kemampuan Roughing Filter aliran horisontal terhadap penurunan kadar sulfur, besi dan kekeruhan dalam air panas. Jurusan Teknik Lingkungan ITN, 2005.

Sujana.,"Metode Statistika", Bandung., Penerbit Tarsito Bandung, 1995.

Suriawiria, U., Drs.,"Mikrobiologi Air", 1993

Yarnest Drs. MM, "Aplikasi Statistik",Dioma, Malang, 2004.

LAMPIRAN

Analisa BOD

PENENTUAN BOD

Cara Kerja :

1. Buat air reaksi dengan penambahan Ca Cl_2, Fe Cl_3, $MgSO_4$, buffer phosphate, benih 1 cc sampai 5 cc perliter, gelembungkan sampai jenuh sekitar 2 jam. Ini namanya air reaksi.
2. Ambil contoh, dan masukkan ke dalam 2 botol BOD kalau perlu pengenceran diencerkan misalnya 100x pengenceran, ambil contoh 8 cc masukkan ke dalam gelas piala 1000 cc dan tambahkan air reaksi sampai 800 cc. Contoh yang sudah diencerkan ini juga dimasukkan ke dalam dua botol BOD.
3. Satu botol dimasukkan ke dalam incubator yang sudah diatur suhunya sekitar 20 °C. Selama 5 hari. Satu botol lagi dititrasi langsung dengan penambahan 1 cc $MnSO_4$ dan 1 cc alkali azida. Kocok dan biarkan selama 10 menit.
4. Setelah ini ditambah 2 cc H_2SO_4 pekat, kocok dan masukkan ke dalam Erlenmeyer 500 cc, titrasi dengan $Na_2S_2O_3$ 0,025 N sampai warna kuning pucat tambah beberapa tetes amilum 1%. Titrasi dilanjutkan sampai warna biru hilang. Catat volume titrasi dan volume contoh.
5. Setelah 5 hari contoh dalam incubator dikeluarkan dan ditambahkan dengan 1 cc $MnSO_4$ dan 1 cc alkali azida. Kocok dan biarkan selama 10 menit
6. Setelah itu lakukan cara kerja no 4

Pembuatan reagen :

<u>$MnSO_4$</u>

480 g $MnSO_4$ 4 H_2O → 1 L

400 g $MNSO_4$ 2 H_2O → 1 L

364 g $MnSO_4$ H_2O → 1 L

<u>Alkali Azida</u>

500 g NaOH + 150 g Kl + 10 G NaN_3 $\xrightarrow{akuades}$ 1 Liter

Rumus :

$$\text{ppm BOD} = \frac{(\text{DOawalS} - \text{DOincuS}) - (\text{DOawalBL} - \text{DOincuBL})}{\text{Pengenceran}}$$

$$\text{ppm DO} = \frac{(mlxN)thiox8000}{volumecontoh}$$

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. VETERAN TELP. (0341) 575838

LAPORAN HASIL PENELITIAN

NO : M.055/RT.5/T.1/R.O/TT.150803/2005

Nama : MATHILDA HENDRA . L
Nim : 00.26.010
Jurusan : Teknik Lingkungan
PTN / PTS : ITN Malang
Asal Sampel : TPA Supit Urang
Data Hasil Analisa

Kode Sampel	Parameter	Kadar		Metode Analisis	
		Hasil	Satuan	Pereaksi	Metode
D1W1A1	BOD	1435	ppm	MnSO4 + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1530	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D1W1A1	BOD	1395	ppm	MnSO4 + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1506	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Tritasi
D1W1A1	BOD	1425	ppm	$MnSO_4$ + Al kain Azida	Titrasi
	COD	1556	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D1W2A1	BOD	1065	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1246	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D1W2A1	BOD	1075	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1260	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D1W2A1	BOD	1015	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1236	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D2W1A1	BOD	965	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1026	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D2W1A1	BOD	980	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1054	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D2W1A1	BOD	950	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1010	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D2W2A1	BOD	735	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	896	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D2W2A1	BOD	685	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	876	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D2W2A1	BOD	710	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	926	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D1W1A2	BOD	1575	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1766	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. VETERAN TELP. (0341) 575838

LAPORAN HASIL PENELITIAN

NO : M.055/RT.5/T.1/R.O/TT.150803/2005

Kode Sampel	Parameter	Kadar		Metode Analisis	
		Hasil	Satuan	Pereaksi	Metode
D1W1A2	BOD	1570	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1772	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D1W1A2	BOD	1580	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1750	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D1W2A2	BOD	1365	ppm	$MnSO_4$ + al kali Azida	Titrasi
	COD	1524	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D1W2A2	BOD	1350	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1540	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D1W2A2	BOD	1355	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1520	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D2W1A2	BOD	1365	ppm	$MNSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1618	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D2W1A2	BOD	1370	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1584	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D2W1A2	BOD	1360	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1600	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D2W2A2	BOD	1225	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1472	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D2W2A2	BOD	1180	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1468	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D2W2A2	BOD	1200	ppm	$MNSO_4$ + l kali Azida	Titrasi
	COD	1460	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi

Catatan:

1. Hasil analisa ini adalah nilai rata-rata pengerjaan analisis secara duplo
2. Hasil analisa ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat itu

Malang, 14 November 2005
Mengetahui
Kalab. Kimia Lingkungan

Ir. Bambang Ismuyanto, MS
NIP. 131 616 317

Ketua

Fatkul Rahman, S.Si., M.Si
NIP. 132 158 726

TABEL HASIL ANALISA BOD

Tipe Aliran	Diameter (mm)	Waktu (jam)	Konsentrasi Akhir BOD (mg / l)
Vertikal	20	12	1418,33
		24	1051,66
	3	12	965
		24	710
Horisontal	20	12	1575
		24	1356,66
	3	12	1365
		24	1201,66

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
D_W_A	1.00	d1w1a1	3
	2.00	d1w2a1	3
	3.00	d2w1a1	3
	4.00	d2w2a1	3
	5.00	d1w1a2	3
	6.00	d1w2a2	3
	7.00	d2w1a2	3
	8.00	d2w2a2	3

Descriptive Statistics

Dependent Variable: BOD

D_W_A	Mean	Std. Deviation	N
d1w1a1	1418.3333	20.8167	3
d1w2a1	1051.6667	32.1455	3
d2w1a1	965.0000	15.0000	3
d2w2a1	710.0000	25.0000	3
d1w1a2	1575.0000	5.0000	3
d1w2a2	1356.6667	7.6376	3
d2w1a2	1365.0000	5.0000	3
d2w2a2	1201.6667	22.5462	3
Total	1205.4167	270.0520	24

Levene's Test of Equality of Error Variances[a]

Dependent Variable: BOD

F	df1	df2	Sig.
2.049	7	16	.111

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept+D_W_A

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: BOD

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1671479.167[a]	7	238782.738	651.226	.000
Intercept	34872704.2	1	34872704.17	95107.375	.000
D_W_A	1671479.167	7	238782.738	651.226	.000
Error	5866.667	16	366.667		
Total	36550050.0	24			
Corrected Total	1677345.833	23			

a. R Squared = .997 (Adjusted R Squared = .995)

Parameter Estimates

Dependent Variable: BOD

Parameter	B	Std. Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Intercept	1201.667	11.055	108.695	.000	1178.230	1225.103
[D_W_A=1.00]	216.667	15.635	13.858	.000	183.523	249.811
[D_W_A=2.00]	-150.000	15.635	-9.594	.000	-183.144	-116.856
[D_W_A=3.00]	-236.667	15.635	-15.137	.000	-269.811	-203.523
[D_W_A=4.00]	-491.667	15.635	-31.447	.000	-524.811	-458.523
[D_W_A=5.00]	373.333	15.635	23.878	.000	340.189	406.477
[D_W_A=6.00]	155.000	15.635	9.914	.000	121.856	188.144
[D_W_A=7.00]	163.333	15.635	10.447	.000	130.189	196.477
[D_W_A=8.00]	0[a]	.	.	.	.	.

a. This parameter is set to zero because it is redundant.

Estimated Marginal Means

D_W_A

Dependent Variable: BOD

D_W_A	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
d1w1a1	1418.333	11.055	1394.897	1441.770
d1w2a1	1051.667	11.055	1028.230	1075.103
d2w1a1	965.000	11.055	941.564	988.436
d2w2a1	710.000	11.055	686.564	733.436
d1w1a2	1575.000	11.055	1551.564	1598.436
d1w2a2	1356.667	11.055	1333.230	1380.103
d2w1a2	1365.000	11.055	1341.564	1388.436
d2w2a2	1201.667	11.055	1178.230	1225.103

Post Hoc Tests
D_W_A
Homogeneous Subsets

BOD

Duncan[a,b]

D_W_A	N	Subset						
		1	2	3	4	5	6	7
d2w2a1	3	710.0000						
d2w1a1	3		965.0000					
d1w2a1	3			1051.6667				
d2w2a2	3				1201.6667			
d1w2a2	3					1356.6667		
d2w1a2	3					1365.0000		
d1w1a1	3						1418.3333	
d1w1a2	3							1575.0000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	.601	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 366.667.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b. Alpha = .05.

Regression

Variables Entered/Removed[b]

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	ALIRAN, WAKTU, DIAMETER[a]	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: BOD

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.967[a]	.935	.926	73.6291

a. Predictors: (Constant), ALIRAN, WAKTU, DIAMETER

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1568921	3	522973.611	96.467	.000[a]
	Residual	108425.0	20	5421.250		
	Total	1677346	23			

a. Predictors: (Constant), ALIRAN, WAKTU, DIAMETER

b. Dependent Variable: BOD

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1509.167	79.529		18.976	.000
	DIAMETER	-290.000	30.059	-.548	-9.648	.000
	WAKTU	-250.833	30.059	-.474	-8.345	.000
	ALIRAN	338.333	30.059	.640	11.256	.000

a. Dependent Variable: BOD

Correlations

Correlations

		DIAMETER	WAKTU	ALIRAN	Konsentrasi Akhir BOD
DIAMETER	Pearson Correlation	1.000	.000	.000	-.548**
	Sig. (2-tailed)	.	1.000	1.000	.006
	N	24	24	24	24
WAKTU	Pearson Correlation	.000	1.000	.000	-.474*
	Sig. (2-tailed)	1.000	.	1.000	.019
	N	24	24	24	24
ALIRAN	Pearson Correlation	.000	.000	1.000	.640**
	Sig. (2-tailed)	1.000	1.000	.	.001
	N	24	24	24	24
Konsentrasi Akhir BOD	Pearson Correlation	-.548**	-.474*	.640**	1.000
	Sig. (2-tailed)	.006	.019	.001	.
	N	24	24	24	24

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

LAMPIRAN

Analisa COD

PENENTUAN COD

Cara Kerja :

1. 25 cc contoh air dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 cc dan di+ 0,5 g $HgSO_4$ kristal di+ 5 cc H_2SO_4 pekat. Kocok dan dinginkan.
2. + 25 cc $K_2Cr_2O_7$ 0,25 N. Pasang kondensor dan alirkan air pendingin + 32,5 cc H_2SO_4 pekat lewat kondensor. Jangan lupa memberi batu didih sebelum dipanaskan.
3. Panaskan selama 2 jam dinginkan dan tambahkan air sebanyak 25 cc kocok dan +kan indikator Peroin 1 cc dan titrasi dengan larutan fas dan catat pemakaiannya.

Pembuatan Reagen :

fas

0,25 M atau 98 g Am ferro Sulfat + 20 cc H2So4. Jadikan 1000 cc.

Rumus :

$$\text{Ppm COD} = (B - S) \times N \times \frac{8000}{V}$$

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. VETERAN TELP. (0341) 575838

LAPORAN HASIL PENELITIAN

NO : M.055/RT.5/T.1/R.O/TT.150803/2005

Nama : MATHILDA HENDRA . L
Nim : 00.26.010
Jurusan : Teknik Lingkungan
PTN / PTS : ITN Malang
Asal Sampel : TPA Supit Urang
Data Hasil Analisa

Kode Sampel	Parameter	Kadar		Metode Analisis	
		Hasil	Satuan	Pereaksi	Metode
D1W1A1	BOD	1435	ppm	MnSO4 + AI kali Azida	Titrasi
	COD	1530	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D1W1A1	BOD	1395	ppm	MnSO4 + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1506	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Tritasi
D1W1A1	BOD	1425	ppm	$MnSO_4$ + Al kain Azida	Titrasi
	COD	1556	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D1W2A1	BOD	1065	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1246	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D1W2A1	BOD	1075	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1260	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D1W2A1	BOD	1015	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1236	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D2W1A1	BOD	965	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1026	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D2W1A1	BOD	980	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1054	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D2W1A1	BOD	950	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1010	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D2W2A1	BOD	735	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	896	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D2W2A1	BOD	685	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	876	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D2W2A1	BOD	710	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	926	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D1W1A2	BOD	1575	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1766	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. VETERAN TELP. (0341) 575838

LAPORAN HASIL PENELITIAN

NO : M.055/RT.5/T.1/R.O/TT.150803/2005

Kode Sampel	Parameter	Kadar		Metode Analisis	
		Hasil	Satuan	Pereaksi	Metode
D1W1A2	BOD	1570	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1772	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D1W1A2	BOD	1580	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1750	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D1W2A2	BOD	1365	ppm	$MnSO_4$ + al kali Azida	Titrasi
	COD	1524	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D1W2A2	BOD	1350	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1540	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D1W2A2	BOD	1355	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1520	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D2W1A2	BOD	1365	ppm	$MNSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1618	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D2W1A2	BOD	1370	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1584	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D2W1A2	BOD	1360	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1600	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D2W2A2	BOD	1225	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1472	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D2W2A2	BOD	1180	ppm	$MnSO_4$ + Al kali Azida	Titrasi
	COD	1468	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi
D2W2A2	BOD	1200	ppm	$MNSO_4$ + l kali Azida	Titrasi
	COD	1460	ppm	Ferro Sulfat + H_2SO_4	Titrasi

Catatan:

1. Hasil analisa ini adalah nilai rata-rata pengerjaan analisis secara duplo
2. Hasil analisa ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat itu

Malang, 14 November 2005
Mengetahui
Kalab. Kimia Lingkungan

Ir. Bambang Ismuyanto, MS
NIP. 131 616 317

Ketua

Ernd Rahman, S.Si., M.Si
NIP. 132 158 726

TABEL HASIL ANALISIS COD

Tipe Aliran	Diameter (mm)	Waktu (jam)	Konsentrasi Akhir COD (mg / l)
Vertikal	20	12	1530,66
		24	1247,33
	3	12	1030
		24	899,33
Horisontal	20	12	1762,66
		24	1528
	3	12	1600,66
		24	1466,66

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
D_W_T	1.00	d1w1t1	3
	2.00	d1w2t1	3
	3.00	d2w1t1	3
	4.00	d2w2t1	3
	5.00	d1w1t2	3
	6.00	d1w2t2	3
	7.00	d2w1t2	3
	8.00	d2w2t2	3

Descriptive Statistics

Dependent Variable: COD

D_W_A	Mean	Std. Deviation	N
d1w1a1	1530.6667	25.0067	3
d1w2a1	1247.3333	12.0554	3
d2w1a1	1030.0000	22.2711	3
d2w2a1	899.3333	25.1661	3
d1w1a2	1762.6667	11.3725	3
d1w2a2	1528.0000	10.5830	3
d2w1a2	1600.6667	17.0098	3
d2w2a2	1466.6667	6.1101	3
Total	1383.1667	284.3641	24

Levene's Test of Equality of Error Variances[a]

Dependent Variable: COD

F	df1	df2	Sig.
.904	7	16	.527

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept+D_W_A

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: COD

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1854911.333[a]	7	264987.333	858.954	.000
Intercept	45915600.7	1	45915600.67	148835.0	.000
D_W_A	1854911.333	7	264987.333	858.954	.000
Error	4936.000	16	308.500		
Total	47775448.0	24			
Corrected Total	1859847.333	23			

a. R Squared = .997 (Adjusted R Squared = .996)

Parameter Estimates

Dependent Variable: COD

Parameter	B	Std. Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Intercept	1466.667	10.141	144.632	.000	1445.169	1488.164
[D_W_A=1.00]	64.000	14.341	4.463	.000	33.598	94.402
[D_W_A=2.00]	-219.333	14.341	-15.294	.000	-249.735	-188.932
[D_W_A=3.00]	-436.667	14.341	-30.449	.000	-467.068	-406.265
[D_W_A=4.00]	-567.333	14.341	-39.560	.000	-597.735	-536.932
[D_W_A=5.00]	296.000	14.341	20.640	.000	265.598	326.402
[D_W_A=6.00]	61.333	14.341	4.277	.001	30.932	91.735
[D_W_A=7.00]	134.000	14.341	9.344	.000	103.598	164.402
[D_W_A=8.00]	0[a]	.	.	.	.	.

a. This parameter is set to zero because it is redundant.

Estimated Marginal Means

D_W_A

Dependent Variable: COD

D_W_A	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
d1w1a1	1530.667	10.141	1509.169	1552.164
d1w2a1	1247.333	10.141	1225.836	1268.831
d2w1a1	1030.000	10.141	1008.503	1051.497
d2w2a1	899.333	10.141	877.836	920.831
d1w1a2	1762.667	10.141	1741.169	1784.164
d1w2a2	1528.000	10.141	1506.503	1549.497
d2w1a2	1600.667	10.141	1579.169	1622.164
d2w2a2	1466.667	10.141	1445.169	1488.164

Post Hoc Tests
D_W_A
Homogeneous Subsets

COD

Duncan[a,b]

D_W_A	N	Subset						
		1	2	3	4	5	6	7
d2w2a1	3	899.3333						
d2w1a1	3		1030.0000					
d1w2a1	3			1247.3333				
d2w2a2	3				1466.6667			
d1w2a2	3					1528.0000		
d1w1a1	3					1530.6667		
d2w1a2	3						1600.6667	
d1w1a2	3							1762.6667
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	.855	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 308.500.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b. Alpha = .05.

Regression

Variables Entered/Removed[b]

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	ALIRAN, WAKTU, DIAMETER[a]	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: COD

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.951[a]	.905	.890	94.1881

a. Predictors: (Constant), ALIRAN, WAKTU, DIAMETER

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1682419	3	560806.444	63.215	.000[a]
	Residual	177428.0	20	8871.400		
	Total	1859847	23			

a. Predictors: (Constant), ALIRAN, WAKTU, DIAMETER

b. Dependent Variable: COD

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1459.667	101.735		14.348	.000
	DIAMETER	-268.000	38.452	-.481	-6.970	.000
	WAKTU	-195.667	38.452	-.351	-5.089	.000
	ALIRAN	412.667	38.452	.741	10.732	.000

a. Dependent Variable: COD

Correlations

Correlations

		DIAMETER	WAKTU	ALIRAN	Konsentrasi Akhir COD
DIAMETER	Pearson Correlation	1.000	.000	.000	-.481*
	Sig. (2-tailed)	.	1.000	1.000	.017
	N	24	24	24	24
WAKTU	Pearson Correlation	.000	1.000	.000	-.351
	Sig. (2-tailed)	1.000	.	1.000	.092
	N	24	24	24	24
ALIRAN	Pearson Correlation	.000	.000	1.000	.741**
	Sig. (2-tailed)	1.000	1.000	.	.000
	N	24	24	24	24
Konsentrasi Akhir COD	Pearson Correlation	-.481*	-.351	.741**	1.000
	Sig. (2-tailed)	.017	.092	.000	.
	N	24	24	24	24

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

LAMPIRAN

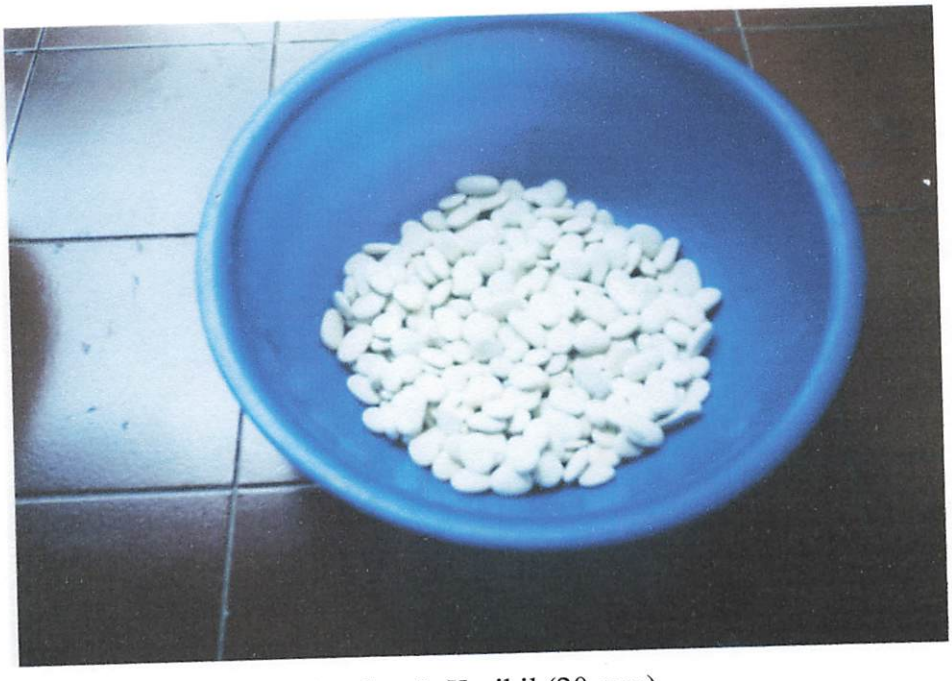
Dokumentasi

Gambar 1. Pengambilan Sampel

Gambar 2. Eceng Gondok

Gambar 3. Reaktor Anaerobik Biofilter Aliran Vertikal dan kolam eceng gondok

Gambar 4. Reaktor Anaerobik Biofilter Aliran Horisontal dan kolam eceng gondok



Gambar 5. Kerikil (20 mm)

Gambar 6. Kerikil (3 mm)