SKRIPSI

KAJIAN EFEKTIFITAS PENGOLAHAN AIR LINDI DENGAN PROSES AERASI – SSF WETLAND DALAM MENURUNKAN KANDUNGAN COD DAN TSS

Disusun Oleh:

PUJI ARIYANTI

(10.26.034)

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNAGN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

MALANG

2014

Все права защищены

Издание осуществлено
при финансовой поддержке
Российского гуманитарного научного фонда
(проект 96-04-00000)

ISBN 5-7281-0000-0

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MILIK PERPUSTAKAAN ITN MALANG

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

Kajian Efektifitas Pengolahan Lindi Dengan Proses Aerasi - SSF Wetland Dalam Menurunkan Kandungan COD Dan TSS

Disusun Oleh :

Puji Ariyanti
10.26.034

Menyetujui :

Tim Pembimbing

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Sudiro, ST. MT	**Anis Artiyani, ST. MT.**
NIP.Y. 1039900327	**NIP.Y. 1030300384**

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Lingkungan

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN TEKNIK LINGKUNGAN

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

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK
PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG
Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. RAYA Karanglo, Km2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

NAMA : PUJI ARIYANTI
NIM : 10.26.034
JURUSAN : TEKNIK LINGKUNGAN
JUDUL : KAJIAN EFEKTIFITAS PENGOLAHAN LINDI DENGAN MENGGUNAKAN PROSES AERASI – SSF WETLAND GUNA MENURUNKAN KANDUNGAN COD DAN TSS

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Jenjang Program Sastra Satu (S-1)
Pada Hari : Sabtu
Tanggal : 16 Agustus 2014
Dengan Nilai : 74,76 (B+)

PANITIA UJIAN SKRIPSI

Ketua

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

Sekretaris

Anis Artiyani, ST. MT
NIP. Y. 1030300384

ANGGOTA PENGUJI

Dosen Pembahas I

Dr.Ir. Hery Setyobudiarso, M.Si
NIP. Y.196106201991031002

Dosen Pembahas II

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul ***"Kajian Efektifitas Pengolahan Air Lindi Dengan Proses Aerasi – SSF Wetland Dalam Menurunkan Kandungan COD dan TSS"*** ini tepat pada waktunya.

Skripsi ini disusun setelah melalui penelitian, analisa data dan pembahasan dari data yang telah diperoleh dari penelitian. Skripsi ini dapat terselesaikan berkat bantuan, kerja sama dan bimbingan dari semua pihak. Dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Ibu Candra Dwiratna, ST. MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
2. Ibu Anis Artiyani, ST. MMT., selaku Sekretaris Jurusan Dan Dosen Pembimbing II.
3. Bapak Sudiro, ST, MT., selaku Dosen Pembimbing I.
4. Dosen-dosen pengajar dan staf JurusanTeknik Lingkungan ITN Malang.
5. Teman-teman Tenik Lingkungan Angkatan 2010 dan semua pihak yang telah membantu dan memberi dukungan dalam penyusunan laporan skripsi ini.

Kesadaran akan masih banyaknya kekurangan atas laporan ini, membuat penyusun berharap akan adanya masukan dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan skripsi yang kami susun.

Akhirnya penyusun berharap Laporan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi almamater, khususnya rekan-rekan mahasiswa Teknik Lingkungan ITN Malang dan masyarakat luas pada umumnya.

Malang, September 2014

Penyusun

Ariyanti Puji. Artiyani Anis, Sudiro, 2014. **Kajian Efektifitas Pengolahan Lindi Dengan Proses Aerasi – SSF Wetland Dalam Menurunkan Kandungan COD dan TSS.** Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang.

ABSTRAKSI

TPA Supit Urang exsisting memiliki pengolahan lindi yaitu dengan proses fisik kimia dan biologi, dimana lindi ditampung pada beberapa bak penampungan/pengendapan dengan menggunakan sistem penyaluran secara gravitasi. Dengan adanya proses beberapa pengendapan dari air lindi tersebut, dirasa belum optimal sehingga diperlukan suatu teknologi baru yang sederhana dan murah serta terjangkau dalam sistem pengoperasian dan perawatannya dalam menurunkan kandungan COD *(Chemical Oxygen Demand)* dan TSS *(Total Suspended Solid)* yang tinggi. Berkaitan dengan hal tersebut maka salah satu alternatif pengolahan lindi yang dilakukan yaitu pengolahan dengan proses kombinasi Aerasi - Sub Surface Flow(SSF) Wetland. SSF Wetland yaitu lahan basah aliran bawah permukaan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas proses Aerasi – Sub Surface Flow/SSF Wetland dalam menurunkan COD dan TSS. Penelitian ini menggunakan aerasi dengan alat bantu aerator dan Wetland menggunakan tanaman *Limnocharis flava (Genjer)*. Pada penelitian ini menggunakan 2 buah reaktor yaitu reaktor aerasi dan reaktor SSF Wetland dengan variasi waktu detensi 4 jam, 6 jam dan 8 jam, variasi kerapatan tanaman 90 mg/cm^2, 110 mg/cm^2, dan 130 mg/cm^2, serta variasi waktu operasional 1 hari, 2 hari, 3, hari, 4 hari, 5 hari, 6 hari dan 7 hari (interval waktu 24 jam). Hasil penelitian dari proses kombinasi Aerasi – SSF Wetland untuk penurunan konsentrasi COD adalah sebesar 1376 mgO_2/l dengan prosentase penyisihan sebesar 62,61% dan konsentrasi TSS yaitu sebesar 4333 mg/l didapatkan prosentase penyisihan sebesar 63,56%. Proses pengolahan kombinasi Aerasi – SSF Wetland yang digunakan dalam mengolah lindi terbukti efektif dalam menurunkan konsentrasi COD dan TSS. Dari hal tersebut proses pengolahan Aerasi – SSF Wetland belum memenuhi baku mutu yang disyaratkan untuk masing-masing parameter.

Kata Kunci : Aerasi, COD, Lindi , *Limnocharis flava (Genjer),* TSS, Wetland

Ariyanti Puji. Artiyani Anis, Sudiro, 2014. **Study of Effectiveness Leached Treatment with Aeration Processes – Sub Surface Flow Wetland to Reduce Contaminant of COD and TSS.** Mini Thesis Report, Department of Environmental Engineering, National Institute of Technology Malang.

Abstract

Supit Urang landfills have leached treatment units with gravity system flows. Consist of several receptacles. With several processes of sedimentation, are not optimal. So that needs a new simple technology, cheap, and reach in operational system also maintenance to reduce high contaminant of COD and TSS. Either alternative leached treatment is Aeration Process – Sub Surface Flow Wetland. This research with aeration method used aerator and Limnocharis Flaya plants. Objective of this research is to understand the effectiveness of Aeration Process – Sub Surface Flows Wetland to reduce concentration of COD and TSS with variable detention times, density plants, and operational times. This research used 2 reactors that is, aeration reactor and reactor sub surface flows wetland with variables duration of aeration are 4 hours, 6 hours and 8 hours. Variable of density plants are 90 mg/cm^2, 110 mg/cm^2, and 130 mg/cm^2. Also variable of operational times are 1 day, 2 days 3 days, 4 days, 5 days, 6 days and 7 days (Interval time is 24 hours. Treatment process combination between Aeration – Sub Surface Flows Wetland that used to treat leached is effective to reduce concentration of COD and TSS. The result of this research showed that, aeration process – sub surface flows wetland able to reduce concentration of COD as big as 1.376 mgO_2/l with percentage removal as big as 62,61 %, and concentration of TSS as big as 4.333 mg/l with percentage removal as big as 63,56 %. According to result of this research, concentration COD and TSS with Aeration Treatment Process – Sub Surface Flows Wetland is not fulfilling the standard quality that required.

Key words: Aeration, COD, Leached, Limnocharis flava, TSS, and Wetland.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN i
ABSTRAKSI ii
DAFTAR ISI iii
DAFTAR GAMBAR v
BAB I PENDAHULUAN
1.1. Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Manfaat Penelitian 4
1.5 Ruang Lingkup 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA
2.1 Kajian Konseptual Lindi 5
2.1.1 Definisi Lindi 5
2.1.2 Karakteristik Lindi 6
2.2 Aerasi 8
2.2.1 Aklimatisasi 9
2.2.2 Mekanisme Penyisihan Polutan Dalam Proses Aerasi 9
2.2.3 Faktor-faktor yang mempengaruhi Aerasi 10
2.3 Sistem Rawa Buatan (Contructed Wetland) 11
2.3.1 Tipe-tipe Rawa Buatan 12
2.3.2 Keuntungan dan Kerugian Contructed wetland 14
2.3.3 Proses-proses pengolahan dalam sistem Contructed wetland 16
2.3.4 Faktor Yang Mempengaruhi sistem Contructed wetland 17
2.3.5 Proses Penyerapan Unsur Hara Oleh Tanaman 21
2.3.6 Fotosintesis 23
2.4 Parameter Air Lindi 24
2.4.1 Chemical Oxygen Demand (COD) 24
2.4.2 Total Suspended Solid (TSS) 25
2.5 Mekanisme Penyisihan Polutan dalam Contruted wetland 26

2.6 Metode Pengolahan Data 28
2.6.1 Statistik Deskriptif 28
2.6.2 Statistik Korelasi 29
2.6.3 Statistik Regresi 29
2.6.4 Statistik ANOVA 31

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Umum 33
3.2 Jenis Penelitian 33
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian 34
3.4 Spesifikasi alat dan bahan yang digunakan 34
3.4.1 Alat 34
3.4.2 Bahan 35
3.4 Variabel Penelitian 36
3.4.1 Variabel Bebas 36
3.4.2 Variabel Terikat 36
3.4.2 Variabel Bebas 37
3.6 Prosedur Penelitian 37
3.6.1 Proses Sampling 37
3.6.2 Proses Perkembangbiakan Genjer 39
3.6.4 Aklimatisasi 40
3.6.5 Pelaksanaan Penelitian dengan variasi kerapatan tanaman uji 40
3.7 Tahap Operasional 41
3.7.1 Reaktor Kontrol 41
3.7.2 Reaktor Uji 41
3.8 Analisis Parameter Uji 41
3.8.1 Analisis COD 41
3.8.2 Analisis TSS 42
3.9 Analisa Data Dan Pembahasan 42
3.10 Diagram Alir Metodologi 43

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Lindi Di TPA Supit Urang 45

4.2 Penyisihan Bahan Organik pada tahap aklimatisasi 46

4.3 Data-data Hasil Proses Pengolahan 53

4.3.1 Data Konsentrasi Akhir COD dan TSS setelah Proses Aerasi 53

4.3.2 Data Konsentrasi Akhir COD dan TSS setelah Proses Aerasi – SSW Wetland 53

4.4 Analisis Diskriptif 57

4.4.1 Analisis Deskritif konsentrasi akhir dan Prosentase Penyisihan COD dengan Proses Aerasi 57

4.4.2 Analisis Deskritif Konsentrasi akhir TSS dengan Proses Aerasi 59

4.4.3 Analisis Deskritif Prosentase Penyisihan TSS dengan Proses Aerasi 60

4.4.4 Analisis Deskritif Konsentrasi Akhir COD dengan Proses Aerasi- SSF Wetland 61

4.4.5 Analisis Deskritif Prosentase Penyisihan COD dengan Proses Aerasi- SSF Wetland 68

4.4.6 Analisis Deskritif Konsentrasi Akhir TSS dengan Proses Aerasi-SSF Wetland 74

4.4.7 Analisis Deskritif Prosentase penyisihan TSS dengan Proses Aerasi- SSF Wetland 81

4.5 Analisis Statistik 87

4.5.1 Analisis Korelasi 87

4.5.1.1 Analisis Korelasi untuk Prosentase Penyisihan COD dengan Proses Aerasi 87

4.5.1.2 Analisis Korelasi Untuk Prosentase Penyisihann TSS dengan Proses Aerasi 88

4.5.1.3 Analisis Korelasi untuk Prosentase Penyisihan COD dengan Proses Aerasi-SSF Wetland 89

4.5.1.4 Analisis Korelasi Untuk Prosentase Penyisihann TSS dengan Proses Aerasi – SSF Wetland 91

4.5.2 Analisis Regresi 92
4.5.2.1 Analisis Regresi Untuk Prosentase Penyisihan COD dengan Proses Aerasi 93
4.5.2.2 Analisis Regresi Untuk Prosentase Penyisihan TSS dengan Proses Aerasi 95
4.5.2.3 Analisis Regresi Untuk Prosentase Penyisihan COD dengan Proses Aerasi – SSF Wetland 97
4.5.2.4 Analisis Regresi Untuk Prosentase Penyisihan TSS dengan Proses Aerasi – SSF Wetland 99
4.5.3 Analisis ANOVA 102
4.5.3.1 Analisis ANOVA One Way Untuk Prosentase Penyisihan COD dengan Proses Aerasi 102
4.5.3.2 Analisis ANOVA One Way Untuk Prosentase Penyisihan TSS dengan Proses Aerasi 104
4.5.3.3 Analisis ANOVA One Way Untuk Prosentase Penyisihan TSS dengan Proses Aerasi – SSF Wetland 105
4.5.3.4 Analisis ANOVA One Way Untuk Prosentase Penyisihan COD dengan Proses Aerasi – SSF Wetland 111
4.6 Pembahasan 117
4.6.1 Pengaruh Waktu detensi Terhadap Prosentase Penyisihan Konsentrasi COD dan TSS dengan Proses Aerasi 118
4.6.3 Pengaruh Waktu detensi Terhadap Prosentase Penyisihan Konsentrasi COD dan TSS Setelah Proses Aerasi – SSF Wetland 121
4.6.4 Pengaruh Waktu Opersional Terhadap Prosentase Penyisihan Konsentrasi COD dan TSS Setelah Proses Aerasi – SSF Wetland 124
4.5.5 Pengaruh Kerapatan Tanaman Terhadap Prosentase Penyisihan Konsentrasi COD setelah proses Aerasi – SSF Wetland 126
4.5.7 Kualitas Akhir setelah Proses Pengolahan 131

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan 132

4.2 Saran 132

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

2.1. Kisaran Kandungan Komposisi Lindi 7

2.2 Proses yang terjadi dalam sistem Contructed wetland 18

3.3 Peranana Makrofita dalam sistem pengolahan Contructed Wetland..... 19

4.1 Karakteristik Awal Lindi Pada TPA Supit Urang 45

4.2 Penyisihan Bahan Organik Pada Reaktor I 47

4.3 Penyisihan Bahan Organik Pada Reaktor II 49

4.4 Penyisihan Bahan Organik Pada Reaktor III 51

4.5 Konsentrasi Akhir COD dan TSS Setelah Proses Aerasi 53

4.6 Konsentrasi Akhir dan Prosentase Penyisihan COD setelah Proses Aerasi -SSF Wetland..... 53

4.7 Konsentrasi Akhir dan Prosentase Penyisihan TSS setelah Proses Aerasi -SSF Wetland..... 55

4.8 Hasil Uji Analisis Korelasi Penyisian COD Terhadap waktu detensi Setelah proses aerasi..... 88

4.9 Hasil Uji Analisis Korelasi Penyisian TSS Terhadap waktu detensi Setelah proses aerasi..... 88

4.10 Hasil Uji Analisis Korelasi Penyisian COD Terhadap waktu detensi kerapatan tanaman dan waktu operasional Setelah proses aerasi – SSF Wetland 89

4.11 Hasil Uji Analisis Korelasi Penyisian TSS Terhadap waktu detensi kerapatan tanaman dan waktu operasional Setelah proses aerasi – SSF Wetland 91

4.12 Hasil Uji Analisis Regresi Prosentase Penyisian COD Terhadap waktu detensi Setelah proses aerasi 94

4.13 Hasil Uji Analisis Regresi Prosentase Penyisian TSS Terhadap waktu detensi Setelah proses aerasi 96

4.14 Hasil Uji Analisis Regresi Prosentase Penyisian COD Terhadap waktu detensi, kerapatan tanaman dan waktu operasional Setelah proses aerasi – SSF wetland 98

4.15 Hasil Uji Analisis Regresi Prosentase Penyisian TSS Terhadap waktu

detensi, kerapatan tanaman dan waktu operasional Setelah proses aerasi – SSF wetland 100
4.16 Analisis ANOVA One Way antara Prosentase Penyisian COD Terhadap waktu detensi Setelah proses aerasi 103
4.17 Analisis ANOVA One Way antara Prosentase Penyisian TSS Terhadap waktu detensi Setelah proses aerasi 104
4.18 Analisis ANOVA One Way antara Prosentase Penyisian TSS Terhadap waktu operasional Setelah proses aerasi – SSF Wetland 106
4.19 Analisis ANOVA One Way antara Prosentase Penyisian TSS Terhadap waktu detensi Setelah proses aerasi – SSF Wetland 107
4.20 Analisis ANOVA One Way antara Prosentase Penyisian TSS Terhadap kerapatan tanaman Setelah proses aerasi – SSF Wetland 108
4.21 Analisis ANOVA One Way antara Prosentase Penyisian TSS Terhadap waktu detensi, kerapatan tanaman dan kerapatan tanaman Setelah proses aerasi – SSF Wetland 110
4.22 Analisis ANOVA One Way antara Prosentase Penyisian COD Terhadap waktu operasional Setelah proses aerasi – SSF Wetland 111
4.23 Analisis ANOVA One Way antara Prosentase Penyisian COD Terhadap waktu detensi Setelah proses aerasi – SSF Wetland 113
4.24 Analisis ANOVA One Way antara Prosentase Penyisian COD Terhadap kerapatan tanaman Setelah proses aerasi – SSF Wetland 114
4.25 Analisis ANOVA One Way antara Prosentase Penyisian COD Terhadap waktu detensi, kerapatan tanaman dan kerapatan tanaman Setelah proses aerasi – SSF Wetland 115

DAFTAR GAMBAR

2.1. Simulasi fase Pertumbuhan Mikroorganisme 10
2.2 Sub Surface Flow System 14
2.3 Tanaman Genjer 20
2.4 Skema Zat Padat 26
3.1 Diagram Alir Metodologi 44
4.1 Bak Penampung Lindi 45
4.2 Grafik Prosentase Penyisihan Bahan Oganik Pada Reaktor I 48
4.3 Grafik Prosentase Penyisihan Bahan Oganik Pada Reaktor II 50
4.4 Grafik Prosentase Penyisihan Bahan Oganik Pada Reaktor III 51
4.5 Konsentrasi Akhir COD setelah Proses Aerasi 58
4.6 Grafik Prosentase Penyisihan COD setelah Proses Aerasi 59
4.7 Konsentrasi Akhir TSS setelah Proses Aerasi 60
4.8 Grafik Prosentase Penyisihan TSS setelah Proses Aerasi 61
4.9 Grafik Konsentrasi Akhir COD setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 4 jam dengan kerapatan 90 mg/cm^2 62
4.10 Grafik Konsentrasi Akhir COD setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 4 jam dengan kerapatan 110 mg/cm^2 63
4.11 Grafik Konsentrasi Akhir COD setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 4 jam dengan kerapatan 130 mg/cm^2 63
4.12 Grafik Konsentrasi Akhir COD setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 6 jam dengan kerapatan 90 mg/cm^2 64
4.13 Grafik Konsentrasi Akhir COD setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 6 jam dengan kerapatan 110 mg/cm^2 65
4.14 Grafik Konsentrasi Akhir COD setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 6 jam dengan kerapatan 130 mg/cm^2 65
4.15 Grafik Konsentrasi Akhir COD setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 8 jam dengan kerapatan 90 mg/cm^2 66
4.16 Grafik Konsentrasi Akhir COD setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 8 jam dengan kerapatan 110 mg/cm^2 67

4.17 Grafik Konsentrasi Akhir COD setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 8 jam dengan kerapatan 130 mg/cm^2 67
4.18 Grafik Prosentase Penyisihan COD setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 4 jam dengan kerapatan 130 mg/cm^2 68
4.19 Grafik Prosentase Penyisihan COD setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 4 jam dengan kerapatan 130 mg/cm^2 69
4.20 Grafik Prosentase Penyisihan COD setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 4 jam dengan kerapatan 130 mg/cm^2 69
4.21 Grafik Prosentase Penyisihan COD setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 6 jam dengan kerapatan 90 mg/cm^2 70
4.22 Grafik Prosentase Penyisihan COD setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 6 jam dengan kerapatan 110 mg/cm^2 71
4.23 Grafik Prosentase Penyisihan COD setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 6 jam dengan kerapatan 130 mg/cm^2 71
4.24 Grafik Prosentase Penyisihan COD setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 8 jam dengan kerapatan 90 mg/cm^2 72
4.25 Grafik Prosentase Penyisihan COD setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 8 jam dengan kerapatan 110 mg/cm^2 73
4.26 Grafik Prosentase Penyisihan COD setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 8 jam dengan kerapatan 130 mg/cm^2 73
4.27 Grafik Konsentrasi Akhir TSS setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 4 jam dengan kerapatan 90 mg/cm^2 75
4.28 Grafik Konsentrasi Akhir TSS setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 4 jam dengan kerapatan 110 mg/cm^2 76
4.29 Grafik Konsentrasi Akhir TSS setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 4 jam dengan kerapatan 130 mg/cm^2 76
4.30 Grafik Konsentrasi Akhir TSS setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 6 jam dengan kerapatan 90 mg/cm^2 77
4.31 Grafik Konsentrasi Akhir TSS setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 6 jam dengan kerapatan 110 mg/cm^2 78

4.32 Grafik Konsentrasi Akhir TSS setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 6 jam dengan kerapatan 130 mg/cm^2 78
4.33 Grafik Konsentrasi Akhir TSS setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 8 jam dengan kerapatan 90 mg/cm^2 79
4.34 Grafik Konsentrasi Akhir TSS setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 8 jam dengan kerapatan 110 mg/cm^2 80
4.35 Grafik Konsentrasi Akhir TSS setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 8 jam dengan kerapatan 130 mg/cm^2 80
4.36 Grafik Prosentase Penyisihan TSS setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 4 jam dengan kerapatan 90 mg/cm^2 81
4.37 Grafik Prosentase Penyisihan TSS setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 4 jam dengan kerapatan 110 mg/cm^2 82
4.38 Grafik Prosentase Penyisihan TSS setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 4 jam dengan kerapatan 130 mg/cm^2 82
4.39 Grafik Prosentase Penyisihan TSS setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 6 jam dengan kerapatan 90 mg/cm^2 83
4.40 Grafik Prosentase Penyisihan TSS setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 6 jam dengan kerapatan 110 mg/cm^2 84
4.41 Grafik Prosentase Penyisihan TSS setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 6 jam dengan kerapatan 130 mg/cm^2 84
4.42 Grafik Prosentase Penyisihan TSS setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 8 jam dengan kerapatan 90 mg/cm^2 85
4.43 Grafik Prosentase Penyisihan TSS setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 8 jam dengan kerapatan 110 mg/cm^2 86
4.44 Grafik Prosentase Penyisihan TSS setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada waktu detensi 8 jam dengan kerapatan 130 mg/cm^2 86

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Hampir setiap kota besar di Indonesia telah menyediakan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah, dengan produksi sampah yang semakin tinggi dipacu dengan adanya kegiatan masyarakat yang beraneka ragam, menyebabkan terakumulasinya sampah sehingga semakin hari semakin menumpuk dan akan menyebabkan proses dekomposisi alamiah berlangsung secara besar-besaran. Proses dekomposisi tersebut akan mengubah sampah menjadi pupuk organik yang jika ada masukan air dari luar, akan melarutkan logam-logam yang ada kemudian menjadi hasil samping yaitu lindi.

Lindi merupakan cairan limbah yang dihasilkan dari timbunan sampah. Umumnya lindi mengandung bahan organik, bahan inorganik, dan mikroorganisme. Hasil perombakan bahan organik oleh mikroorganisme yang berupa gas-gas (CH_4, NH_3, dan H_2S) merupakan sumber penyebab bau, sedangkan bahan inorganik yang terdapat dalam lindi dapat berupa logam-logam terlarut. Jika berada dalam jumlah di atas baku mutu dan masuk ke badan-badan air, bahan-bahan tersebut dapat menimbulkan pencemaran lingkungan.

Di TPA Supit Urang exsisting memiliki pengolahan lindi yaitu dengan proses fisik kimia dan biologi, dimana lindi ditampung pada beberapa bak penampungan/pengendapan dengan menggunakan sistem penyaluran secara gravitasi. Pada bak penampung pertama lindi didiamkan sehingga terlarut mengendap, air bagian atas disalurkan ke bak penampung berikutnya, didiamkan lagi sehingga kotoran mengendap begitu seterusnya hingga bak ke5. Kondisi eksisting pada bak pengendapan pertama, saat musim kemarau lindi yang masuk ke bak pengendapan pertama hanya sedikit sehingga lindi hanya akan berada di bak pertama dan tertampung di bak ini selama musim kemarau, sementara kondisi bak ke2 kering. Sebaliknya saat musim penghujan air lindi yang masuk sangat besar sehingga bak pengumpul tidak mampu menahan laju aliran air lindi

sehingga meluber ke luar bak. Dengan adanya proses beberapa pengendapan dari air lindi tersebut, dirasa belum optimal sehingga diperlukan suatu teknologi baru yang sederhana dan murah serta terjangkau dalam sistem pengoperasian dan perawatannya

Salah satu teknologi tepat guna yang dapat digunakan yaitu pengolahan air lindi dengan menggunakan proses aerasi - SSF wetland menjadi pilihan dalam upaya pengolahan air lindi. Sistem kombinasi Aerasi - SSF wetland diambil dengan berbagai pertimbangan yang sangat potensial untuk dikembangkan menjadi inovasi baru dalam proses pengolahan air lindi.

Metode Aerasi merupakan proses penambahan oksigen (O_2) ke dalam air yang bertujuan untuk menurunkan konsentrasi zat pencemar. Pada pengolahan lindi dengan menggunakan aerasi ini adalah pengaturan udara atau oksigen pada bak aerasi, dimana bakteri aerob akan menguraikan bahan organic didalam air dengan bantuan oksigen (O_2). Penambahan Oksigen pada proses Aerasi yaitu menggunakan alat bantu Aerator.

Pada penelitian sebelumnya proses pengolahan dilakukan dengan aerasi, dimana air lindi yang diletakkan pada bak aerasi diberikan penambahan oksigen. Hasil penelitian tersebut menunjukan bahwa waktu 6 jam dengan debit udara 5 l/menit mampu menurunkan konsentrasi BOD sebesar 4,79 -15,15%, NO3 sebesar 7,15-38,13% dan PO4 sebesar 17,15-70,91% *(Haryuna Yetty, 2005)*. Dengan adanya pengaturan udara/oksigen pada bak aerasi maka bakteri aerob akan menguraikan zat organik dalam air lindi dengan bantuan oksigen.

Mengingat penurunan konsentrasi kandungan pada air lindi dengan metode aerasi sebelumnya masih belum optimal, maka dipandang perlu untuk melakukan proses tambahan yaitu SSF wetland (lahan basah aliran bawah permukaan)

Sistem pengolahan Wetland adalah sistem rekayasa yang telah didesain dan dibangun dengan memanfaatkan proses alamiah yang melibatkan tumbuhan, tanah dan kumpulan mikroba yang saling berhubungan untuk membantu pengolahan limbah cair *(Vymazal, 1998)*. Sejalan dengan perkembangan ilmu dan penelitian, maka definisi tersebut disempurnakan oleh Metcalf & Eddy (1993),

menjadi "sistem yang termasuk pengolahan alami, dimana terjadi aktivitas pengolahan sedimentasi,filtrasi, transfer gas, adsopsi, pengolahan kimia dan biologis, karena aktivitas mikroorganisme dalam tanah dan aktivitas tanaman".

Sistem rawa buatan *(constructed wetland)* memanfaatkan sinar matahari dan tanaman yang berfungsi memfilter bahan pencemar dengan bantuan mikroorganisme yang tumbuh di perakaran tanpa menambahkan bahan-bahan kimia dan prosesnya berjalan alami. Menurut beberapa penelitian tanaman Cattail *(Typha angustifolia)* dapat menurunkan konsentrasi COD sebesar 50%-93% (Voijant, 2000 dalam Mukhlis 2003). Tanaman Kana *(Canna sp)* mampu menurunkan COD dan BOD sebesar 90 %, TSS sebesar 90% (Mayangriani, 2005). Sedangkan tanaman Papirus *(Cyperus papyrus)* mempunyai efisiensi penurunan N sebesar 91,24 %, dan efisiensi penurunan sebesar TSS sebesar 64,56 % (*Tangahu, 2005).*

Penelitian ini menggunakan sistem lahan basah aliran bawah permukaan (SSF-Wetland) dikarenakan dari berbagai penelitian, terbukti bahwa dengan menggunakan metode ini efektif dalam perbaikan kualitas air, selain itu dalam penggunaanya relatif sederhana dan tidak diperlukan penanganan yang terlalu rumit dalam metode pelaksanaan selanjutnya.

Tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah adalah Genjer *(Limnocharis flava). Limnocharis flava* mampu menghisap oksigen dari udara melalui daun, batang, dan akar yang kemudian dilepaskan kembali pada daerah sekitar perakaran *(rhizosphere).* Hal ini memungkinkan karena tumbuhan air mempunyai ruang antar sel atau lubang saluran udara *(aerenchyma)* sebagai alat transportasi oksigen dari atmosfer ke bagian perakaran (Fitriarini 2002). Dipilihnya genjer karena tanaman air yang dapat mudah tumbuh dimana saja, mudah perawatannya dan tahan terhadap gangguan dari luar.

Penelitian ini menggunakan variasi kerapatan tanaman *Limnocharis flava* dalam reaktor, dengan pasir sebagai substrat (media tanam). Parameter yang akan diturunkan adalah COD dan TSS. Karena berdasarkan analisa awal, kandungan TSS dan COD pada air lindi sebesar 3680 mg/l dan 11.800 mg/l

1.2. Perumusan Masalah

Masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah seberapa efektif pengolahan lindi menggunakan proses aerasi – SSF Wetland terhadap penurunan COD dan TSS

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui Efektifitas pengolahan lindi dengan proses Aerasi – SSF Wetland dalam menurunkan kandungan COD dan TSS
2. Mengetahui kemampuan tanaman Genjer ditinjau dari variasi kerapatan tanaman dalam menurunkan kandungan COD dan TSS

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu memberikan gambaran dan penjelasan kepada masyarakat dan Pemerintah Daerah tentang alternative teknologi pengolahan air lindi yang murah, sederhana dan mudah dalam pengoperasionalnya yaitu dengan proses aerasi - SSF wetland guna menurunkan kandungan COD dan TSS

1.5 Ruang Lingkup

1. Sampel air lindi yang digunakan berasal dari bak pengendapan pertama di TPA Supit Urang Kec. Sukun Kota Malang
2. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium.
3. Parameter yang dianalisis adalah konsentrasi COD dan TSS
4. Pada Proses Aerasi menggunakan alat bantu Aerator
5. Jenis tanaman yang digunakan adalah *Limnocharis flava (Genjer)*

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Konseptual Lindi

Sampah yang dibuang ke *landfill* mengalami beberapa perubahan fisik, kimia dan biologis secara simultan yang diantaranya menghasilkan cairan yang disebut lindi.

2.1.1 Definisi Lindi

Lindi adalah cairan hasil proses dekomposisi timbunan sampah yang terkumpul dibagian dasar timbunan. Lindi umumnya merupakan hasil lapisan prespitasi, run off yang tidak terkontrol dan masuk ke dalam landfill dan dapat menginfiltrasi air tanah (Tchobanoglous, 1993).

Lindi diproduksi ketika cairan melakukan kontak dengan sampah yang terutama berasal dari buangan domestik, dimana hal tersebut tidak dapat dihindari pada lahan pembuangan akhir. Lindi dihasilkan dari infiltrasi air hujan ke dalam tumpukan sampah di TPA dan dari cairan yang terdapat di dalam sampah itu sendiri. Apabila tidak terkontrol, *landfill* yang dipenuhi air lindi dapat mencemari air bawah tanah dan air permukaan (http://www.sanitasi.or.id.pdf). Walaupun *sanitary landfill* lebih baik daripada *open dumping* akan tetapi pencemaran air tanah karena lindi masih dapat terjadi. Lindi dalam *sanitary landfill* dialirkan dengan pipa untuk ditampung dalam bak penampungan. Lindi yang tertampung dalam bak penampungan dapat meresap ke dalam tanah dan mencemari air tanah.

Pada umumnya karakteristik air lindi (*leachate*) adalah cairan berwarna coklat, mempunyai kandungan organik (BOD,COD) tinggi, kandungan logam berat biasanya juga tinggi dan berbau septik. Komposisi zat kimia dari air lindi berubah-ubah tergantung pada beberapa hal antara lain adalah karakteristik dan komposisi sampah, jenis tanah penutup landfill, musim, pH dan kelembaban umur timbunan (usia landfill)
(http://www.sanitasi.or.id.pdf).

2.1.2 Karakteristik Lindi

Lindi terjadi karena adanya proses dekomposisi dalam tanah. Yang dimaksud dengan lindi adalah cairan yang melewati sampah dan telah melarutjan material tersuspensi ataupun terlarut dari sampah. Cairan Lindi bersumber dari air yang terjadi dari dekomposisi dan cairan yang masuk ke landfill dan sumber luar seperti aliran permukaan, air hujan, air tanah maupun dari sumber lain.

Sesuai dengan proses terjadinya, maka lindi mengadung bahan-bahan yang dapat menimbulkan pencemaran, terutama bila sampah mengandung bahan beracun dan berbahaya. Lindi dan sampah domestic dapat menimbulkan pencemaran karena kandungan bahan organiknya yang tinggi. Adapun komposisi kimia lindi dapat dilihat pada tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2.1

Kisaran Kandungan Komposisi Kimia Lindi

Parameter	Kisaran
COD (mg/l)	150-100000
BOD (mg/l)	100-90000
pH	5,3 -8,5
Alkalinity	300-11500
Kesadahan	500-8900
NH4 (mg/l)	1-1500
N-Organik (mg/l)	1-2000
N-tot (mg/l)	50-50000
NO_3 (mg/l)	0,1-50
NO_2 (mg/l)	0-25
P-Total (mg/l)	0,1-3
PO_4 (mg/l)	0,3 – 2,5
Ca (mg/l)	10-2500
Mg (mg/l)	50-1150

Na (mg/l)	50-4000
K (mg/l)	10-2500
SO_4 (mg/l)	10-12003
Cl (mg/l)	0-4000
Fe (mg/l)	0,4-2200
Zn (mg/l)	0,05 -170
Mn (mg/l)	0,4 -50
CN (mg/l)	0,04-90
Phenol (mg/l)	0,04-44
AOX (µg/l)	320-3500
As (µg/l)	5-1600
Cd (µg/l)	0,5-140
Co (µg/l)	4-950
Ni (µg/l)	20-2650
Pb (µg/l)	8-1020
Cr (µg/l)	30-1600
Cu (µg/l)	4-1400
Hg (µg/l)	0,2-50

(Sumber : Haryuna Yetty, 2005)

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi karakteristik lindi yang terbentuk di tempat pembuangan akhir sampah, dimana faktor tersebut adalah :

1. Karakteristik sampah

   Karena lindi berasal dari proses dekomposisi sampah, maka komposisi sampah yang berbeda akan menghasilkan karakteristik yang berbeda

2. pH

   pH mempengaruhi proses kimia yang didasarkan pada transfer masa seperti presipitasi, pelarutan, reaksi redoks dan penyerapan (adsorbsi). Pada kondisi pH yang berbeda akan menjadi transfer masa yang berbeda pula sehingga akan dihasilkan karakteristik yang berbeda

3. Umur landfill

   Variasi karakteristik lindi yang dihubungkan dengan landfill adalah pada derajat/tingkat stabilitas sampah yang terjadi

4. Pengolahan Lindi

   Lindi berasal dari pembusukan sampah, untuk menampung lindi harus dibuat lapisan dasarr tanah yang kedap air dan saluran pengumpul lindi ke dalam tanah

2.2 Aerasi

Proses aerasi merupakan salah satu proses dari tranfer gas yang lebih dikhususkan pada transfer oksigen dari fase gas ke fase cair. Fungsi utama aerasi dalam pengelolaan air adalah melarutkan oksigen ke dalam air untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air dan melepaskan kandungan gas-gas yang terlarut dalam air serta membantu pengadukan air. Aerasi dipergunakan pula untuk menghilangkan kandungan gas-gas terlarut, oksidasi kandungan besi dan mangan dalam air, mereduksi kandungan ammonia dalam air melalui proses nitrifikasi dan untuk meningkatkan kandungan oksigen terlarut agar air terasa lebih segar.

Pada prakteknya terdapat 2 cara menambahkan oksigen dalam air yaitu :

1. Memasukkan udara ke dalam air

   Adalah proses memasukkan udara atau oksigen ke dalam air dengan water pump. Apabila water pump diletakkan di tengah-tengah, maka akan meningkatkan kecepatan berkontaknya gelembung udara dengan air, sehingga proses pemberian oksigen akan berjalan lebih cepat. Oleh karena itu, biasanya water pump ini diletakkan pada dasar bak aerasi dengan memasukkan udara yang diberi tekanan

2. Memaksa air untuk berkontak dengan oksigen

   Adalah cara mengontakkan air dengan oksigen melalui pemutaran baling baling yang diletakkan pada permukaan air. Akibat dari pemutaran air ini, air akan terangkat ke atas dan dengan terangkatnya

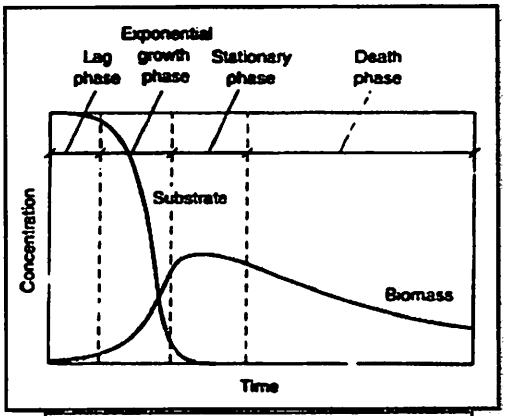
maka air akan mengadakan kontak langsung dengan udara di sekitarnya *(Sugiharto, 2005)*

2.2.1. Aklimatisasi

Aklimatisasi merupakan proses penyesuaian diri oleh mikroorganisme terhadap lingkungan barunya dan berakhir ketika proses adaptasi sejumlah bakteri aktif dengan air limbah telah menunjukan kestabilan. Analisa terhadap bahan organik dilakukan untuk mengetahui perkembangan penguraiaan bahan organik. Kegiatan ini dilakukan melalui pengukuran Permanganat value (PV) selama aklimatisasi sampai kondisi stabil (*steady state*) dicapai. Kondisi *steady state* merupakan suatu kondisi dimana penyisihan zat organik yang dikonsumsi oleh mikroorgasnisme mendekati harga yang stabil atau konstan. Apabila selisih penurunan bahan organik selama tiga hari berturut-turut relatif stabil dengan perbedaan tidak lebih dari 10 % maka dapat dikatakan bahwa kondisi telah stabil (*steady state*) (Lee, 2001).

2.2.2 Mekanisme Penyisihan Polutan dalam Proses Aerasi

Mekanisme penyisihan polutan dalam proses aerasi dilakukan oleh adanya mikroorganisme yang ada dalam reaktor selama proses aerasi. Dimana kinerja mikroorganisme ini dipengaruhi oleh kandungan nutrient yang dibutuhkan oleh mikroorganisme dalam mendegradasi air limbah. Ketersediaan Nutrient yang ada dalam limbah tersebut ada seiring dengan sirkulasi air limbah. Berdasarkan gambar 2.1 Karakteristik pertumbuhan bakteri dalam reaktor berdasarkan waktu ada 4 tahapan/fase pertumbuhan.



Gambar 2.1 : Simulasi
Fase Pertumbuha mikroorganisme

Fase Adaptasi (log Fase) Merupakan persiapan dan penyesuaian diri dengan kondisi

pertumbuhan dan lingkungan yang baru. Waktu penyesuaian ini umumnya berlangsung selama 2 jam. *Fase Pembelahan (Gowth Phase)* setelah beradaptasi sel – sel ini akan tumbuh dan membelah diri secara eksponensial sampai jumlah maksimal yang dapat dibantu oleh kondisi lingkungan yang dicapai untuk melakukan pembelahan. Kebanyakan bakteri pada fase ini berlangsung selama 8 – 24 jam. *Fase Tetap (Stationary Phase)* Pertumbuhan populasi mikroorganisme dibatasi oleh habisnya bahan gizi yang tersedia atau penimbunan zat racun sebagai hasil akhir metabolisme. Sehingga kecepatan pertumbuhan menurun, mulai ada yang mati. Pembelahan terhambat pada suatu saat terjadi jumlah bakteri yang tetap sama. *Fase Kematian (Death Phase)* Sel – sel yang berada dalam fase tetap akhirnya akan mati bila tidak dipindahkan ke media segar lainnya. Dalam bentuk logaritmik fase menurun atau kematian merupakan penurunan secara garis lurus yang digambarkan oleh jumlah sel – sel hidup terhadap waktu, jumlah bakteri hidup berkurang dan menurun. (Metcalf & Eddy 2003).

Konsentrasi TSS dalam limbah berbanding lurus dengan konsentrasi-konsentrasi zat-zat kimia yang terdapat dalam limbah termasuk didalamnya COD, BOD (Sugiharto, 2005). Apabila penanganan TSS dalam limbah tepat, maka secara otomatis konsentrasi-konsentrasi zat- zat kimia lainnya dalam limbah akan ikut berkurang juga. Konsentrasi penurunan BOD dalam proses aerasi memungkinkan terjadinya penurunan kandungan TSS air limbah. Penurunan penyisihan TSS tidak ada hubungan secara langsung dikarenakan terjadi homogenitas yang terjadi di dalam reaktor. Proses penyisihan TSS berlangsung dengan baik jika setelah proses Aerasi dilakukan proses pengendapan.

2.2.3 Faktor-faktor yang mempengaruhi aerasi

Faktor-faktor yang mempengaruhi aerasi adalah sebagai berikut :

a. Suhu

Koefisien penyerapan oksigen (K_{la}) akan meningkat seiring dengan kenaikan suhu, karena suhu dalam air akan mempengaruhi tingkat

difusi, tegangan permukaan dan keketanlan air. Kemampuan difusi oksigen meningkat dengan peningkatan suhu, sedangkan tegangan permukaan dan kekentalan menurun seiring dengan kenaikan suhu.

b. Kejenuhan Oksigen

Konsentrasi jenuh oksigen dalam air tergantung pada derajat salinitas air, suhu, dan tekanan parsial oksigen yang berkontak dengan air

c. Karakteristik Air

Dalam praktek ada perbedaan nilai koefisien penyerapan oksigen (K_{la}) air limbah yang mengandung materi tersuspensi, surfaktan (deterjen) dalam larutan dan perbedaan temperatur.

d. Mikroorganisme

e. Derajat Turbulensi

Derajat turbulensi dalam tangki aerasi akan mempengaruhi hal-hal dibawah ini :

1. Turbulensi akan menurunkan derajat tahanan liquid film
2. Turbulensi akan meningkatkan laju perpindahan massa oksigen karena terjadi percepatan laju pergantian permukaan bidang kontak yang berakibat pada defisit oksigen supaya tetap konstan.
3. Turbulensi secara langsung akan meningkatkan nilai koefisien perpindahaan oksigen *(Ali Masduki dan Agus Slamet, 2002)*

2.3 Sistem Rawa Buatan *(Constructed Wetland)*

Definisi *wetland* sangat beragam tapi pada dasarnya *wetland* adalah area yang setidaknya tergenangi air secara intermiten (Campbell and Ogden, 1999 dalam Rizka, 2005). Sedangkan menurut Metcalf dan Eddy, *wetland* adalah suatu lahan yang jenuh air dengan kedalaman air tipikal yang kurang dari 0,6 m yang mendukung pertumbuhan tanaman air *emergent*, misalnya *Cattail, Bulrush, Reeds* dan *Sedges (Carex, sp)*.

Constructed Wetland adalah *wetland* buatan yang dikelola dan dikontrol oleh manusia untuk keperluan filtrasi air buangan dengan penggunaan tanaman, aktivitas mikroba dan proses lainnya (Hesket dan

Bartholomew dalam Pancawardhani, 2004). Menurut Hammer (1998) *Constructed Wetland* adalah pengolahan limbah secara alami yang terdiri dari tiga faktor utama, yaitu :

- Area yang digenangi air dan mendukung hidupnya *aquatic plant* jenis Hydrophita
- Media tumbuh berupa tanah yang selalu digenangi air.
- Media jenuh air.

Sistem *constructed wetland* dikonstruksikan sedemikian rupa seperti aslinya dimana didalamnya diisi dengan batuan, tanah dan zat organik untuk mendukung tanaman-tanaman *emergent.* Variabel dalam *constructed wetland* yang strukturnya direncanakan adalah (Yuanita, 2003)

a. Debit yang mengalir
b. Bahan organik tertentu
c. Kedalaman media tanah
d. Pemeliharaan tanaman selama proses pengolahan

2.3.1. Tipe-Tipe Rawa Buatan *(Constructed Wetland)*

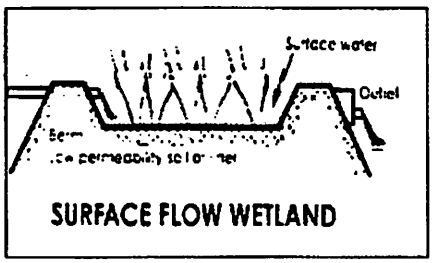
Menurut Novotny dan Olem, 1994 yang dikutip oleh Supradata 2005, rawa buatan *(constructed wetland)* dapat dibedakan menjadi dua tipe, yaitu :

1. Rawa buatan dengan aliran diatas permukaan tanah *(Free Water Surface System)*

Free Water Surface (FWS) System biasanya berupa kolam atau saluran-saluran yang dilapisi lapisan *impermeable* di bawah saluran atau kolam yang berfungsi untuk mencegah merembesnya air keluar kolam atau saluran. Kemudian kolam tersebut terisi tanah sebagai tempat hidup tanaman yang hidup pada air tergenang. Pada tanah ini, air mengalir perlahan melewati permukaan tanah. Selanjutnya pengolahan air limbah terjadi ketika air limbah melalui akar tanaman dan kemudian diserap oleh bakteri dan tanaman.

Sedangkan mekanisme lainnya adalah secara fisik dan kimiawi (Wikipedia, 2007). Proses pembersihan air limbah akan mulai efektif ketika

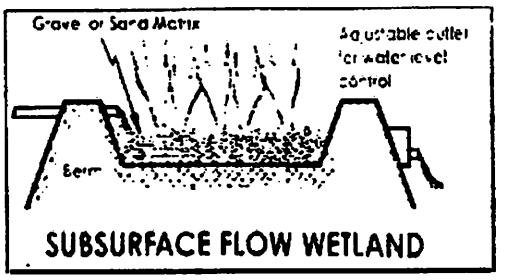
bakteri dalam saringan biologis dan perakaran tanaman dalam substrat mulai banyak (Khiatuddin, 2003). Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat sistem *Free Water Surface (FWS)* ini pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Sistem Aliran *Free Water Surface*
(Wan Farah, 2005)

2. Rawa buatan dengan aliran dibawah permukaan tanah *(Sub-surface Flow System)*

Pada *Sub-surface Flow (SSF) system,* pengolahan limbah terjadi ketika air mengalir secara perlahan melalui tanaman yang ditanam pada media berpori, misalnya gravel, kerikil dan tanah. Dalam sistem ini tanaman melalui akar rhizoma yang mentransfer oksigen kedalam media *subsurface* dan menciptakan kondisi aerobik (Robert, et all). Proses pengolahan air limbah terjadi melalui proses filtrasi, absorbsi oleh mikroorganisme dan adsorbsi polutan oleh tanah. Removel bahan organik pada sistem SSF dibatasi oleh dua faktor yaitu waktu tinggal dan transfer O_2 (Crites, 1998 dalam Yuanita, 2003). SSF Wetland dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut :



Gambar 2.3 *Sub-surface Flow System*
(Wan Farah, 2005)

Kedua sistem diatas merupakan reaktor biologis *attached growth* dan berfungsi sebagaimana *trickling filter* dan *biological contractors.* Kemampuan sistem sangat dipengaruhi oleh waktu detensi air limbah

dalam reaktor serta beban limbah yang masuk, kondisi biota dan keterbatasan oksigen dalam sistem.

Anonim, 2006 *Sub-surface Flow (SSF)* mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan *Free Water Surface (FWS)* karena sistem SFS ditutup dengan pasir atau tanah, sehingga tidak ada resiko langsung terhadap potensi timbulnya nyamuk itu karena air limbah mengalir dibawah permukaan media serta sistem ini mampu memberikan transfer oksigen yang lebih banyak daripada sistem FWS. Pengaliran air limbah dibawah media juga memberikan proteksi thermal yang lebih baik pada suhu dingin. Dengan input yang sama lahan yang dibutuhkan untuk sistem SSF lebih kecil daripada FWS.

Untuk mengatasi kemungkinan *clogging* pada SSF dapat dilakukan dengan mengatur media pada bagian inlet digunakan dengan diameter besar. Media dengan diameter besar mempunyai konduktivitas hidraulik besar dan mampu mengurangi terjadinya *clogging* di bagian awal reaktor. Setelah zona inlet yang berdiameter besar digunakan media dengan diameter kecil. Media dengan diameter kecil memberi manfaat berupa tersedianya area permukaan yang lebih banyak yang dapat digunakan untuk membantu pengolahan. Rongga udara yang lebih kecil lebih kompatibel bagi vegetasi akar dan rhizoma. Selain itu dengan diameter yang lebih kecil konduktivitas hidrauliknya lebih rendah dan kondisi aliran lebih mendekati linier.

2.3.2. Keuntungan dan Kerugian Dalam Penggunaan Sistem *Constructed Wetland*

Penerapan teknologi *constructed wetland* dapat digunakan sebagai alternatif pengolahan limbah, baik domestik maupun industri.

Beberapa keuntungan dari penerapan sistem *constructed wetland* ini antara lain :

1. Biaya pengolahan dan perawatan lebih murah. Menurut Mangkoediharjo dalam Kurniawan (2005), sistem pengolahan biologis

dengan tumbuhan dapat menghemat biaya operasional hingga 50% proses mekanis. Hal ini dikarenakan tumbuhan dapat tetap berkembang tanpa biaya.

2. Tidak memerlukan tenaga ahli untuk operasional dan pemeliharaannya karena teknologinya sederhana dan sangat sesuai untuk area yang natural.
3. Mampu mengolah air limbah domestik dan industri dengan baik ditunjukkan dengan efisiensi pengolahan yang tinggi yaitu lebih dari 80% (Tangahu, 2001 dalam Rizka, 2005).
4. Sistem manajemen kontrol mudah.
5. Merupakan teknologi ramah lingkungan.
6. Biaya konstruksi murah (Anonim, 2006 http://www.techno-preneur.net)
7. Dapat memberikan manfaat ganda karena dapat berfungsi sebagai media hidup hewan dan makhluk hidup lain.
8. Cocok dikembangkan di pemukiman kecil, dimana harga tanah lebih murah dan air limbah berasal dari rumah tangga

Sedangkan kelemahan yang dimiliki sistem rawa buatan *(constructed wetland)* antara lain :

1. Sistem ini membutuhkan lahan yang luas untuk menghasilkan air yang relatif bersih.
2. Pengoperasian sistem ini tergantung pada kondisi lingkungan termasuk iklim dan suhu. Pengolahan kurang optimal untuk daerah dengan suhu rendah.
3. Berpotensi menimbulkan bau seperti hasil dari proses dekomposisi tanaman.
4. Dapat terjadi sarang nyamuk jika terjadi genangan air.
5. Kemungkinan berpindahnya bahan pencemar ke biomassa yang dikonsumsi manusia.
6. Kriteria desain dan operasi masih belum jelas untuk saat ini.
7. Kompleksitas biologis dan hidrolis, serta masih kurangnya kemampuan untuk memahami proses yang terjadi dalam pengolahan.

2.3.3 Proses-Proses Pengolahan Dalam Sistem *Constructed Wetland*

Proses pengolahan air limbah pada sistem *constructed wetland* berlangsung melalui proses fisika, kimia dan biologi yang disebabkan oleh adanya interaksi antara mikroorganisme, tanaman dan substrat (Haberl,1996 dalam Mukhlis, 2005). Proses ini terjadi selama air limbah mengalir melalui substrat, dimana bahan organik diuraikan secara biologis baik secara aerobik maupun anaerobik.

Prinsip dasar sistem *constructed wetlands* untuk pengolahan air limbah domestik adalah pada proses respirasi tumbuhan air. Tumbuhan air ini mampu menghisap oksigen dari udara melalui daun, batang, akar dan rhizomanya yang kemudian dilepaskan kembali pada daerah sekitar perakaran *(rhizosphere)*. Hal ini dimungkinkan karena jenis tumbuhan air ini mempunyai ruang antar sel atau lubang saluran udara *(aerenchyma)* sebagai alat transportasi oksigen dari atmosfer ke bagian perakaran. Kelebihan lain dari tumbuhan air adalah dapat bertahan hidup pada kondisi anaerobik (tanpa oksigen). Daerah *rhizosphere* yang bersifat aerob memungkinkan aktivitas berbagai bakteri pengurai bahan organik pencemar (nitrogen dan fosfor) meningkat. Proses penguraian amonia menjadi nitrat (nitrifikasi) juga meningkat. Proses ini terjadi terus-menerus tanpa berhenti.

Adapun proses-proses yang terjadi dalam sistem pengolahan air limbah dengan memanfaatkan tanaman air dengan sistem rawa buatan *(constructed wetland)* menurut Novonty dan Olem, 1994 dikutip oleh Fitriarini, 2002 antara lain adalah :

1. Proses-proses fisik yang terdiri dari sedimentasi dan filtrasi
2. Proses-proses fisik dan kimiawi, yang meliputi Adsorpsi bahan polutan oleh tanaman air, tanah dan substrat organik
3. Proses-proses biokimiawi, yang meliputi :
   - Penurunan bahan organik secara biokimiawi aerobik oleh bakteri dalam air, yang melekat pada tanaman.

- Proses nitrifikasi oleh bakteri yang dilakukan di bagian paling atas dari sedimen pada daerah akar dan rhizoma dari tanaman.
- Proses denitrifikasi oleh bakteri anaerobik pada air dan sedimen.
- Dekomposisi anaerobik terhadap bahan organik di sedimen dan di air pada kondisi anaerobik.
- Penyerapan nutrien dan beberapa jenis polutan oleh tanaman yang kemudian akan membentuk biomassa tanaman yang baru. Proses-proses yang terjadi dalam sistem constructed weland dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut :

Tabel 2.2.
Proses-Proses Yang Terjadi Dalam Sistem Constructed Wetland

Proses	Mekanisme Removal
Fisika	• Sedimentasi • Filtrasi
Fisika dan Kimia	• Adsorpsi • Presipitasi fosfor dan logam berat
Biokimiawi	• Penurunan bahan organik • Nitrifikasi • Denitrifikasi • Dekomposisi anaerobik • Penyerapan tumbuhan air

(Fitriarini, 2002)

2.3.4 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Sistem *Constructed Wetland*

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi proses pengolahan air limbah dengan sistem *wetland* menurut Wood, 1990 dalam Kurniawan, 2005, yakni :

1. Tanaman

Tanaman dalam sistem *Constructed Wetland* mengambil peranan penting karena memiliki beberapa fungsi sebagai berikut (Wood, 1990 dalam Prasetyaningtyas, 2003) :

– Menyediakan kebutuhan oksigen bagi akar dan daerah perakaran dengan proses fotosintesa, yang digunakan untuk pertanaman biologis bagi mikroorganisme yang berada di zona akar. Dalam hal ini, tanaman memiliki kemampuan memompa udara melalui sistem akar.

- Menjadi komponen penting dalam proses transformasi nutrien yang berlangsung secara fisik dan kimia mendukung proses pengendapan terhadap partikel tersuspensi.
- Proses kematian pada akar disertai pelepasan bahan organik yang mendukung proses denitrifikasi.
- Sebagai media tumbuh mikroorganisme.
- Mendukung proses filtrasi bahan solid.

Dalam sistem pengolahan air limbah skala kecil, misalnya rumah tangga, makrophyta dapat memberikan peran lebih.

Peranan makrofita dalam sistem pengolahan *constructed wetland* dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3.

Peranan Makrofita Dalam Sistem Pengolahan *Constructed Wetland*

Bagian Makrofita	Peranan di Dalam Pengolahan
Jaringan tumbuhan aerial	▪ Mengurangi kecepatan angin sehingga dapat menurunkan resuspensi ▪ Penyimpanan nutrien
Jaringan tumbuhan dalam air	▪ Efek filtrasi ▪ Mengurangi kecepatan arus air dan meningkatkan proses sedimentasi ▪ Menyediakan area untuk *attached biofilm* ▪ Pengambilan nutrien
Akar dan rizhoma	▪ Menciptakan permukaan sedimentasi ▪ Mencegah terjadinya *clogging* ▪ Pengambilan nutrien ▪ Pelepasan oksigen

(Fitriarini, 2002)

Tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah : Tanaman Genjer dalam bahasa ilmiah dikenal dengan nama *Limnocharis flava*, merupakan tumbuhan liar yang tumbuh di area persawahan. *Limnocharis flava* adalah tumbuhan penganggu yang tumbuh di daerah persawahan dan lading sebagai tumbuhan liar dan dapat dibudidayakan bersama tumbuhan

liar lain berupa sayuran seperti kangkung air (Wood, 1990 dalam Prasetyaningtyas, 2003)

Tanaman Genjer (*Limnocharis flava*) merupakan tanaman penggangu, tumbuh di rawa atau kolam berlumpur yang banyak airnya. Tanaman Genjer (*Limnocharis flava*) termasuk dalam family Butomaceae yang hidup pada area persawahan dan ladang. Daun dari tumbuhan ini berbentuk roset dengan panjang tangkai 10-45 cm, merupakan daun lengkap memiliki tangkai dan pelepah, helaian daun berbentuk bulat telur dengan luas 7,5-17 kali 4-9 cm, dengan ujung meruncing, berwarna hijau muda. Tumbuhan ini hidup menahun, bergetah, bunga terletak dalam payung bertangkai panjang, bunga masing-masing berada pada ujung tangkai, tangkai berbentuk segitiga. Mahkota bunga berwarna kuning muda dengan pangkal yang lebih tua, dan ujung yang membulat. Buah yang masih muda tertutup oleh kelopak daun, terdapat dalam satu kesatuan berbentuk bola terdiri dari sekat-sekat yang berisi biji. Biji berukuran kecil berbentuk tapal kuda. Tangkai karangan bunga membengkok ke bawah membentuk akar pada ujungnya dan menghasilkan tumbuhan baru (Stennis, 1975).

(Gambar 2.4: Tanaman Genjer)

2. Media Tumbuh (Substrat)

Media pada *wetland* berfungsi sebagai tempat tumbuh tanaman dan sebagai tempat hidup mikroorganisme pengurai, serta sebagai tempat berlangsungnya proses sedimentasi dan filtrasi bahan polutan (Prasetyaningtyas, 2003). Media yang digunakan dalam reaktor SSF Wetland secara umum dapat berupa tanah, pasir, batuan atau bahan – bahan lainnya, Tingkat permeabilitas dan konduktivitas hidrolis media sangat berpengaruh terhadap waktu detensi air limbah, dimana waktu detensi yang cukup akan memberikan kesempatan kontak antara mikroorganisme dengan air limbah, serta oksigen yang dikeluarkan oleh akar tanaman (Wood *dalam* Tangahu & Warmadewanthi, 2001).

3. Mikroorganisme

Jenis mikroorganisme yang diharapkan berkembang adalah *heterotropik aerobic.* Hal ini dikarenakan penguraian bahan organik dalam tanah rawa buatan berlangsung secara aerobik dan anaerobik (Vyzamal, 1999 dalam Dhokhikah, 2006). Aktifitas mikroorganisme dalam *wetland* dapat disamakan dengan aktifitas mikroorganisme dalam pengolahan konvensional (lumpur aktif) dan *Trickling filter*. Tumbuhan menyediakan media penyangga bagi bakteri pengurai zat organik yang tumbuh melekat. Tumbuhan juga berfungsi menyediakan komponen Lingkungan perairan yang dapat meningkatkan efisiensi pengolahan (Yohanna, 2007).

4. Temperatur

Temperatur merupakan salah satu faktor yang turut menentukan kualitas effluent pada sistem ini. Temperatur berpengaruh terhadap aktivitas mikroorganisme dalam mengolah air limbah. Menurut Wood, 1990 dalam Kurniawan, 2005 temperatur yang sesuai untuk *constructed wetland* adalah 20^0C-30^0C.

2.3.5 Proses Penyerapan Unsur Hara Oleh Tanaman

Zat hara adalah zat-zat yang diserap oleh tanaman dan diperlukan oleh segala aktivitas tanaman. Unsur hara sangat diperlukan oleh tanaman disebut unsur hara esensial, yaitu unsur hara yang tanpa keberadaannya tumbuhan tidak dapat melengkapi daur hidupnya atau unsur yang merupakan penyusun molekul atau bagian tanaman yang esensial bagi kelangsungan hidupnya.

Tanaman menyerap unsur hara melalui akar atau melalui daun. Unsur C dan O diserap tanaman melalui daun dalam psoses fotosintesis. Proses penyerapan unsur hara terjadi dalam bentuk anion dan kation terlarut dalam air. Proses penyerapan unsur terjadi jika unsur-unsur tersebut telah berkontak langsung dengan permukaan akar. Sistem perakaran dan percabangan tanaman yang besar meningkatkan kemampuan tanaman untuk mengabsorbsi unsur hara dari tanah (Fouth dalam Pancawardani, 2004). Rawa akar tanaman mampu menembus tanah hingga 30-76 cm (Khiatuddin, 2003). Semakin dalam jaringan akar menembus tanah maka semakin luas zona rizhosphere tercipta, sehingga mendukung kemampuan mikroorganisme dan purifikasi rawa meningkat (Pancawardani Fitri, 2004).

Penyerapan unsur hara oleh tanaman melibatkan beberapa proses antara lain (Salisbury dan Ross dalam Kurniawan 2005) :

1. Pergerakan ion ke permukaan akar

   Adanya perbedaan konsentrasi antara media tumbuh dengan keadaan didalam akar mengakibatkan terjadinya pergerakan ion. Pengangkutan ion kepermukaan akar terjadi melalui tiga mekanisme yaitu : (a) difusi melalui larutan tanah, (b) dibawa air secara pasif dalam aliran massa menuju akar serta (c) gerakan akar yang tumbuh mendekati unsur tersebut.

2. Penimbunan ion dalam akar

   Penimbunan sel dalam akar merupakan tahap pertama proses penyerapan unsur hara oleh akar tanaman. Ion yang menempel pada

permukaan akar berdifusi masuk kedalam akar melalui dinding sel epidermis menuju membran sel. Proses penyerapan terjadi pada membran sel ini.

3. Pergerakan ion dari permukaan akar ke dalam pembuluh kayu

   Ion yang telah diserap secara aktif dalam sel epidermis dan korteks bagian luar diangkut kedalam melintasi endodermis. Sel endodermis merupakan bagian yang sangat penting bagi tanaman dalam pergerakkan air dan ion. Dinding sel endodermis disisi radial dan melintangnya memiliki penebalan yang disebut pita kapsari serta dapat mencegah air dan ion mengalir kembali keluar.

4. Pengangkutan ion dari akar menuju batang dan daun

   Pengangkutan ion-ion dalam cairan tumbuhan pada batang terjadi melalui xylem dan floem. Air yang mengandung ion akan naik dari xylem pada akar, xylem batang kemudian tulang-tulang-tulang daun. Proses pergerakan ini adalah pergerakan pasif melalui membran sehingga diperlukan daya dorong untuk mencapai keseimbangan pada kedua sisi membran.

   Karena tanaman menyerap unsur hara dalam bentuk ion maka bahan organik dan nutrien dalam *wetland* harus mengalami penguraian sehingga dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Penguraian organik dan nutrient dalam ekosistem *wetland* adalah sebagai berikut (USEPA, 1993) :

$$\text{Bahan Organik} \xrightarrow{\text{Aktivitas Mikroorganisme}} \text{asam organik} + NH_3 + CO_2 + H_2O$$

$$NH_3 + H_2O \xrightleftharpoons{\text{Respirasi atau Fermentasi}} NH_4OH$$

$$NH_4OH \longrightarrow NH_4^+ + OH^-$$

$$NH_4^+ + 1{,}5\ H_2O \longrightarrow NO_2^- + H_2O + 2H^+ + \text{Energi}$$

$$2NO_2^- + O_2 \longrightarrow 2NO_3^- + \text{Energi}$$

$$P_{(\text{Organik})} + O_2 + H_2O \longrightarrow H_2PO_4^-$$

Hasil dari reaksi-reaksi diatas adalah ion-ion seperti NH_4^+, NO_3^-, $H_2PO_4^-$ menjadi bentuk yang dapat diserap oleh tumbuhan air. Proses

penguraian bahan organik menghasilkan asam-asam organik dan CO_2, kemudian terjadi proses absorbsi oleh tumbuhnan air melalui akar setelah terbentu ion, contohnya adalah ion asam asetat dan ion karbonat adalah sebagai berikut :

$$CH_3COOH \longrightarrow H^+ + CH_3COOH^-$$

$$CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3$$

$$H_2CO_3 \longrightarrow H^+ + HCO_3^-$$

Terdapat hubungan saling ketergantungan antara mikroorganisme pengurai dengan tanaman pada *wetland.* Kelarutan unsur hara yang diserap tanaman sangat tergantung pada kegiatan mikroba disekitar akar *(rizhosphere).* Akar yang berlubang-lubang mengeluarkan sejumlah zat organik yang merupakan makanan bagi mikroorganisme dan menyebabkan aktivitas biologi kuat. Dengan adanya peningkatan aktifitas biologis berarti penguraian bahan organik dan nutrient menjadi ion yang diserap tanaman juga meningkat.

2.3.6 Fotosintesis

Pada hakekatnya, semua kehidupan diatas bumi ini tergantung langsung dari adanya proses asimilasi CO_2 menjadi senyawa kimia organik dengan energi yang didapat dari sinar matahari. Dalam proses ini energi sinar matahari (energi foton) ditangkap dan diubah menjadi energi kimia dengan proses yang disebut *fotosintesis.* Energi matahari yang ditangkap oleh proses fotosintesis merupakan lebih dari 90% sumber energi yang dipakai oleh manusia untuk pemanasan, cahaya dan tenaga (Kusumah, 2005)

Fotosintesis merupakan suatu sifat fisiologi yang dimiliki oleh tumbuhan. Fotosintesis adalah penggunaan energi matahari oleh klorofil dari tumbuhan hijau untuk menggabungkan karbondioksida, air, dan senyawa anorganik lainnya untuk menjadi sel baru. Proses ini sering disebut asimilasi zat karbon. Pada waktu proses fotosintesis berlangsung, molekul-molekul air diambil dari media tumbuhnya. Molekul-molekul air,

karbondioksida diambil dari udara atau dari dalam air dalam bentuk karbondioksida terlarut. Oleh kloroplas tumbuhan, atom C, H dan O dari zat-zat tersebut diubah menjadi senyawa hidrat arang (gula atau pati).

Sebagai hasil tambahan dari proses fotosintesis, tumbuhan mengeluarkan kelebihan oksigen ke udara dan perairan sehingga dapat dimanfaatkan oleh organisme air. Sedangkan gula yang dihasilkan dari fotosintesis merupakan bahan bakar dalam proses fotosintesis ini, diperlukan adanya cahaya matahari. Besarnya energi yang diberikan oleh cahaya tergantung dari intensitas cahaya (banyaknya sinar per cm^2 per detik) dan waktu penyinaran. Proses fotosintesis ini tidak dapat berjalan pada suhu kurang dari 5^0C.

Reaksi yang terjadi selama proses fotosintesis adalah sebagai berikut

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{Klorofil}]{\text{Energi cahaya}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

Laju fotosintesis akan tinggi bila intensitas cahaya tinggi dan akan menurun bila intensitas cahaya berkurang. Oleh karena itu cahaya berperan sebagai faktor pembatas utama dalam fotosintesis atau produktivitas primer (Sudjadi, 2005 dalam Yohanna, 2007).

2.4 Parameter Lindi

Parameter air lindi yang akan di removel yaitu parameter COD dan TSS, dasar pemilihan parameter ini karena pada air lindi yang mempunyai kandungan terbesar yaitu parameter COD dan TSS

2.4.1. Chemical Oxygen Demand (COD)

COD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan atau mengoksidasi bahan organik secara kimia. Kentungan tes COD dibandingkan tes BOD (Alaerts dan Santika, 1987) :

a) Analisis COD hanya memakan waktu kurang lebih 3 jam, sedangkan analisis BOD5 memerlukan 5 hari

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN
MALANG

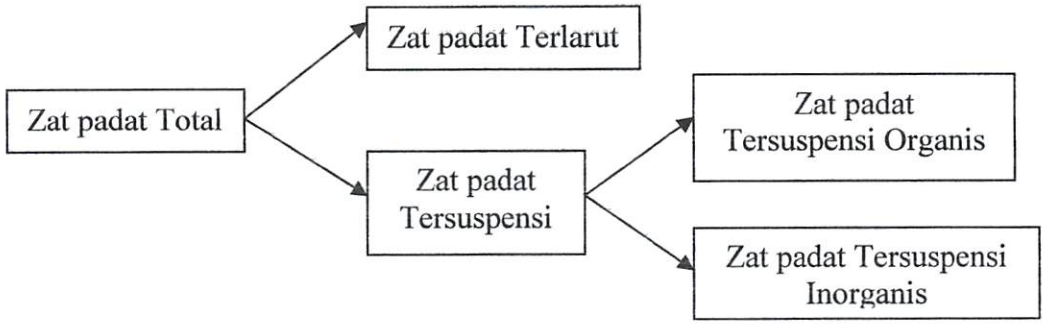
b) Untuk menganalisa COD antara 50 sampai 800 mg/l, tidak dibutuhkan pengenceran sampel sedang pada umumya analisis BOD selalu membutuhkan pengenceran.

c) Ketelitian dan ketepatan (reproducibility) tes COD adalah 2 sampai 3 kali lebih tinggi dari tes BOD

d) Gangguan dari zat yang bersifat racun terhadap mikroorganisme pada tes BOD, tidak menjadi soal pada tes COD. Kekurangan tes COD hanya merupakan suatu analisis yang menggunakan suatu reaksi oksidasi kimia yang menirukan oksidasi biologis (yang sebenarnya terjadi di alam), sehingga merupakan suatu pendekatan saja. Karena hal tersebut maka tes COD tidak dapat membedakan antara zat-zat yang sebenarnya tidak teroksidasi (inert) dan zat-zat yang teroksidasi secara biologis (Alaerts dan Santika, 1987).

2.4.2. Total Suspended Solid (TSS)

Air alam ditemui dua kelompok zat, yaitu zat terlarut seperti garam dan molekul organis, dan zat padat tersuspensi dan koloidal seperti tanah liat, kwarts. Perbedaan pokok antara kedua kelompok zat ini ditentukan melalui ukuran /diameter partikel-partikel tersebut. Pengertian zat padat total adalah semua zat-zat yang tersisa sebagai residu dalam suatu bejana, bila sampel air dalam bejana tersebut dikeringkan pada suhu tertentu. Zat padat total terdiri dari zat padat terlarut dan zat padat tersuspensi yang dapat bersifat organis dan inorganis seperti dijelaskan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.5 Skema Zat Padat

(Sumber : Alaerts dan Santika, 1987)

2.5 Mekanisme Penyisihan Polutan dalam *Constructed Wetland*

Senyawa organik dapat dipecah untuk dikonsumsi bagi mikroorganisme dalam sistem *wetland.* Biodegredasi ini menghilangkan senyawa organik dari air seperti menyediakan energi untuk mikroorganisme (Lorion, 2001 dalam Fitriarini, 2002). Tingkat kemampuan biodegradasi dari berbagai macam substansi organik tergantung dari kemampuan degradasi relatif dari material, temperatur, konsentrasi oksigen, pH, pengadaan nutrien, konsentrasi substrat dan adanya senyawa toksin yang potensial (Cooper, 1990 dalam Fitriarini, 2002).

Sistem *constructed wetland* ini relatif toleran terhadap berbagai tingkat konsentrasi bahan pencemar yang masuk kedalam sistem (Khiatuddin, 2003). Perakaran tanaman yang tumbuh menyebar kesemua arah pada permukaan tanah (Fitriarini, 2002) dapat memberikan lebih banyak tempat hidup bagi bakteri.

2.5.1 Mekanisme Penyisihan COD

Menurut Campbell & Ogden, 1999 dalam Kurniawan, 2005 pada dasarnya kandungan organik tidak hilang pada sistem rawa buatan ini, melainkan mengalami peristiwa berikut :

- Dikonversikan ke plant material
- Dikembalikan ke atmosfer
- Terendapkan ke dasar *wetland*
- Dikeluarkan ke aliran air *downstream*

Removal fisik dari COD dipercaya terjadi melalui proses pengendapan dan penangkapan material partikulat di ruang hampa pada gravel atau media batuan. COD terlarut diremovel oleh pertamanan mikroba pada permukaan media dan menempel pada akar tanaman dan penetrasi *rhizome* pada bed (EPA, 1993). Kira-kira sebesar 80% total COD dihilangkan melalui pengendapan pertama dan 60%-65% COD yang

dihilangkan tersebut adalah dalam bentuk solid (Benefield & Randall, 1980 dalam Kurniawan, 2005).

COD yang berhubungan dengan zat yang terendapkan *(setteable solids)* di dalam air buangan dihilangkan oleh proses sedimentasi. COD terlarut dan dalam bentuk koloid yang masih tersisa dalam larutan dapat dihilangkan sebagai hasil dari proses aktifitas metabolisme dan interaksi kimia fisik didalam zona perakaran/matrik substrat (Wood, 1990 dalam Fitriarini, 2002). Media ini berfungsi sebagai penunjang struktur bakteri seperti halnya mengganti sistem aerator mekanik dalam mentransfer oksigen didalam sistem pengolahan air buangan. Proses penurunan kandungan COD pada sistem rawa buatan akan semakin baik bila digunakan media dengan ukuran partikel yang lebih kecil (Schulz, 2003 dalam Fitriarini, 2002).

Zona aerob terjadi sekitar akar dari rizhoma yang mengurangi oksigen menjadi substrat. Oksigen yang dibutuhkan untuk degradasi disuplai langsung dari atmosfer dengan disfusi atau pengurangan oksigen dari akar makrofita dan rizhoma pada rhizophere. Senyawa organik didegradasi secara aerob seperti halnya secara anaerob oleh bakteri yang menempel pada bagian bawah tanaman (akar dan rizhoma) dan permukaan media (Vyzamal, 2003 dalam Fitriarini, 2002). Pertumbuhan optimum tanaman terjadi pada tanah yang subur, aerasi dan drainasenya baik atau tidak cukup menggenang, banyak mangandung bahan organik serta cukup tersedia unsur hara (Fitriarini, 2002).

2.5.2 Mekanisme Penyisihan TSS

Penurunan *Total Suspended Solid* dalam *constructed wetland* terjadi melalui proses fisik yaitu sedimentasi dan filtrasi. Proses sedimentasi terjadi dikarenakan air limbah harus melewati jaringan akar tanaman yang cukup panjang sehingga partikel-partikel yang melewati media dan zona akar dapat mengendap. Dengan waktu detensi yang lebih panjang maka padatan mempunyai kesempatan lebih besar mengendap.

Penghilangan padatan dengan filtrasi terjadi karena air limbah melewati media yang berpori sehingga padatan tertahan dalam pori-pori media. Struktur akar tanaman, misalnya *Phragmites* juga menyediakan jalur infiltrasi melalui lapisan atas media sehingga memastikan bahwa permukaan media filter tidak mengalami *clogging* (Wood, 1990, dalam Widyastuti, 2005).

Padatan koloidal dan tidak dapat mengendap removal terjadi melalui beberapa mekanisme. Padatan koloidal menjadi *foci* bagi pertumbuhan bakteri selama waktu tinggal padatan tersebut akan mengendap dan sebagian yang lain diuraikan oleh mikroba. Removal padatan koloidal yang terjadi sebagai hasil penggabungan (gerak inersia dan brown) yang menghasilkan adsorpsi dengan padatan lain misalnya pada tanaman, dasar kolam dan padatan tersuspensi (Polsprasert, 1989 dalam Widyastuti, 2005). Kekeruhan disebabkan oleh adanya padatan tersuspensi dan padatan koloidal dalam air limbah, oleh karena itu removal kekeruhan terjadi melalui mekanisme yang sama dengan removel padatan tersuspensi dan padatan koloid.

2.6 Metode Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan secara statistik. Sebagai alat yang berfungsi untuk mengolah suatu data, penjabaran metodologi statistik didasarkan pada tiga hal yakni proses analisis, asumsi bentuk distribusi, dan banyaknya variabel yang dilibatkan. Metodologi statistik berdasarkan proses analisisnya meliputi analisa deskriptif dan analisis konfirmatif (inferensi) *(Soleh, 2005)*.

2.6.1 Statistik Deskriptif dan Inferensi

Secara garis besar, statistik dibedakan menjadi 2 yaitu statistika deskriptif dan statistika inferensi. Metode statistika yang meringkas, menyajikan, dan mendeskripsikan data dalam bentuk yang mudah dibaca sehingga memberikan kemudahan dalam memberikan informasi disebut

statistika deskriptif. Statistika deskriptif menyajikan data dalam tabel, grafik, ukuran pemusatan data, dan penyebaran data. Agar mendapatkan data lebih terperinci, kita memerlukan analisis data dengan metode statistika tertentu. Hasil analisis data akan memberikan informasi lebih rinci sehingga kita memperoleh suatu kesimpulan mengenai suatu fenomena berdasarkan sampel yang diambil. Analisis tersebut dinamakan statistika inferensi. Statistika inferensi sering disebut statistika induktif. Statistika inferensi memerlukan pengetahuan lebih mengenai konsep probabilitas yang biasa dikenal sebagai ilmu peluang. Ilmu peluang tidak lepas dari statistika karena membantu pengambilan keputusan statistik suatu data (Iriawan dan Astuti, 2006).

2.6.2. Analisa Korelasi

Analisis korelasi dilakukan untuk mengukur tingkat keeratan hubungan linear antara variabel yang diamati. Nilai korelasi berkisar antara -1 sampai +1. Nilai korelasi negatif mempunyai artian bahwa hubungan antara dua variabel adalah tidak searah, dimana jika salah satu variabel menurun maka variabel lainnya meningkat. Nilai korelasi bernilai positif berarti hubungan antara kedua variabel adalah searah, dimana jika salah satu variabel meningkat maka variabel lainnya meningkat pula. Suatu hubungan antara dua variable dikatakan berkorelasi kuat apabila makin mendekati 1 atau (-1) dan jika sebuah hubungan antara dua variabel dikatakan lemah apabila semakin mendekati 0 (nol). Nilai dari derajat keeratan (r) tersebut dapat dibaca dengan melihat klasifikasi hubungan statistika dua peubah. Analisis korelasi ini juga terdapat hipotesa ada tidaknya korelasi antar variabel, dimana :

- H0 = Tidak ada korelasi antara variabel ($\rho = 0$)
- H1 = Ada korelasi antara variabel ($\rho \neq 0$)

Sementara dasar pengambilan keputusan dapat dilihat dari daerah penolakan berdasarkan nilai probabilitas, yaitu :

- Jika probabilitas = 0,05 , maka H0 diterima

- Jika probabilitas < 0,05 , maka H ditolak

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

a. Koefisien korelasi hanya mengukir hubungan linier. Jika ada hubungan non linear, maka koefisien korelasi akan bernilai 0.
b. Koefisien korelasi sangan sensitif terhadap nilai ekstrem.
c. Kita bisa membuat korelasi hanya jika variabel memiliki hubungan sebab akibat. (Iriawan dan Astuti, 2006).

2.6.3. Analisa Regresi

Analisis regresi digunakan untuk mengetahui besarnya hubungan antara variabel respons dan variabel prediktor, sehingga diketahui ketepatan atau signifikasi prediksi dari hubungan atau korelasi data. Variabel respons adalah variabel yang dipengaruhi suatu variabel prediktor. Sedangkan variabel prediktor digunakan untuk memprediksi nilai variabel respons. Kedua variabel dihubungkan dengan bentuk persamaan aritmatika dimana variabel respons dan variabel prediktor dalam model regresi harus berskala kontinyu. Artinya bahwa skala data untuk kedua variabe harus ratio atau interval (Iriawan, 2004).

Analisis regresi sangat berguna dalam berbagai penelitian antara lain:

a. Model regresi dapat digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor.
b. Model regresi dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh suatu atau beberapa variabel predictor terhadap variabel respon.
c. Model regresi berguna untuk memperediksikan pengaruh suatu variabel atau beberapa variabel prediktor terhadap variabel respon.

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

untuk memprediksi nilai variabel respon dan sering disebut variabel *independent* karena peneliti bebas mengendalikannya.

Kedua variabel dihubungkan dalam bentuk persamaan matematika. Secara umum, bentuk persamaan regresi dinyatakan sebagai berikut:

Pada analisis regresi juga diperlukan beberapa pengujian, yaitu :

- Uji T yang digunakan untuk mengetahui signifikansi koefisien dari variabel prediktor

Uji T mempunyai hipotesis bahwa :

H_0 = koefisien regresi tidak signifikan

H_1= koefisien regresi signifikan

Dalam pengambilan keputusan, uji T membandingan statistik T hitung dengan statistik T Tabel. Jika statistik T hitung < statistik T Tabel, maka H_0 diterima dan H1 ditolak. Jika statistik T hitung > statistik T Tabel, maka H_0 ditolak dan H1 diterima.

Sementara dasar pengambilan keputusan dapat dilihat dari daerah penolakan berdasarkan nilai probabilitas, yaitu :

- Jika probabilitas = 0,05 , maka H_0 diterima
- Jika probabilitas < 0,05 , maka H_0 ditolak

(Iriawan dan Astuti, 2006)

2.6.4. Analisa ANOVA

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

- $H_0 = 1 = 2 = 3 = 4 = 5 = 6$ (identik)
- $H1 = 1 \neq 2 \neq 3 \neq 4 \neq 5 \neq 6$ (tidak identik)

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

a. Nilai probabilitas,

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

b. Nilai F hitung,

- F hitung output > F Tabel, H_0 ditolak
- F hitung output < F Tabel, H_0 diterima

(Iriawan dan Astuti, 2006)

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Umum

Metodologi penelitian dalam pelaksanaan penelitian skripsi ini diperlukan untuk memberikan gambaran umum mengenai metode-metode dan langkah-langkah yang akan digunakan dalam penelitian sehingga sesuai dengan tujuan.

Adapun tujuan dari metodologi penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Mempermudah dan memperlancar pelaksanaan penelitian.
- Mendapatkan gambaran mengenai tahapan penelitian yang sistematis untuk pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan akhir.
- Mengurangi atau memperkecil kesalahan-kesalahan selama dilakukan penelitian.

Pada penelitian ini penggunaan metode teknologi Aerasi dan teknologi SSF Wetland dalam mengelolah air limbah telah banyak dilakukan di beberapa tempat. Teknologi Aerasi – SSF Wetland merupakan teknologi kombinasi/gabungan antara pengolahan aerasi dan pengolahan wetland dan sudah mulai diterapkan dibeberapa negara sebagai salah satu teknologi yang tepat guna dalam mengolah air limbah.

Pada penelitian ini akan dibahas sejauh mana efektifitas pengolahan lindi dengan proses aerasi – SSF wetland dalam menurunkan konsentrasi COD dan TSS dari lindi yang berasal dari TPA Supit Urang Kota Malang

3.2. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan skala laboratorium dengan percobaan terhadap konsentrasi COD dan TSS dari Lindi yang berasal Bak Penampungan pertama dari TPA Supit Urang Kota Malang dengan menggunakan proses aerasi – SSF wetland

3.3. Tempat dan Waktu Penelitian

Adapun lokasi-lokasi yang digunakan sebagai tempat penelitian adalah sebagai berikut :

1. TPA Supit Urang Kecamatan Sukun Kota Malang (Bak pengumpul pertama), sebagai tempat pengampilan sampel lindi.
2. Laboratorium Teknik Lingkungan, ITN Malang, merupakan tempat penelitian dan menganalisis sampel lindi terhadap penurunan COD dan TSS

3.4 Persiapan Alat dan Bahan

Alat dan Bahan yang harus dipersiapkan selama penelitian meliputi :

3.4.1 Persiapan Alat

1. Bak Penampung Air lindi

   Lindi ditampung sementara di jerigen penampung sebelum masuk ke bak penampung.

2. Reaktor Aerasi

   Reaktor adalah tempat, ruang atau volume ruang tertentu dimana didalamnya terjadi reaksi (baik reaksi kimiawi, fisik-kimiawi, biologis maupun kombinasi diantaranya) antar reaktan untuk membentuk suatu produk yang diinginkan (Slamet dan Masduki, 2000).

   Reaktor yang digunakan berupa bak yang terbuat dari kaca yang diberi lubang pada sudut atas reaktor yang berfungsi sebagai effluent. Reaktor berjumlah 2 buah sebagai control satu dan sebagai reaktor uji satu buah dengan dimensi sebagai berikut :

   - Panjang tiap bak : 0,68 m
   - Lebar tiap bak : 0,34 m
   - Tinggi tiap bak : 0,55 m

3. Reaktor rawa buatan *(Sub Surface Flow / SSF- wetland)*

   Reaktor dalam penelitian ini digunakan sebagai tempat terjadinya proses *SSF- Wetland* untuk menurunkan kandungan TSS dan COD.

Reaktor yang digunakan berupa bak yang terbuat dari kaca yang diberi lubang pada sudut atas reaktor yang berfungsi sebagai effluent untuk pengambilan sampel. Lubang ini dilapisi kawat kasa yang berfungsi untuk mencegah terbawanya media tanam oleh air dengan dimensi reaktor sebagai berikut :

- Panjang tiap bak : 0,50 m
- Lebar tiap bak : 0,35 m
- Tinggi tiap bak : 0,35 m
- Tinggi media tanam : 0,20 m

4. Bak Penampung Outlet

   Berfungsi untuk menampung air hasil akhir dari proses pengolahan pada aerasi- SSF Wetland.

5. Ayakan pasir

   Ayakan pasir berfungsi untuk menyaring media tanam yang akan digunakan.

3.4.2 Persiapan Bahan

1. Lindi
2. Media tanam
   - Media Pasir

     Pasir yang digunakan untuk media ini merupakan jenis pasir yang biasa digunakan untuk bahan bangunan. Sebelum digunakan disaring/diayak terlebih dahulu, kemudian pasir tersebut dicuci untuk menghilangkan kadar TSS, bahan organik atau endapan lainnya yang dapat mengakibatkan penyumbatan *(clogging)* pada reaktor penelitian. Selanjutnya pasir tersebut dijemur.

3. Tanaman

   Jenis tanaman yang digunakan adalah *Limnocharis flava (Genjer).* Tanaman Genjer (*Limnocharis flava*) merupakan tanaman gulma/pengganggu, tumbuh di rawa atau kolam berlumpur yang

banyak airnya. Tanaman Genjer (*Limnocharis flava*) termasuk dalam family Butomaceae yang hidup pada area persawahan dan ladang.

3.5 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian meliputi variabel tetap, terikat, variabel bebas.

3.5.1 Varibel Tetap

Pada penelitian ini pada proses aerasi menggunakan alat bantu aerator dimana penambahan oksigen dilakukan dengan cara menyemprotkan butiran air ke udara melalui lubang atau water pump yang mempunyai tekanan 1 atm

3.5.2 Variabel Terikat

a. *TSS (Total Suspended Solid)*
b. COD (*Chemical Oxygen Demand)*

3.5.3 Variabel Bebas

a. Waktu detensi : 4 jam, 6 jam, 8 jam
   (Dalam Sugiarto, 1987) waktu tinggal mikroorganisme dalam proses aerasi adalah 4 – 8 jam) dan digunakan sebagai dasar penentuan waktu aerasi
b. Variasi kepadatan tanaman :
   - 90 mg/cm^2
   - 110 mg/cm^2
   - 130 mg/cm^2

   Pengambilan keputusan dari variasi kerapatan tanaman ini didasarkan pada penelitian sebelumnya yang memanfaatkan kerapatan tanaman 90 mg/cm^2, 110 mg/cm^2 sehingga penurunan COD dan TSS dapat terlihat jelas dengan peningkatan variasi kerapatan tanaman.
c. Variasi waktu pengambilan sampel pada saat operasional
   - Pengambilan sampel ke 0 pada saat sampel dialirkan dalam bak reactor sebagai analisa awal

- Pengambilan sampel ke 1 dilakukan setelah 1 Hari (24 Jam) dari pengambilan pertama
- Pengambilan sampel ke 2 dilakukan setelah 2 Hari (48 jam) dari pengambilan pertama
- Pengambilan sampel ke 3 dilakukan setelah 3 Hari (72 jam) dari pengambilan pertama
- Pengambilan sampel ke 4 dilakukan setelah 4 Hari (96 Jam) dari pengambilan pertama
- Pengambilan sampel ke 5 dilakukan setelah 5 Hari (120 Jam) dari pengambilan pertama
- Pengambilan sampel ke 6 dilakukan setelah 6 Hari (144 Jam) dari pengambilan pertama
- Pengambilan sampel ke 7 dilakukan setelah 7 Hari (168 Jam) dari pengambilan pertama

Pengambilan sampel dilakukan dengan interval waktu 1 hari (24 jam) selama 7 hari dengan memperhatikan umur hidup dari tanaman yang digunakan serta waktu kontak dengan air limbah.

3.6 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan. Tahapan-tahapan tersebut meliputi :

3.6.1 Proses Sampling

A. Persiapan

➢ Tempat pengambilan sampel

Tempat/jurigen yang akan digunakan untuk mengambil sampel harus bersih dan tidak boleh mengandung sisa-sisa dari bekas sampel terdahulu, terutama tumbuhnya lumut dan jamur harus dicegah sekaligus kontaminasi dari logam. Tempat /jurigen pengambil sampel setelah dibersihkan dibilas terlebih dahulu dengan aquades.

- Pengambilan sampel

  Sampel air lindi diambil dari bak penampungan pertama pada TPA Supit Urang Kota Malang

- Pengawetan sampel

  Karena jarak antara lokasi pengambilan dan tempat penelitian serta analisa jauh (± 1 jam) maka dilakukan pengawetan sampel dengan pendinginan dan penyimpanan sampel ditempat gelap dengan cara pembungkusan tempat/jurigen sampel dengan plastik/kain warna gelap.

  A. Analisa sampel

     Analisa sampel yang dilakukan yaitu analisa pendahuluan, berfungsi untuk mendapatkan gambaran awal mengenai sampel sebelum dilaksanakan penelitian, parameter yang akan diturunkan dan dianalisa adalah TSS dan COD.

  B. Metode Sampling

     Metode sampling yang digunakan Sampel sesaat (Grab Sample) Adalah suatu sampel yang diambil pada waktu tertentu dan sampel tersebut sudah mampu mewakili limbah atau badan air secara keseluruhan.

3.6.2 Proses Perkembangbiakan Genjer

- Perkembangbiakan genjer dilakukan dari tanaman cabutan/diambil dari areal sawah atau perairan umum lainnya yang memungkinkan untuk dapat beradaptasi dan berkembang lebih cepat
- Substrat untuk tumbuh genjer digunakan pasir yang sudah dicuci bersih dan dibilas dengan aquades dan dijemur. Hal ini dilakukan untuk menghindari partikel-partikel halus yang dapat menyumbat ruang pori-pori substrat.

3.6.3 Aklimatisasi

Aklimatisasi merupakan suatu upaya penyesuaian fisilogis atau adaptasi dari suatu organisme terhadap suatu lingkungan baru yang akan dimasukinya

3.6.3.1 Aklimatisasi aerasi

Proses aklimatisasi dilakukan kurang lebih satu bulan dengan menggunakan reaktor yang telah dibuat dan diberi suplai oksigen (diaerasi) dengan alat bantu aerator secara terus menerus untuk menjamin terciptanya kondisi aerob di dalam reaktor. Analisis terhadap bahan organik dilakukan untuk mengetahui perkembangan penguraian bahan organik. Kegiatan ini dilakukan melalui pengukuran Permangant Value (PV) selama aklimatisasi sampai kondisi steady state dicapai. Kondisi steady state merupakan suatu kondisi dimana penyisihan zat organik yang dikonsumsi oleh miroorganisme mendekati harga stabil atau konstan. Apabila selisih penurunan bahan organik selama tiga hari berturut-turut relatif stabil dengan perbedaan tidak lebih dari 10 % maka dapat dikatakan bahwa kondisi telah steady state.

3.6.3.2 Aklimatisasi Tumbuhan

Sebelum diperlakukan tumbuhan diaklimatisasi, tujuan aklimatisasasi adalah agar tanaman dapat beradaptasi dengan media tumbuhnya yang baru. Aklimatisasi tanaman dilakukan langsung menggunakan media tanaman yang akan digunakan untuk penelitian, dengan tujuan agar media tanam pada reaktor dalam kondisi siap saat digunakan. Proses aklimatisasi tanaman sebagai berikut (Yohanna, 2007):

1. Menyiapkan tanaman *Limnocharis flava (genjer)* yang akan digunakan dalam penelitian dan kemudian menanam tanaman *Limnocharis flava (genjer)* pada media pasir yang ada dalam wadah.
2. Aklimatisasi diawali dengan penyiraman tanaman dengan menggunakan aquades selama 1 minggu pada masing-masing reaktor sebanyak 1 liter/hari.

3. Pada minggu berikutnya air aquades yang digunakan untuk menyiram tanaman berangsur-angsur diganti dengan lindi. Penggantian air aquades dengan lindi yaitu dengan cara menambah volume lindi dan mengurangi volume air aquades sampai lindi mencapai 100% dengan keterangan sebagai berikut :
   - Pada hari ke 1 dan 2, air aquades yang digunakan sebanyak 75% (0,75 liter) dan lindi sebanyak 25% (0,25 liter).
   - Pada hari ke 3 dan 4, air aquades yang digunakan sebanyak 50% (10,5 liter) dan lindi sebanyak 50% (0,5 liter).
   - Pada hari ke 5 dan 6, air aquades yang digunakan sebanyak 25% (0,25 liter) dan lindi sebanyak 75% (0,75 liter).
   - Pada hari ke 7, 8, 9 dan seterusnya air aquades yang digunakan sebanyak 0% (0 liter) dan lindi sebanyak 100% (1 liter).

3.6.4 Pelaksanaan Penelitian dengan variasi Kerapatan Tanaman Uji

Pelaksanaan penelitian dengan kerapatan tanaman dimaksudkan untuk mengetahui kerapatan optimum tanaman untuk menurunkan konsentrasi COD dan TSS pada lindi. Prosedur untuk penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tanaman uji yang telah diaklimatisasi, kemudian dilakukan metode proses sampling tanaman untuk menentukan kerapatan tanaman dengan variasi kerapatan 90 mg/cm^2, 110 mg/cm^2, dan 130 mg/cm^2, yaitu dengan cara pengambilan dan pengamatan terhadap jumlah daun dan batang tanaman genjer secara acak, dengan catatan bahwa luas permukaan dari media tanam masih mencukupi untuk pertumbuhan tanaman uji agar tidak saling tumpang tindih
2. Selanjutnya dilakukan pengamatan terhadap perubahan konsentrasi COD dan TSS setiap interval waktu 1 hari (24 jam) selama 6 hari dengan memperhatikan umur hidup dari tanaman yang digunakan serta waktu kontak dengan lindi

3.7 Tahap Operasional

Tahapan operasional dalam penelitian ini meliputi pengoperasional reaktor kontrol dan reaktor uji sehingga berjalan lancar tanpa ada hambatan.

3.7.1 Reaktor Kontrol

- Menyiapkan lindi yang akan diolah dan diendapkan selama 1 jam pada bak penampung dengan volume air lindi sebesar 105 liter tanpa proses aerasi – SSF Wetland

3.7.2 Reaktor uji

a. Menyiapkan lindi yang akan diolah dan diendapkan selama 1 jam pada bak penampungan dengan volume limbah 105 liter
b. Mengalirkan ke bak aerasi dan menjalankan proses aerasi dengan variasi waktu detensi (4 jam, 6 jam dan 8 jam)
c. Dari bak aerasi dialirkan secara gravitasi ke bak SSF Wetland dengan variasi kerapatan tanaman 90 mg/cm^2, 110 mg/cm^2, dan 130 mg/cm^2
d. Melakukan analisis sampel dilakukan setiap 24 jam selama 7 hari dengan parameter uji COD dan TSS

3.8 Analisis Parameter Uji

Analisis parameter uji dalam penelitian ini meliputi analisis parameter COD dan TSS

3.8.1 Analisis COD (*Chemical Oxygen Demand)*

Analisa konsentrasi COD dilakukan dengan metode Close Refluks Tetrimetric. Metode ini cocok digunakan untuk analisis COD, metode Close Refluk lebih praktis, mudah serta lebih ekonomis dalam penggunaan sampel, reagent serta peralatan (yang digunakan lebih sedikit), dan proses analisa sampel dilakukan dengan peralatan tertutup dengan tujuan agar reagen yang mudah menguap tidak keluar dari peralatan ketika dipanaskan, sehingga hasil analisa lebih akurat.

COD merupakan jumlah oksigen (mgO_2) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organis yang ada dalam satu liter sampel air,

dimana pengoksidasi $K_2Cr_2O_7$ digunakan sebagai sumber oksigen (oxidizing agent). Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organis yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air (Alaert dan santika 1987)

3.8.2 Analisis TSS *(Total Suspended Solid)*

Metode yang digunakan dalam menganalisis TSS adalah metode gravimetri. Alasan penggunaan metode ini yaitu merupakan pemeriksaan jumlah zat yang paling tua dan paling sederhana dibandingkan dengan cara pemeriksaan kimia lainnya. Kesederhanaan itu terlihat karena dalam gravimetri jumlah zat ditentukan dengan cara menimbang langsung massa zat yang dipisahkan dari zat-zat lain dan masih banyak kasus dimana teknik gravimetrik merupakan pilihan terbaik untuk memecahkan suatu problem analisis pengolahan air limbah khususnya TSS

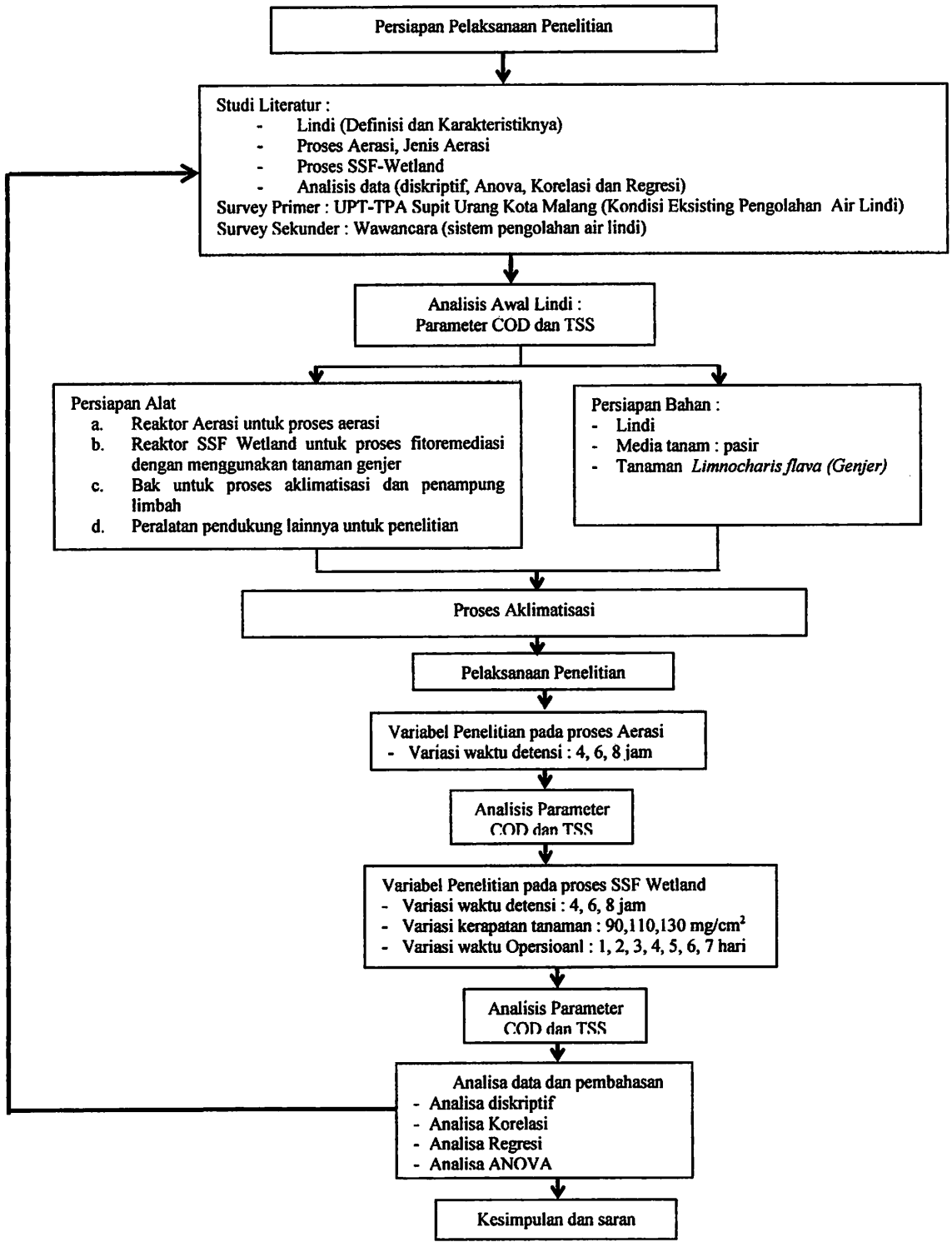
3.9 Analisa Data dan Pembahasan

Dari hasil percobaan yang didapat dilakukan analisa data dengan metode (Sholeh, 2005):

- Analisa deskriptif bertujuan untuk menganalisa data dengan cara mendiskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul yang ditampilkan dalam bentuk grafik.
- Analisa ANOVA bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan nyata atau tidak (secara statistik) antara berbagai variasi percobaan.
- Analisa korelasi bertujuan untuk mengetahui bukti empiris hubungan antara variabel yang diamati, yaitu variabel terikat (TSS, COD) dan variabel bebas (Variasi waktu detensi, variasi kepadatan tanaman, dan waktu Operasional).
- Analisa regresi bertujuan untuk mengetahui apakah variabel bebas dapat memprediksi variabel terikat.

3.10 Diagram Alir Metodologi

Diagram Alir Metodologi dibuat untuk dijadikan pedoman dalam melakukan penelitian. Dari Latar belakang yang mendasari pemikiran untuk melakukan penelitian tentang pengolahan air lindi dengan proses aerasi – SSF Wetland guna menurunkan kandungan COD dan TSS, maka dibuat Diagram Alir metodologi yang dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1.

Diagram Alir Metodologi

BAB IV
ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Lindi Di TPA Supit Urang

Penelitian ini menggunakan proses pengolahan lindi dengan proses Aerasi – SSF Wetland, dimana proses pengolahan kombinasi aerasi dengan SSF Wetland menggunakan tanaman Genjer guna menurunkan kandungan COD dan TSS, dimana lindi yang diambil berasal dari bak pengendapan pertama di TPA Supit Urang Kecamatan Sukun Kota Malang yang secara fisik berwarna hitam pekat, sangat keruh dan berbau menyengat dan pada saat dilakukan pengambilan sampel cuaca sangat cerah. Pada penelitian ini menggunakan 3 variabel yaitu variabel waktu detensi aerasi (4 jam, 6 jam dan 8jam), variabel kerapatan tanaman Genjer yaitu 90 mg/cm^2, 110 mg/cm^2, 130 mg/cm^2, dan variabel waktu operasional yaitu 1,2,3,4,5 hari (interval waktu 24 jam).

Tahapan awal yang dilakukan yaitu analisa pendahuluan untuk memperoleh data karakteristik awal air limbah yang digunakan sebagai sampel pada reaktor uji. Berdasarkan analisa laboratorium yang telah dilakukan, diperoleh data karakteristik awal lindi pada TPA Supit Urang Kecamatan Sukun Kota Malang adalah sebagai berikut :

Gambar 4.1 Bak Penampung Lindi

Tabel 4.1 Karakteristik Awal Lindi pada TPA Supit Urang

No	Parameter	Karakteristik Awal	Baku Mutu Peraturan Gebenur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013
1	Temperatur	26 ^{0} C	-
2	pH	7.1	6-9
3	COD (mgO_2/l)	3680	300
4	TSS (mg/l)	11.800	400

Sumber : Hasil Penelitian, 2014

Berdasarkan data pada tabel 4.1, diketahui bahwa Kosentrasi COD dan Konsentrasi TSS pada lindi di TPA Supit Urang Kota Malang telah melampui baku mutu yang ada, sebagai acuan baku mutu yang dipergunakan adalah Peraturan Gubenur Jatim No. 72 Tahun 2013 khususnya golongan I dimana syarat bagi air limbah yang dibuang ke badan air penerima klas I,II,III dan air laut, sehingga untuk memenuhi persyaratan tersebut dilakukan penelitian untuk menurunkan kandungan COD dan TSS pada lindi yaitu dengan metode pengolahan Aerasi – SSF Wetland.

4.2 Penyisihan Bahan Organik pada tahap aklimatisasi

Aklimatisasi merupakan suatu upaya penyesuaian oleh mikroorganisme terhadap lingkungan barunya dan berakhir ketika proses adaptasi sejumlah bakteri aktif dengan air limbah telah menunjukkan kestabilannya. Menurut Lee (2001), waktu efektif yang diperlukan untuk proses adaptasi sejumlah bakteri hingga menunjukkan kestabilan adalah selama ± 10-20 hari. Pada tahap aklimatisasi untuk masing–masing reaktor yang digunakan, diberi asupan/suplai oksigen secara terus menerus menggunakan aerator, dan proses aklimatisasi dilakukan selama 17-20 hari.

Analisa terhadap bahan organik dilakukan untuk mengetahui pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme yang ada di dalam reaktor, kemudian diamati penurunan penyisihan senyawa organik melalui perhitungan angka *permanganate Value* ($KMnO_4$) di dalam masing–masing reaktor. Proses ini dilakukan hingga tercapainya kondisi *steady state*. Dikatakan bahwa kondisi telah *steady state*, apabila penyisihan bahan organik selama tiga hari berturut–turut relatif stabil dengan perbedaan tidak lebih dari 10% angka *permanganat value* nya. Kondisi *steady state* merupakan kondisi dimana penyisihan zat organik yang dikonsumsi oleh mikroorganisme mendekati harga stabil (Agus Slamet dan Masduqi, 2000).

Mengetahui penyisihan bahan organik diperoleh dari perbedaan konsentrasi awal dan konsentrasi akhir, sehingga penyisihan bahan organik terlihat jelas.

Berikut ini penjelasan penyisihan bahan organik.

$$\text{Penyisihan Bahan Organik} = \frac{Konsentrasi\ Awal - Konsentrasi\ Akhir}{Konsentrasi\ Awal} x\ 100\%$$

Penjelasan :

- Nilai penyisihan (-) terjadi peningkatan bahan organik, berarti tidak terjadi penyisihan bahan organik.
- Nilai penyisihan (+) terjadi penurunan bahan organik.

(http://ejurnal.bppt.go.id, *2007*)

Dalam hal pengamatan ini, untuk perhitungan penyisihan Bahan Organik pada reaktor I, hari Ke 2 adalah sebagai berikut :

$$\text{Penyisihan Bahan Organik} = \frac{559.32 - 535.62}{559.32} \times 100\% = 4.24\ \%$$

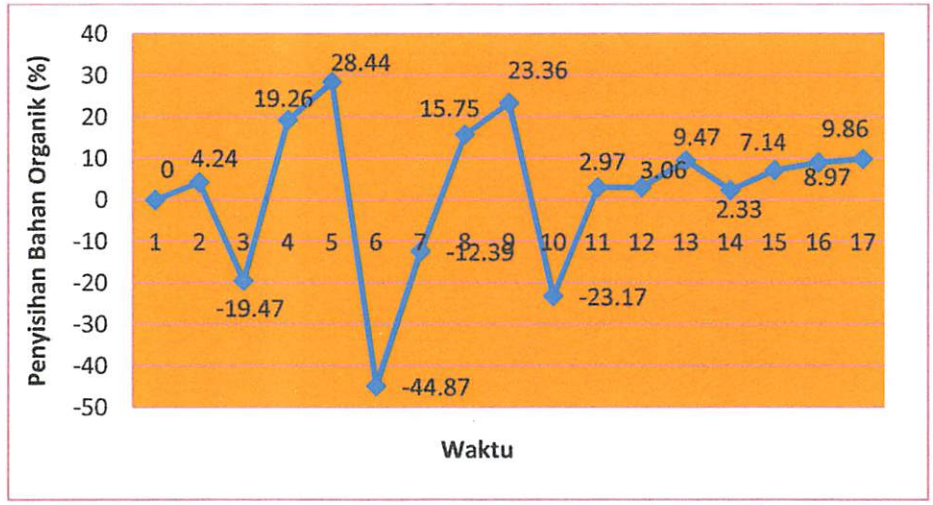
Untuk perhitungan yang lain, konsentrasi akhir bahan organik pada proses aklimatisasi pada masing-masing reaktor dapat dilihat pada Tabel 4.2, 4.3 dan 4.4

Tabel 4.2 Penyisihan Bahan Organik Reaktor I

Hari ke	Tanggal	Temperatur	pH	DO (mg/l)	Bahan Organik (mg/l)	Selisih Bahan Organik (mg/l)	Penyisihan Bahan Organik (%)
1	28 Mei	26	6.5	4.40	559.32	0	0
2	29 Mei	26	6.4	4.61	535.62	23.7	4.24
3	30 Mei	27	6.6	4.79	639.90	-104.28	-19.47
4	31 Mei	27	6.5	4.84	516.66	123.24	19.26
5	1 Juni	27	6.5	5.16	369.72	146.94	28.44
6	2 Juni	26	7.2	5.32	535.62	-165.9	-44.87
7	3 Juni	26	6.9	5.48	601.98	-66.36	-12.39
8	4 Juni	26	7.1	5.65	507.18	94.8	15.75
9	5 Juni	27	6.9	5.02	388.68	118.5	23.36
10	6 Juni	26	6.5	5.10	478.74	-90.06	-23.17
11	7 Juni	26	7.0	5.16	464.52	14.22	2.97
12	8 Juni	27	7.2	5.32	450.30	14.22	3.06

Hari ke	Tanggal	Temperatur	pH	DO (mg/l)	Bahan Organik (mg/l)	Selisih Bahan Organik (mg/l)	Penyisihan Bahan Organik (%)
13	9 Juni	28	7.2	5.81	407.64	42.66	9.47
14	10 Juni	28	6.8	6.13	398.16	9.48	2.33
15	11 Juni	27	7.1	6.13	369.72	28.44	7.14
16	12 Juni	27	7.1	6.16	336.54	33.18	8.97
17	13 Juni	26	7.3	6.19	303.36	33.18	9.86

Sumber : Hasil Penelitian, 2014



Gambar 4.2 : Grafik Prosentase Penyisihan Bahan Organik (PV) pada Reaktor I

Berdasarkan tabel 4.2 dan Gambar 4.2 proses Aklimatisasi pada reaktor I terjadi fluktuasi penyisihan bahan organik, dimana proses aklimatisasi dilakukan selama 17 hari. Penyisihan bahan organik yang berfluktuasi pada saat aklimatisasi menunjukkan belum cukupnya populasi mikroorganisme yang tersedia serta belum mampunya mikroorganisme untuk beradaptasi dengan kondisi yang ada seperti konsentrasi dan komposisi substrat di dalam reaktor

Pada awal proses aklimatisasi bahan organik yang terkandung dalam air limbah sebesar 559.32 mg/l, dimana pada hari ke dua mengalami penurunan bahan organik menjadi 535.62 mg/l dengan penyisihan bahan organik sebesar 4.24 %. Pada Hari ke3 nilai penyisihan sebesar –19.47% yang berarti terjadi

peningkatan bahan organik sehingga tidak terjadi penyisihan bahan organik. Hari ke-4 mengalami kenaikan bahan organik sebesar 19.26 % kemudian naik kembali dan mengalami penurunan yang sangat dratis pada hari ke-6 dengan penyisihan bahan organik sebesar -44.87 %. Pada Hari ke-12 nilai penyisihan sebesar 3.06 % yang berarti terjadi penurunan bahan organik.

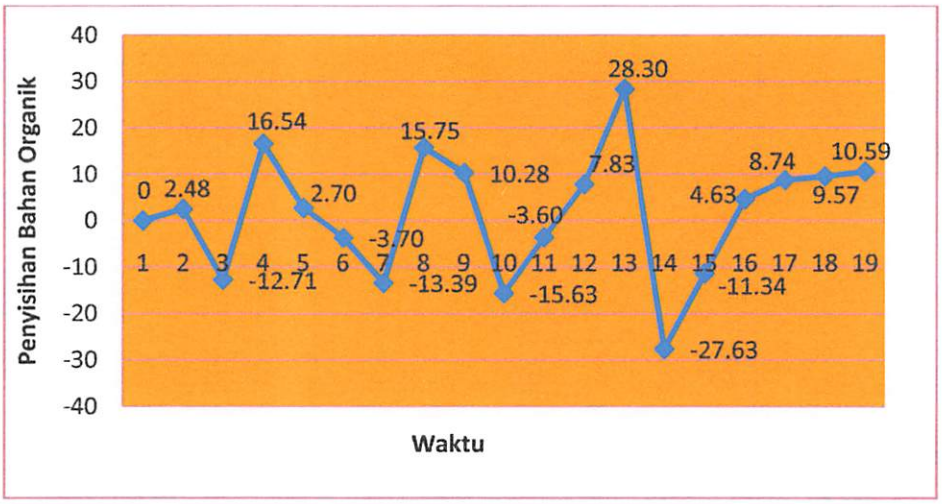
Penyisihan bahan organik pada reaktor I tertinggi terjadi pada hari ke-5 sebesar 28.44%, sedangkan penyisihan bahan organik terendah terjadi pada hari ke14 sebesar 2,33%, sedangkan untuk penyisihan bahan organik dengan fluktuasi dibawah 10% selama tiga hari berturut-turut terjadi pada hari ke15,16 dan hari ke 17. Pada tahap ini dapat dikatakan kondisi stabil (steady state) telah tercapai.

Tabel 4.3 Penyisihan Bahan Organik Reaktor II

Hari ke	Tanggal	Temperatur	pH	DO (mg/l)	Bahan Organik (mg/l)	Selisih Bahan Organik (mg/l)	Penyisihan Bahan Organik (%)
1	28 Mei	26	6.6	5.00	573.54	0	0
2	29 Mei	26	6.4	5.48	559.32	14.22	2.48
3	30 Mei	27	6.6	5.00	630.42	-71.1	-12.71
4	31 Mei	26	6.4	5.21	526.14	104.28	16.54
5	1 Juni	26	6.5	5.27	511.92	14.22	2.70
6	2 Juni	26	7.2	5.42	530.88	-18.96	-3.70
7	3 Juni	26	6.8	5.55	601.98	-71.1	-13.39
8	4 Juni	27	7.1	5.65	507.18	94.8	15.75
9	5 Juni	27	6.9	5.37	455.04	52.14	10.28
10	6 Juni	26	6.5	5.08	526.14	-71.1	-15.63
11	7 Juni	26	7.0	5.19	545.1	-18.96	-3.60
12	8 Juni	27	7.2	5.45	502.44	42.66	7.83
13	9 Juni	28	7.2	5.85	360.24	142.2	28.30
14	10 Juni	28	6.8	6.19	459.78	-99.54	-27.63
15	11 Juni	26	7.1	6.15	511.92	-52.14	-11.34
16	12 Juni	27	7.2	6.23	488.22	23.7	4.63
17	13 Juni	27	7.2	6.18	445.56	42.66	8.74
18	14 Juni	26	6.9	6.26	402.90	42.66	9.57
19	15 Juni	26	7.1	6.31	360.24	42.66	10.59

Sumber : Hasil Penelitian, 2014

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN
MALANG



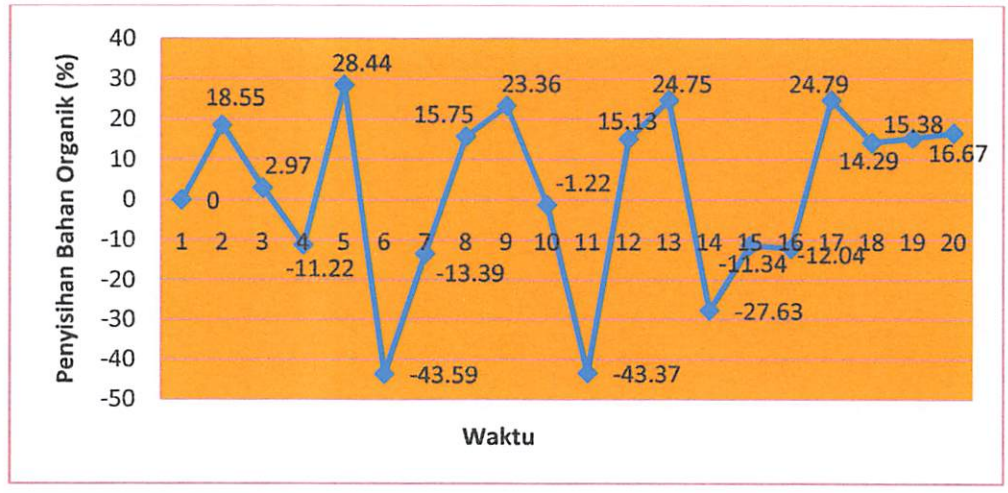
Gambar 4.3 : Grafik Prosentase Penyisihan Bahan Organik (PV) pada Reaktor II

Berdasarkan tabel 4.3 dan Gambar 4.3 proses Aklimatisasi pada reaktor II terjadi fluktuasi penyisihan bahan organik, dimana proses aklimatisasi dilakukan selama 19 hari. Pada awal proses aklimatisasi bahan organik yang terkandung dalam air limbah sebesar 573.54 mg/l, pada hari ke dua mengalami penurunan bahan organik menjadi 559.32 mg/l dengan penyisihan bahan organik sebesar 2.48 %. Pada Hari ke-3 nilai penyisihan sebesar –12.71% yang berarti terjadi penurunan bahan organik sehingga tidak terjadi penyisihan bahan organik. Pada Hari ke-4 nilai penyisihan sebesar 16.54 % yang berarti terjadi peningkatan bahan organik, kemudian pada hari ke-5 terjadi penurunan penyisihan bahan organik sebesar 2.70 %, mengalami penurunan kembali pada hari ke-6 -3.70% dan turun lagi sebesar 13.39 pada hari ke-7, kemudian mengalami peningkatan yang sangat tajam pada hari ke8 sebesar 15.75 %.

Penyisihan bahan organik pada reaktor II tertinggi terjadi pada hari ke-13 sebesar 28.30%, sedangkan penyisihan bahan organik terendah terjadi pada hari ke-2 sebesar 2.48%, sedangkan untuk penyisihan bahan organik dengan fluktuasi dibawah 10% selama tiga hari berturut-turut terjadi pada hari ke17,18 dan hari ke 19. Pada tahap ini dapat dikatakan kondisi stabil (steady state) telah tercapai.

Tabel 4.4 Penyisian Bahan Organik Pada Reaktor III

Hari ke	Tanggal	Temperatur	pH	DO (mg/l)	Bahan Organik (mg/l)	Selisih Bahan Organik (mg/l)	Penyisihan Bahan Organik (%)
1	28 Mei	26	6.7	5.48	587.76	0	0
2	29 Mei	26	6.5	5.53	478.74	109.02	18.55
3	30 Mei	27	6.6	5.81	464.52	14.22	2.97
4	31 Mei	26	6.4	5.84	516.66	-52.14	-11.22
5	1 Juni	26	6.5	5.16	369.72	146.94	28.44
6	2 Juni	26	7.2	5.44	530.88	-161.16	-43.59
7	3 Juni	26	7.0	5.58	601.98	-71.10	-13.39
8	4 Juni	27	7.1	5.68	507.18	94.80	15.75
9	5 Juni	27	6.9	5.47	388.68	118.50	23.36
10	6 Juni	26	6.6	5.13	393.42	-4.74	-1.22
11	7 Juni	26	7.1	5.23	564.06	-170.64	-43.37
12	8 Juni	27	7.0	5.32	478.74	85.32	15.13
13	9 Juni	28	7.2	5.81	360.24	118.50	24.75
14	10 Juni	28	6.6	6.24	459.78	-99.54	-27.63
15	11 Juni	26	7.1	6.31	511.92	-52.14	-11.34
16	12 Juni	27	6.9	6.24	573.54	-61.62	-12.04
17	13 Juni	27	7.2	6.63	431.34	142.20	24.79
18	14 Juni	26	6.9	6.42	369.72	61.62	14.29
19	15 Juni	26	7.1	6.44	312.84	56.88	15.38
20	16 Juni	26	7.1	6.23	260.70	52.14	16.67



Gambar 4.4 : Grafik Prosentase Penyisihan Bahan Organik (PV) Pada Reaktor III

Berdasarkan tabel 4.4 dan Gambar 4.4 proses Aklimatisasi pada reaktor III terjadi fluktuasi penyisihan bahan organik, dimana proses aklimatisasi dilakukan selama 20 hari. Pada awal proses aklimatisasi bahan organik yang terkandung dalam air limbah sebesar 587.76 mg/l, pada hari ke dua mengalami penurunan bahan organik menjadi 478.742 mg/l dengan penyisihan bahan organik sebesar 18.55 %. Pada Hari ke3 nilai penyisihan sebesar 2.97% turun kembali pada Hari ke4 dengan nilai penyisihan sebesar -11.22 % yang berarti tidak terjadi peningkatan bahan organik, kemudian pada hari ke5 terjadi kenaikan yang dratis dengan penyisihan bahan organik sebesar 28.44 %, mengalami penurunan yang sangat tajam pada hari ke6 yaitu sebesar -43.59% dan pada hari ke 7,8,9 mengalami kenaikan penyisihan bahan organik, kemudian mengalami penurunan kembali pada hari ke10,11 sebesar -43.37 %. sedangkan untuk penyisihan bahan organik dengan fluktuasi dibawah 10% selama tiga hari berturut-turut terjadi pada hari ke18,19 dan hari ke 20 dengan penyisihan masing-masing sebesar 14.28%, 15.38 dan 16.67 %. Pada tahap ini dapat dikatakan kondisi stabil (steady state) telah tercapai.

Penyisihan bahan organik pada reaktor III tertinggi terjadi pada hari ke 5 sebesar 28.44%, sedangkan penyisihan bahan organik terendah terjadi pada hari ke3 sebesar 2.97 %. Proses aklimatisasi pada reaktor I, II, III membutuhkan waktu yang cukup lama dan sulit, karena harus menumbuhkan mikroorganisme yang mampu beradaptasi dengan karakteristik air limbah. Peningkatan konsentrasi bahan organik pada tahap aklimatisasi dikarenakan juga terjadinya kematian mikroorganisme yang tidak mampu beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang ada. Nilai yang stabil pada penyisihan bahan organik menunjukkan telah terbentuknya mikroorganisme yang mampu untuk menguraikan bahan organik dalam air limbah dan mampu beradaptasi dengan kondisi yang ada seperti konsentrasi dan komposisi substrat di dalam reaktor. Hal ini ditunjukkan melalui pengukuran bahan organik, selama kondisi aklimatisasi pada effluent sehingga diperoleh angka pengolahan yang konstan dengan penyisihan di bawah 10%.

4.3 Data – data Hasil Proses Pengolahan

Hasil penelitian didapatkan data-data hasil proses pengolahan penyisihan COD dan TSS dengan proses Aerasi dan dilanjutkan dengan proses Aerasi – SSF Wetland.

4.3.1 Data Konsentrasi Akhir COD Dan TSS setelah Proses Aerasi

Konsentrasi akhir COD dan TSS diperoleh dari proses ukur yang merupakan bagian dari penelitian dengan melakukan uji sampel sebanyak tiga kali pengulangan sehingga didapatkan konsistensi data yang dihasilkan. Lebih jelasnya dapat diketahui pada tabel 4.5

Tabel 4.5 : Konsentrasi Akhir COD dan TSS setelah Proses Aerasi

Waktu detensi	Konsentrasi COD (mgO_2/l)			Konsentrasi TSS (mg/l)		
	Awal	Akhir	% Penyisihan COD	Awal	Akhir	% Penyisihan TSS
4	3680	3296	10.43	11.800	8750.00	25.42
6	3680	2624	28.70	11.800	7416.67	37.29
8	3680	2187	40.87	11.800	6650.00	44.07

4.3.2 Data Konsentrasi Akhir dan Prosentase Penyisihan COD dan TSS Setelah Proses Aerasi – SSF Wetland

Data konsentrasi akhir dan Prosentase Penyisihan COD dan TSS setelah proses aerasi – SSF Wetland pada reaktor uji dapat diketahui pada tabel 4.6 dan tabel 4.7

Tabel 4.6 : Konsentrasi Akhir dan Prosentase Penyisihan COD setelah Proses Aerasi- SSF Wetland

Waktu Detensi Aerasi	Kerapatan Tanaman	Waktu Operasional	Konsentrasi Awal COD (mgO_2/l)	Konsentrasi Akhir COD (mgO_2/l)	% Penyisihan COD
4	90	0	3680	3115	15.36
		1	3680	2912	20.87
		2	3680	2560	30.43
		3	3680	2432	33.91
		4	3680	2112	42.61
		5	3680	1824	50.43

Waktu Detensi Aerasi	Kerapatan Tanaman	Waktu Operasional	Konsentrasi Awal COD (mgO_2/l)	Konsentrasi Akhir COD (mgO_2/l)	% Penyisihan COD
		6	3680	-	-
		7	3680	-	-
	110	0	3680	3040	17.39
		1	3680	2912	20.87
		2	3680	2528	31.30
		3	3680	2400	34.78
		4	3680	2048	44.35
		5	3680	1856	49.57
		6	3680	-	-
		7	3680	-	-
	130	0	3680	3008	18.26
		1	3680	2944	20.00
		2	3680	2720	26.09
		3	3680	2496	32.17
		4	3680	1984	46.09
		5	3680	1696	53.91
		6	3680	-	-
		7	3680	-	-
6	90	0	3680	3168	13.91
		1	3680	2912	20.87
		2	3680	2496	32.17
		3	3680	2336	36.52
		4	3680	2080	43.48
		5	3680	1760	52.17
		6	3680	-	-
		7	3680	-	-
	110	0	3680	3008	18.26
		1	3680	2848	22.61
		2	3680	2464	33.04
		3	3680	2400	34.78
		4	3680	1984	46.09
		5	3680	1728	53.04
		6	3680	-	-
		7	3680	-	-
	130	0	3680	2944	20.00
		1	3680	2880	21.74
		2	3680	2720	26.09
		3	3680	2432	33.91
		4	3680	1888	48.70
		5	3680	1568	57.39
		6	3680	-	-
		7	3680	-	-
8	90	0	3680	3008	18.26
		1	3680	2837	22.90
		2	3680	2368	35.65

Waktu Detensi Aerasi	Kerapatan Tanaman	Waktu Operasional	Konsentrasi Awal COD (mgO_2/l)	Konsentrasi Akhir COD (mgO_2/l)	% Penyisihan COD
		3	3680	2272	38.26
		4	3680	2091	43.19
		5	3680	1589	56.81
		6	3680	-	-
		7	3680	-	-
	110	0	3680	2880	21.74
		1	3680	2720	26.09
		2	3680	2528	31.30
		3	3680	2176	40.87
		4	3680	1856	49.57
		5	3680	1440	60.87
		6	3680	-	-
		7	3680	-	-
	130	0	3680	2912	20.87
		1	3680	2752	25.22
		2	3680	2645	28.12
		3	3680	2357	35.94
		4	3680	1824	50.43
		5	3680	1376	62.61
		6	3680	-	-
		7	3680	-	-

Sumber : Hasil Penelitian, 2014

Keterangan : tanda (-) berarti tidak dilakukan analisis

Tabel 4.7. Konsentrasi Akhir dan Prosentase Penyisihan TSS Setelah Proses – SSF Wetland

Waktu Detensi Aerasi	Kerapatan Tanaman	Waktu Operasional	Konsentrasi Awal TSS (mg/l)	Konsentrasi Akhir TSS (mg/l)	% Penyisihan TSS
4	90	0	11.800	8667	26.27
		1	11.800	8533	27.97
		2	11.800	8167	30.51
		3	11.800	7833	33.90
		4	11.800	7300	36.44
		5	11.800	7067	39.83
		6	11.800	-	-
		7	11.800	-	-
	110	0	11.800	8600	27.12
		1	11.800	8433	28.81
		2	11.800	7933	33.05

Waktu Detensi Aerasi	Kerapatan Tanaman	Waktu Operasional	Konsentrasi Awal TSS (mg/l)	Konsentrasi Akhir TSS (mg/l)	% Penyisihan TSS
		3	11.800	7067	39.83
		4	11.800	6600	44.07
		5	11.800	6133	47.46
		6	11.800	-	-
		7	11.800	-	-
	130	0	11.800	8367	28.81
		1	11.800	8133	31.36
		2	11.800	7433	37.29
		3	11.800	6700	43.22
		4	11.800	5400	54.24
		5	11.800	4933	58.47
		6	11.800	-	-
		7	11.800	-	-
6	90	0	11.800	8633	27.12
		1	11.800	8333	29.66
		2	11.800	7600	35.59
		3	11.800	6767	42.37
		4	11.800	6533	44.92
		5	11.800	6133	48.31
		6	11.800	-	-
		7	11.800	-	-
	110	0	11.800	8100	31.36
		1	11.800	7900	33.05
		2	11.800	7433	37.29
		3	11.800	6900	41.53
		4	11.800	6400	45.76
		5	11.800	6100	48.31
		6	11.800	-	-
		7	11.800	-	-
	130	0	11.800	7467	36.44
		1	11.800	7333	38.14
		2	11.800	6700	43.22
		3	11.800	6233	47.46
		4	11.800	5500	53.39
		5	11.800	4767	59.32
		6	11.800	-	-
		7	11.800	-	-
8	90	0	11.800	8033	32.20

Waktu Detensi Aerasi	Kerapatan Tanaman	Waktu Operasional	Konsentrasi Awal TSS (mg/l)	Konsentrasi Akhir TSS (mg/l)	% Penyisihan TSS
		1	11.800	7800	33.90
		2	11.800	7067	39.83
		3	11.800	6700	43.22
		4	11.800	6100	48.31
		5	11.800	5567	52.54
		6	11.800	-	-
		7	11.800	-	-
	110	0	11.800	7767	33.90
		1	11.800	7600	35.59
		2	11.800	7067	39.83
		3	11.800	6600	44.07
		4	11.800	6133	48.31
		5	11.800	5567	52.54
		6	11.800	-	-
		7	11.800	-	-
	130	0	11.800	6800	42.37
		1	11.800	6600	44.07
		2	11.800	6100	48.31
		3	11.800	5567	53.39
		4	11.800	5233	55.93
		5	11.800	4333	63.56
		6	11.800	-	-
		7	11.800	-	-

Sumber : Hasil Penelitian, 2014

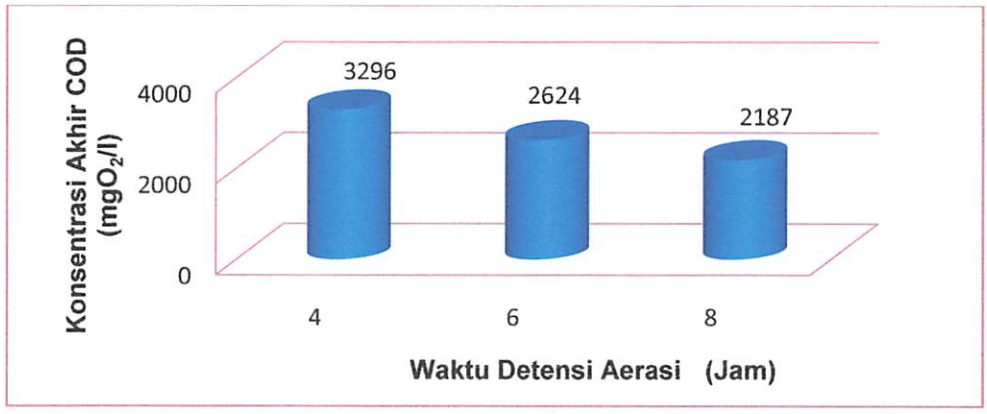
Keterangan : tanda (-) berarti tidak dilakukan analisis

4.4 Analisis Diskriptif

Analisis deskriptif dilakukan untuk menganalisis data sehingga mendapat gambaran tentang suatu data tanpa bermaksud untuk membuat kesimpulan yang berlaku umum (www. http://elearning.gunadarma.ac.id). Analisis deskriptif pada penelitian ini menggunakan rata–rata data atau *mean* sebagai ukuran pemusatan data.

4.4.1 Analisis Deskritif Konsentrasi akhir dan prosentase Penyisihan COD setelah Proses Aerasi

Konsentrasi akhir COD setelah proses aerasi cenderung semakin menurun, seiring dengan lamanya waktu detensi. Konsentrasi awal sebelum dilakukan pengolahan yaitu sebesar 3680 mgO_2/l, sedangkan konsentrasi akhir COD pada waktu detensi 4 jam sebesar 3296 mgO_2/l, 6 jam sebesar 2624 mgO_2/l, dan konsentrasi akhir COD pada waktu detensi 8 jam sebesar 2187 mgO_2/l. Lebih jelasnya penurunan konsentrasi akhir COD dengan proses Aerasi dapat diketahui pada Gambar 4.5



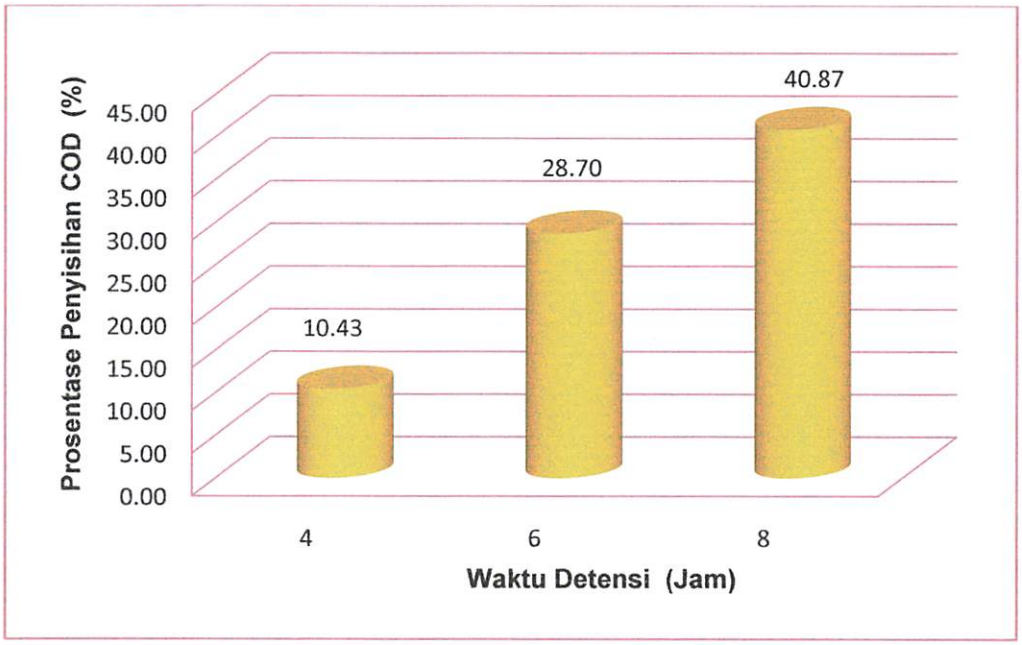
Gambar 4.5 : Konsentrasi Akhir COD setelah Proses Aerasi

Prosentase penyisihan didapatkan dari perbandingan konsentrasi awal dan konsentrasi akhir parameter. Penjelasan prosentase penyisihan adalah sebagai berikut :

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{Konsentrasi\ Awal - Konsentrasi\ Akhir}{Konsentrasi\ Awal}\ x\ 100\%$$

Berdasarkan data hasil proses pengolahan, prosentase penyisihan COD dengan proses aerasi cenderung semakin meningkat dengan waktu detensi 4 jam prosentase penyisihan TSS sebesar 10.43 %, sedangkan untuk waktu detensi 6 jam prosentase penyisihan COD sebesar 28.70 %, dan waktu detensi 8 jam prosentase penyisihan COD sebesar 40.87 %, hal

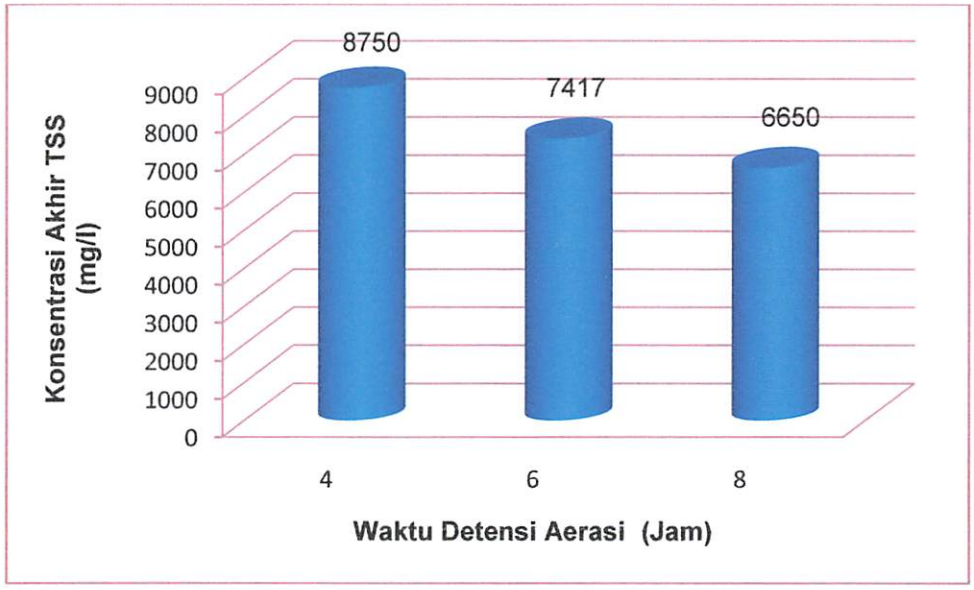
ini terjadi seiring dengan lamanya waktu detensi selama proses aerasi. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.6



Gambar 4.6 : Grafik Prosentase Penyisihan COD setelah Proses Aerasi

4.4.2 Analisis Deskritif Konsentrasi akhir TSS setelah Proses Aerasi

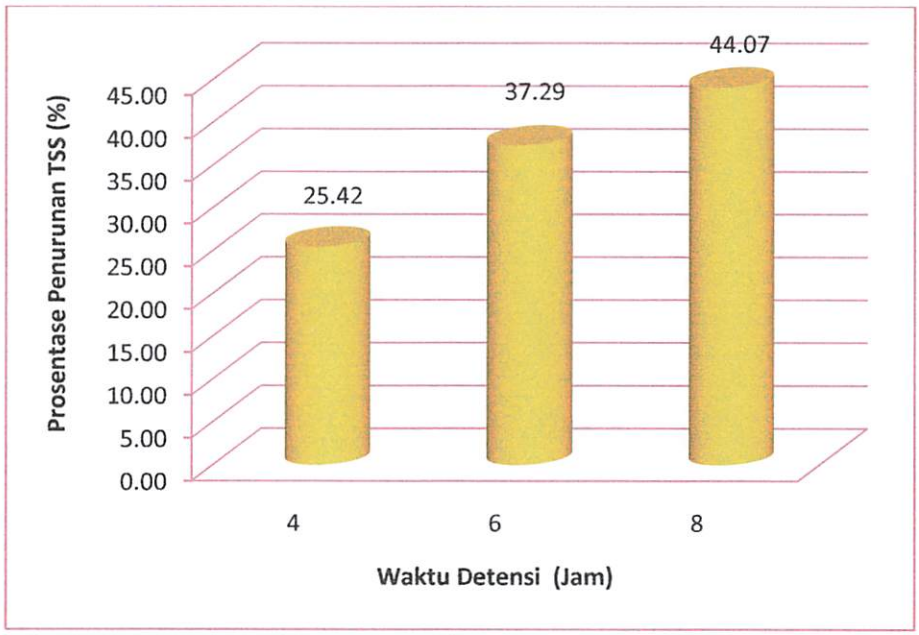
Data Konsentrasi akhir TSS setelah proses aerasi cenderung semakin menurun, Konsentrasi awal sebelum dilakukan pengolahan yaitu sebesar 11.800 mg/l, sedangkan konsentrasi akhir COD pada waktu detensi 4 jam sebesar 8750 mg/l, waktu detensi 6 jam sebesar 7417 mg/l, dan konsentrasi akhir COD pada waktu detensi 8 jam sebesar 6650 mg/l, Lebih jelasnya penurunan konsentrasi akhir COD dengan proses Aerasi dapat diketahui pada Gambar 4.7



Gambar 4.7 : Konsentrasi Akhir TSS Setelah Proses Aerasi

4.4.3 Analisis Deskritif Prosentase Penyisihan TSS setelah Proses Aerasi

Berdasarkan data hasil proses pengolahan, prosentase penyisihan TSS dengan proses aerasi cenderung semakin meningkat dengan waktu detensi 4 jam prosentase penyisihan TSS sebesar 25.42 %, sedangkan untuk waktu detensi 6 jam prosentase penyisihan TSS sebesar 37.29 %, dan waktu detensi 8 jam prosentase penyisihan TSS sebesar 44.07 %, seiring dengan lamanya waktu detensi selama proses aerasi. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.8



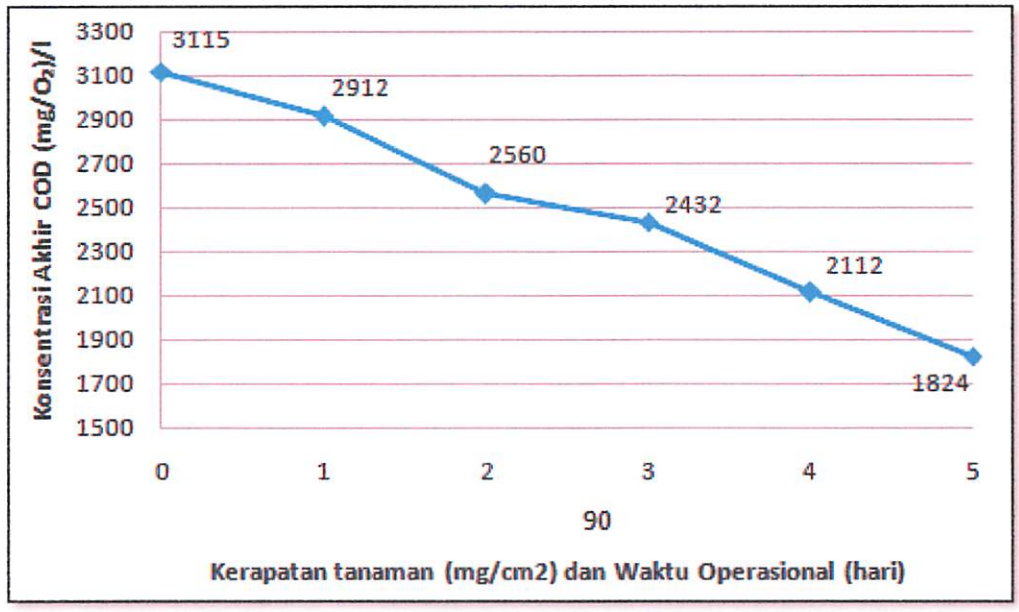
Gambar 4.8 : Prosentase Penyisihan TSS setelah Proses Aerasi

4.4.4 Analisis Deskritif Konsentrasi Akhir COD dengan Proses Aerasi- SSF Wetland

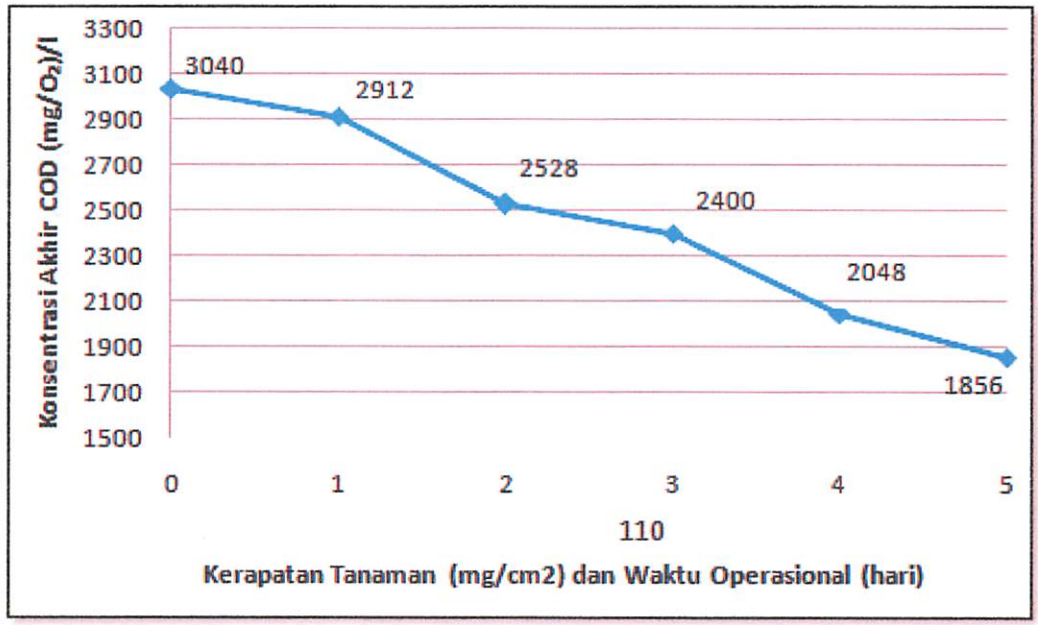
Data hasil penelitian yang diperoleh tentang konsentrasi akhir COD menunjukkan bahwa proses pengolahan air lindi dengan metode aerasi – SSF Wetland memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam menurunkan konsentrasi COD, hal ini dipengaruhi waktu detensi, kerapatan tanaman serta waktu operasional yang digunakan sehingga mampu menurunkan kandungan COD pada masing-masing reaktor.

Data Konsentrasi akhir COD dengan proses aerasi – SSF Wetland cenderung semakin menurun, Konsentrasi awal sebelum dilakukan pengolahan yaitu sebesar 3680 mgO_2/l, sedangkan konsentrasi akhir COD dengan waktu detensi 4 jam kerapatan 90 mg/cm2 mengalami penurunan secara signifikan, berturut-turut di waktu operasional 0,1,2,3,4 dan 5 hari prosentase penurunan dari 3115 mgO_2/l, 2912 mgO_2/l, 2560 mgO_2/l, 2432 mgO_2/l, 2112 mgO_2/l dan 1824 mgO_2/l. Kerapatan tanaman 110 mg/cm2 juga mengalami penurunan secara signifikan, berturut-turut pada waktu operasional 0,1,2,3,4 dan 5 hari prosentase penurunan dari 3040 mgO_2/l,

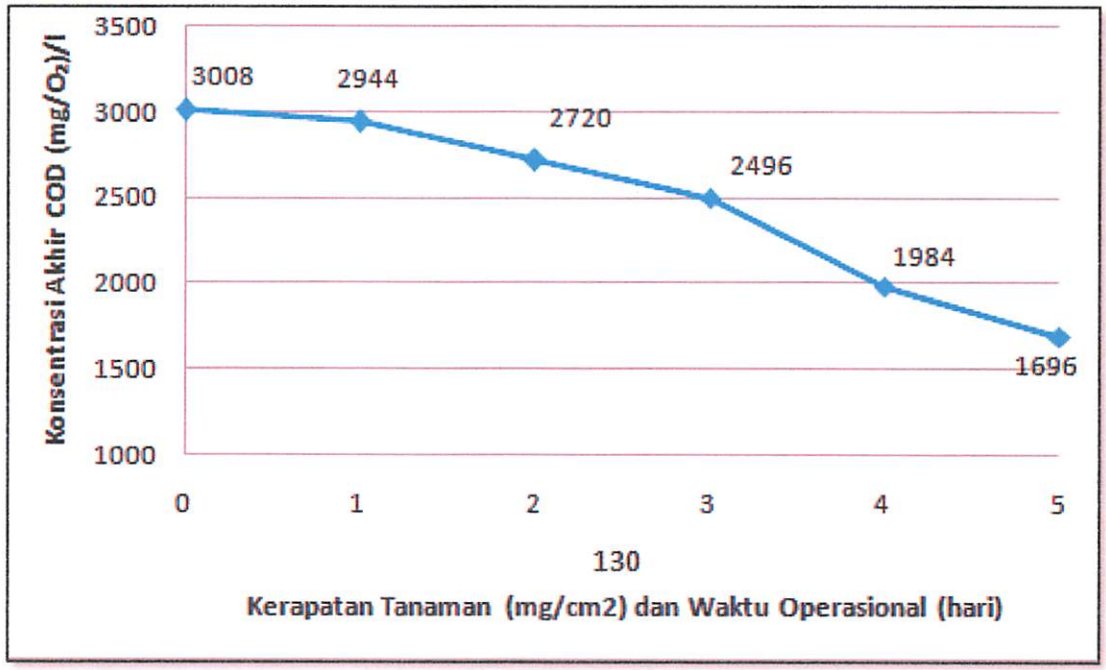
2912 mgO_2/l, 2528 mgO_2/l, 2400 mgO_2/l, 2048 mgO_2/l dan 1856 mgO_2/l. sedangkan untuk kerapatan tanaman 130 mg/cm2 konsentrasi COD juga mengalami penurunan. Kosentrasi COD tertinggi pada waktu detensi 4 jam kerapatan 130 mg/cm^2 sebesar 1589 mgO_2/l pada waktu operasional 5 hari (120 jam). Lebih jelasnya dapat diketahui pada tabel 4.9



Gambar 4.9 : Konsentrasi Akhir COD setelah Proses Aerasi – SSF Wetland pada waktu detensi 4 jam dengan Kerapatan 90 mg/cm^2

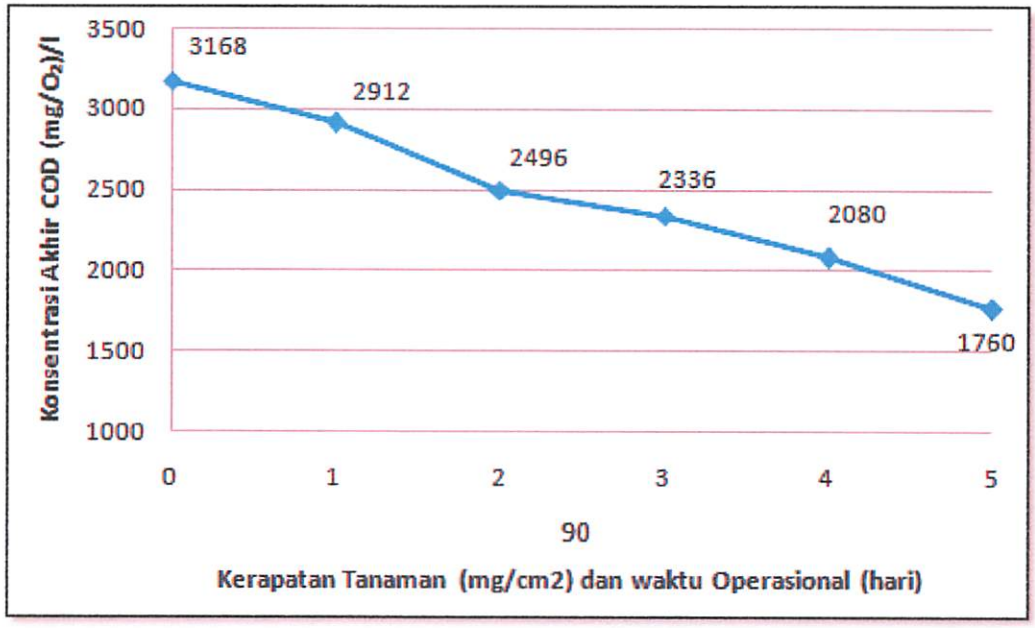


Gambar 4.10 : Konsentrasi Akhir COD setelah Proses Aerasi – SSF Wetland pada waktu detensi 4 jam dengan Kerapatan 110 mg/cm^2

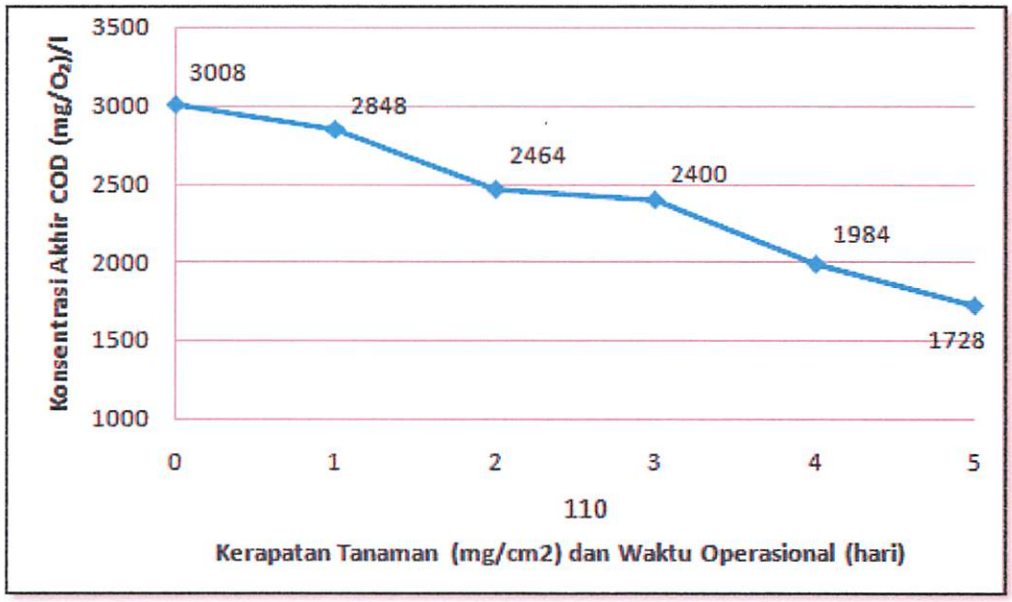


Gambar 4.11 : Konsentrasi Akhir COD setelah Proses Aerasi – SSF Wetland pada waktu detensi 4 jam dengan Kerapatan 130 mg/cm^2

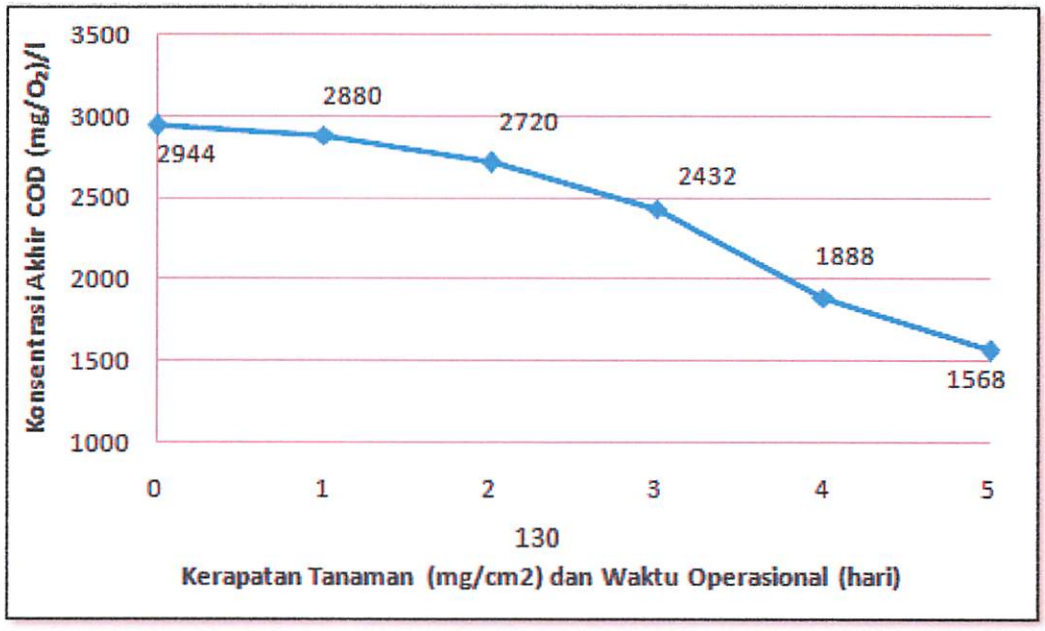
Konsentrasi akhir COD pada waktu detensi 6 jam kerapatan 90 mg/cm2 mengalami penurunan secara signifikan, berturut-turut di waktu operasional 0,1,2,3,4 dan 5 hari prosentase penurunan dari 3168 mgO_2/l, 2912 mgO_2/l, 2496 mgO_2/l, 2336 mgO_2/l, 2080 mgO_2/l dan 1760 mgO_2/l. Untuk kerapatan tanaman 110 mg/cm2 juga mengalami penurunan secara signifikan, berturut-turut di waktu operasional 0,1,2,3,4 dan 5 hari prosentase penurunan dari 3008 mgO_2/l, 2848 mgO_2/l, 2464 mgO_2/l, 2400 mgO_2/l, 1984 mgO_2/l dan 1728 mgO_2/l l. sedangkan untuk kerapatan tanaman 130 mg/cm2 konsentrasi COD juga mengalami penurunan. Kosentrasi COD tertinggi pada waktu detensi 6 jam kerapatan 130 mg/cm^2 sebesar 1568 mgO_2/l di waktu operasional 5 hari (120 jam). Lebih Jelasnya dapat diketahui pada gambar 4.12



Gambar 4.12 : Konsentrasi Akhir COD setelah Proses Aerasi – SSF Wetland dengan Waktu detensi 6 Jam dengan Kerapatan Tanaman 90 mg/cm^2

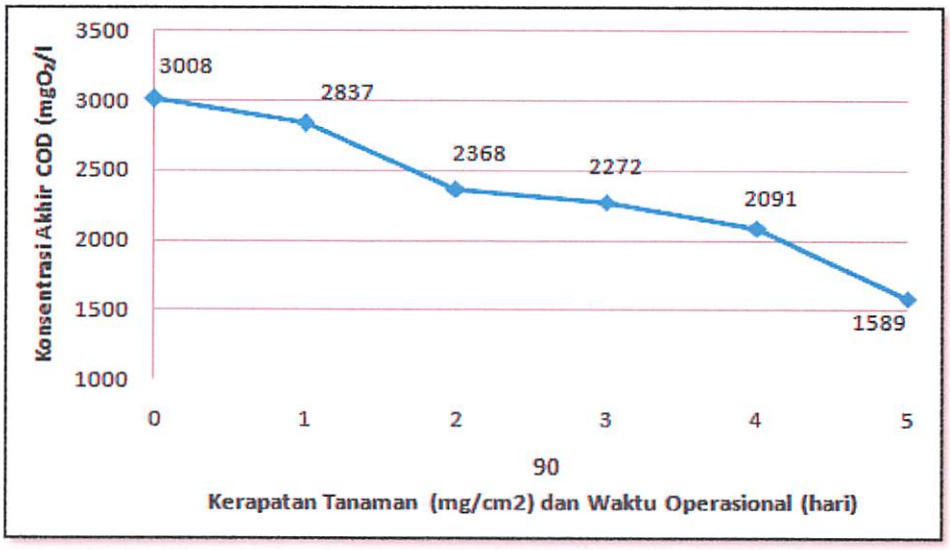


Gambar 4.13 : Konsentrasi Akhir COD setelah Proses Aerasi – SSF Wetland dengan Waktu detensi 6 Jam dengan Kerapatan Tanaman 110 mg/cm^2

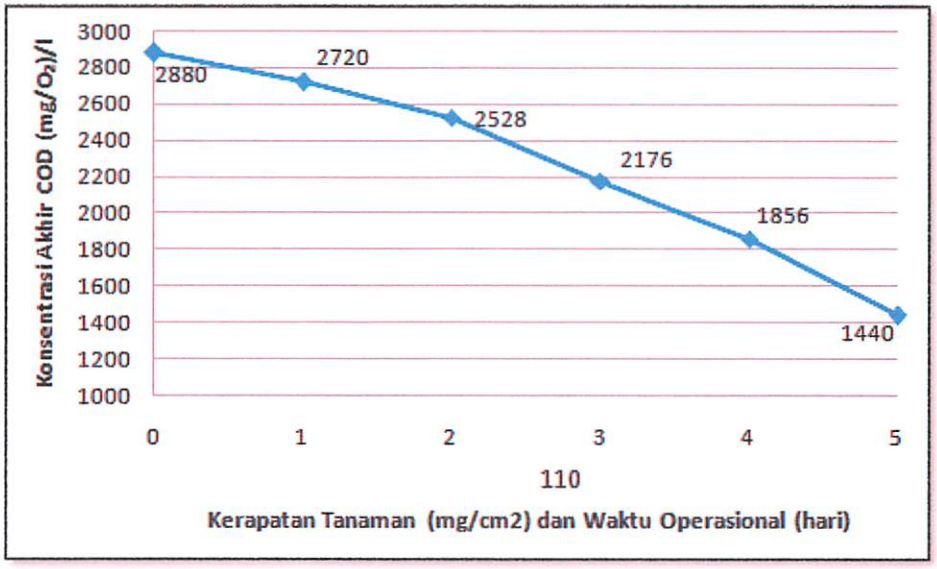


Gambar 4.14 : Konsentrasi Akhir COD setelah Proses Aerasi – SSF Wetland dengan Waktu detensi 6 Jam dengan Kerapatan Tanaman 130 mg/cm^2

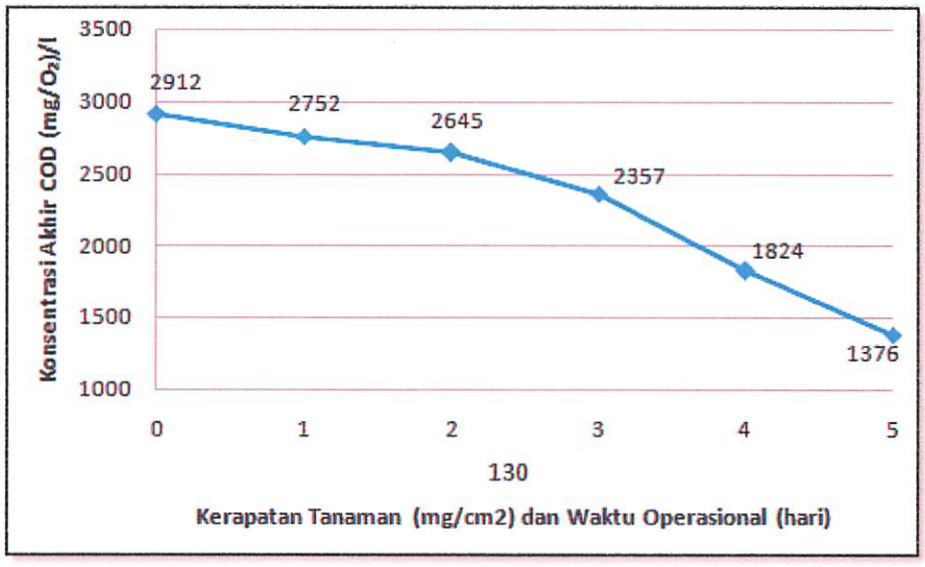
Konsentrasi akhir COD dengan waktu detensi 8 jam kerapatan 90 mg/cm2 mengalami penurunan secara signifikan, berturut-turut di waktu operasional 0,1,2,3,4 dan 5 hari prosentase penurunan dari 3008 mgO_2/l, 2837 mgO_2/l, 2368 mgO_2/l, 2272 mgO_2/l, 2091 mgO_2/l dan 1589 mgO_2/l. Kerapatan tanaman 110 mg/cm2 juga mengalami penurunan secara signifikan, berturut-turut di waktu operasional 0,1,2,3,4 dan 5 hari prosentase penurunan dari 2880 mgO_2/l, 2720 mgO_2/l, 2528 mgO_2/l, 2176 mgO_2/l, 1856 mgO_2/l dan 1440 mgO_2/l. sedangkan untuk kerapatan tanaman 130 mg/cm2 konsentrasi COD juga mengalami penurunan. Kosentrasi COD tertinggi pada waktu detensi 4 jam kerapatan 130 mg/cm^2 sebesar 1376 mgO_2/l di waktu operasional 5 hari (120 jam). Lebih jelasnya dapat diketahui pada gambar 4.15 sampai gambar 4.17



Gambar 4.15 : Konsentrasi Akhir COD setelah Proses Aerasi – SSF Wetland dengan Waktu detensi 8 Jam dengan Kerapatan Tanaman 90 mg/cm^2



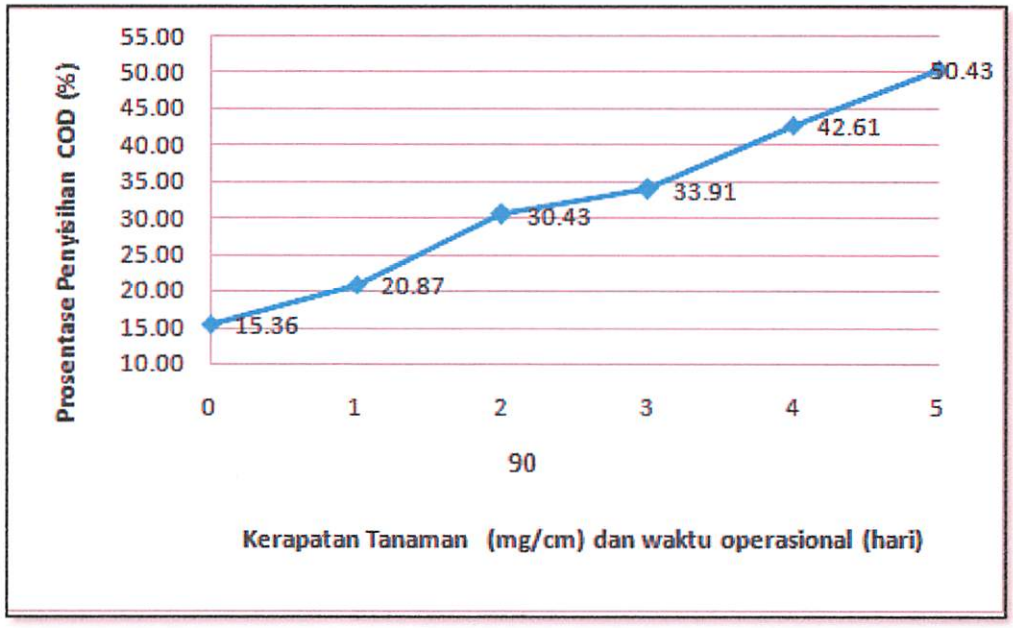
Gambar 4.16 : Konsentrasi Akhir COD setelah Proses Aerasi – SSF Wetland dengan Waktu detensi 8 Jam dengan Kerapatan Tanaman 110 mg/cm^2



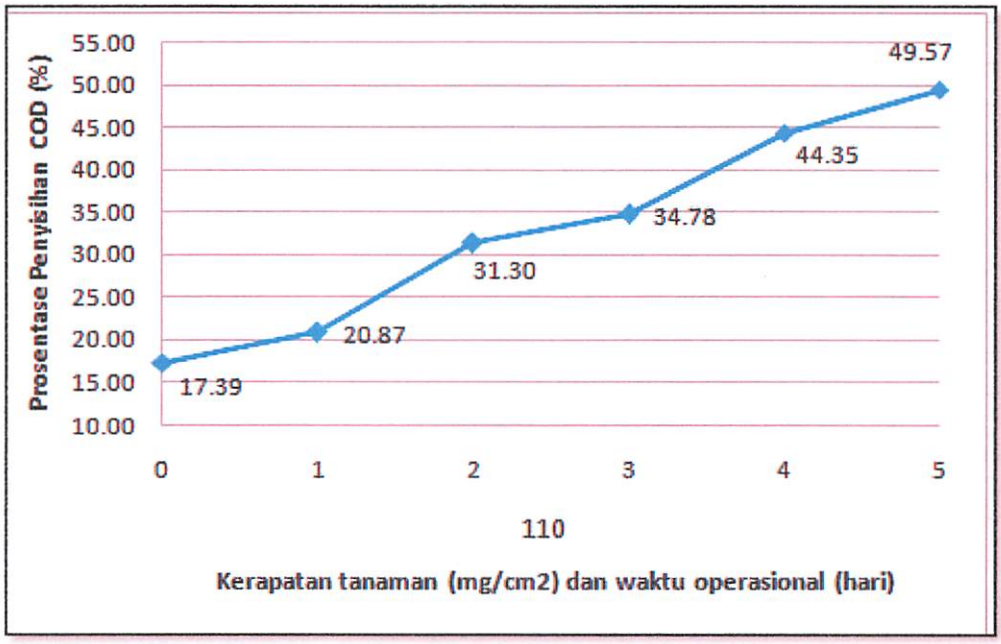
Gambar 4.17 : Konsentrasi Akhir COD setelah Proses Aerasi – SSF Wetland dengan Waktu detensi 8 Jam dengan Kerapatan Tanaman 130 mg/cm^2

4.4.5 Analisis Deskritif Prosentase Penyisihan COD dengan Proses Aerasi-SSF Wetland

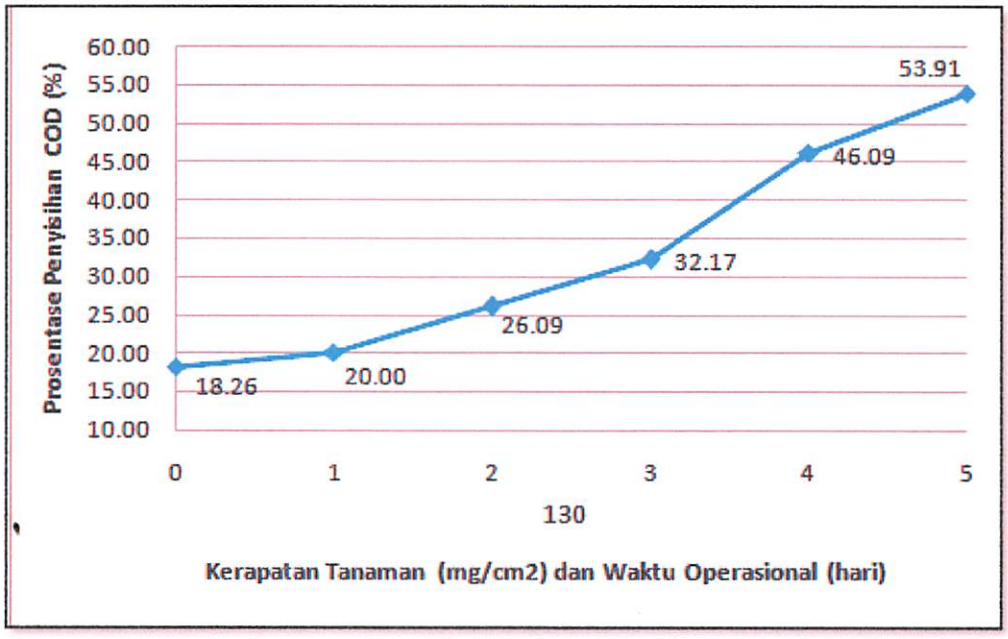
Prosentase penyisihan COD pada waktu detensi 4 jam kerapatan 90 mg/cm2 mengalami kenaikan secara signifikan, berturut-turut di waktu operasional 0,1,2,3,4 dan 5 hari prosentase kenaikan dari 15.36%, 20.87%, 30.43%, 33.91%, 42.61% dan 50.43 %. Untuk kerapatan tanaman 110 mg/cm2 juga mengalami kenaikan secara signifikan, berturut-turut di waktu operasional 0,1,2,3,4 dan 5 hari prosentase penurunan dari 17.39, 20.87%, 31.39%, 34.30%, 44,35% dan 49.57 % sedangkan untuk kerapatan tanaman 130 mg/cm2 konsentrasi COD juga mengalami penurunan. Kosentrasi COD tertinggi pada waktu detensi 4 jam kerapatan 130 mg/cm^2 sebesar 53.91 % di waktu operasional 5 hari (120 jam). Lebih jelasnya dapat diketahui pada gambar 4.18 sampai 4.20



Gambar 4.18 : Grafik Prosentase Penyisihan Konsentrasi COD Setelah Proses Aersi-SSF Wetland pada Waktu Detensi 4 Jam dengan Kerapatan Tanaman 90 mg/cm^2

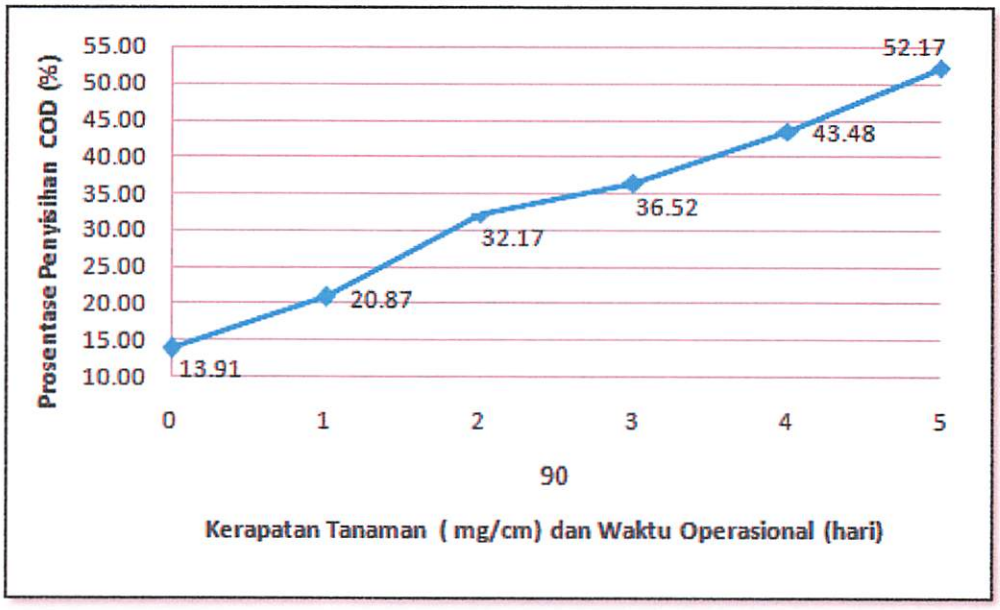


Gambar 4.19 : Grafik Prosentase Penyisihan Konsentrasi COD Setelah Proses Aersi-SSF Wetland pada Waktu Detensi 4 Jam dengan Kerapatan Tanaman 110 mg/cm^2

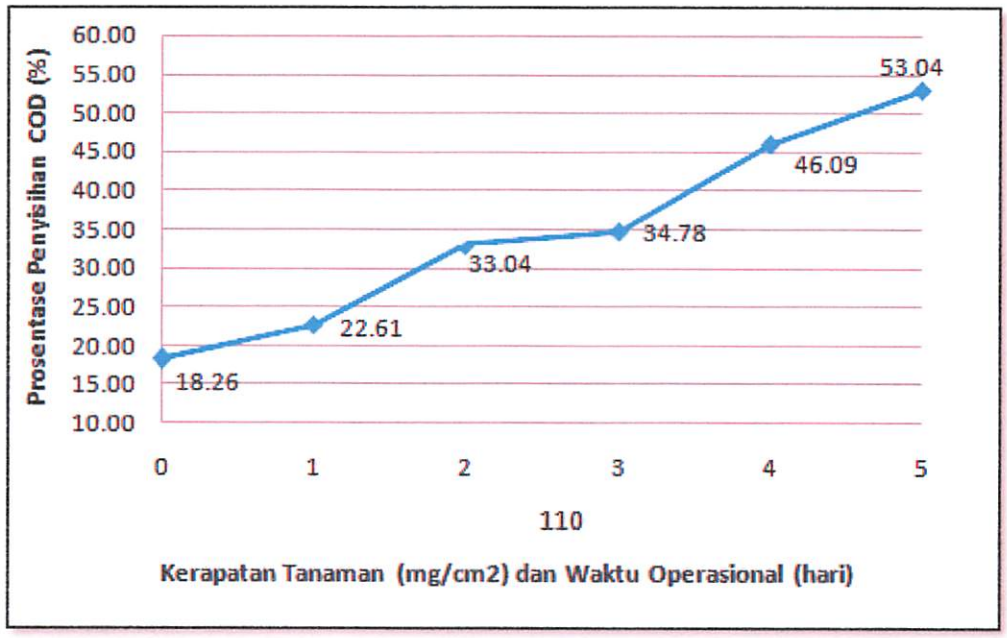


Gambar 4.20 : Grafik Prosentase Penyisihan Konsentrasi COD Setelah Proses Aersi-SSF Wetland pada Waktu Detensi 4 Jam dengan Kerapatan Tanaman 130 mg/cm^2

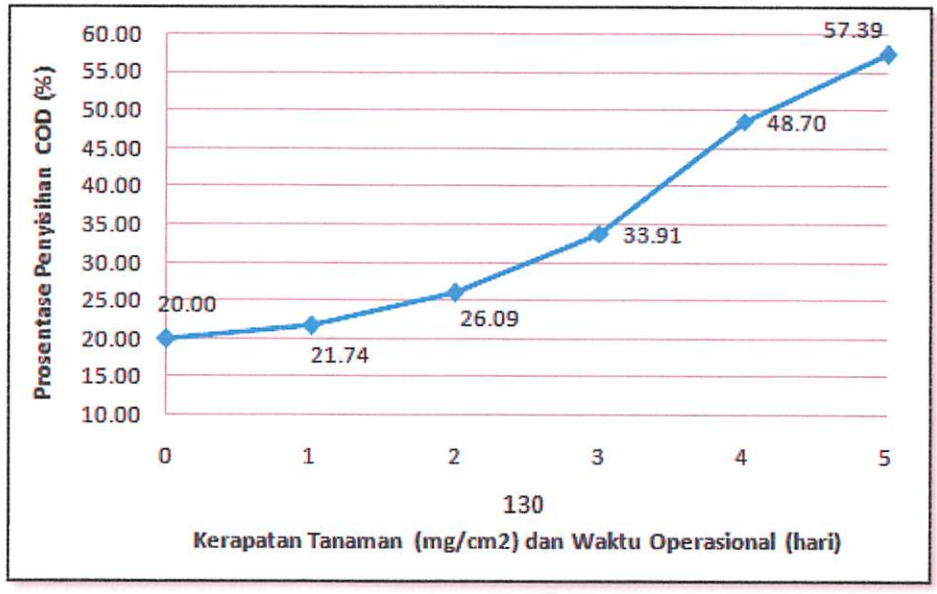
Berdasarkan gambar 4.18 sampai 4.20 menunjukkan bahwa prosentase penyisihan COD tertinggi pada waktu detensi 4 jam dengan kerapatan tanaman 130 mg/cm^2 di waktu operasional 5 hari (120 jam) yaitu sebesar 53.91% dan yang terendah sebesar 15.36 % dengan kerapatan tanaman 90 mg/cm^2. Sedangkan Prosentase penyisihan COD tertinggi pada waktu detensi 6 jam dengan kerapatan tanaman 130 mg/cm^2 di waktu operasional 5 hari (120 jam) yaitu sebesar 57.39% dan yang terendah sebesar 13.91 % dengan kerapatan tanaman 90 mg/cm^2. Sedangkan Prosentase penyisihan COD tertinggi pada waktu detensi aerasi 8 jam dengan kerapatan tanaman 130 mg/cm^2 di waktu operasional 5 hari (120 jam) yaitu sebesar 62.61% dan yang terendah sebesar 18.26 % dengan kerapatan tanaman 90 mg/cm^2 di awal operasional reaktor (0 jam).



Gambar 4.21 : Grafik Prosentase Penyisihan Konsentrasi COD Setelah Proses Aersi-SSF Wetland pada Waktu Detensi 6 Jam dengan Kerapatan Tanaman 90 mg/cm^2

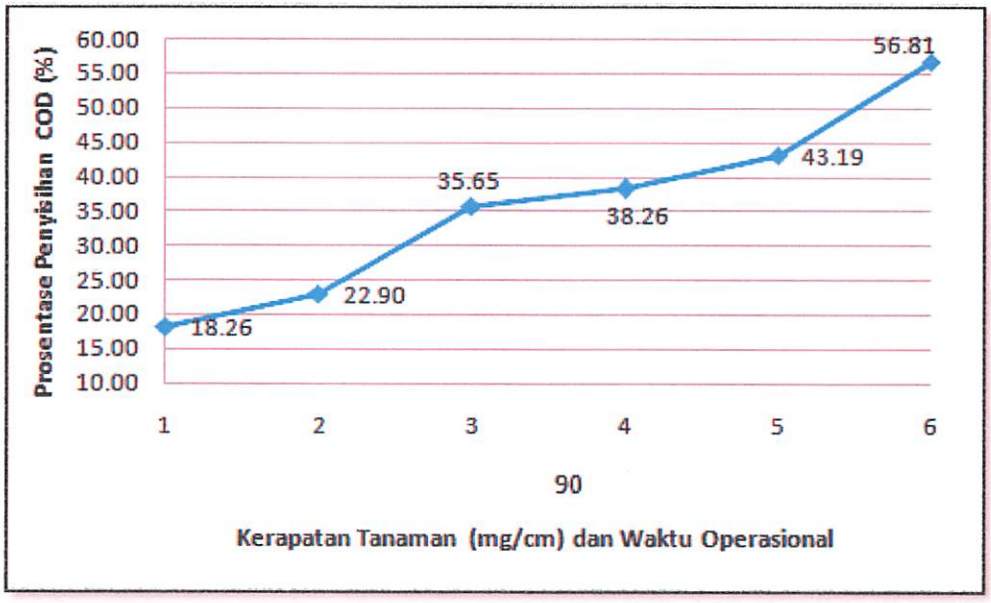


Gambar 4.22 : Grafik Prosentase Penyisihan Konsentrasi COD Setelah Proses Aersi-SSF Wetland pada Waktu Detensi 6 Jam dengan Kerapatan Tanaman 110 mg/cm^2

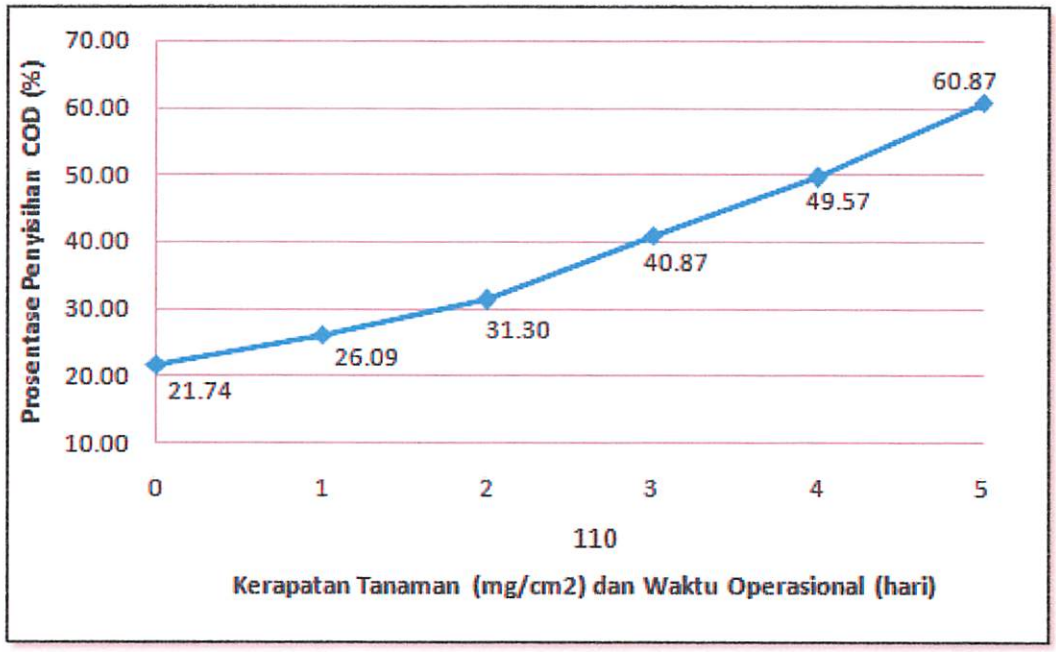


Gambar 4.23 : Grafik Prosentase Penyisihan Konsentrasi COD Setelah Proses Aersi-SSF Wetland pada Waktu Detensi 6 Jam dengan Kerapatan Tanaman 130 mg/cm^2

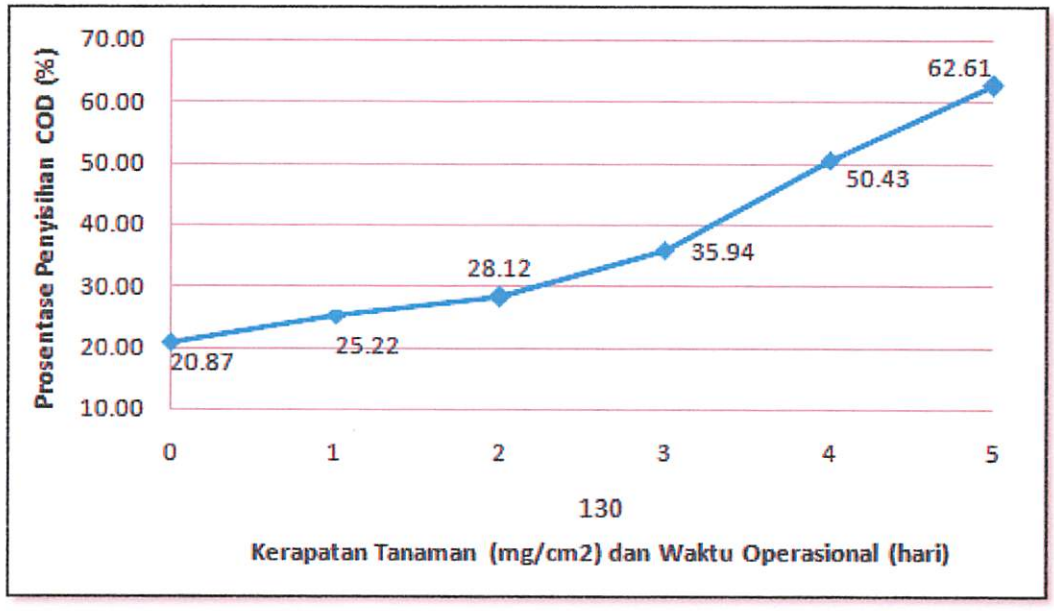
Berdasarkan Gambar 4.21 s/d gambar 4.23 Prosentase penyisihan COD dengan waktu detensi 6 jam kerapatan 90 mg/cm2 mengalami kenaikan secara signifikan, berturut-turut di waktu operasional 0,1,2,3,4 dan 5 hari prosentase kenaikan dari 13.91%, 20.87%, 32.17%, 36.52%, 43.48% dan 52.17%. Untuk kerapatan tanaman 110 mg/cm2 juga mengalami kenaikan secara signifikan, berturut-turut di waktu operasional 0,1,2,3,4 dan 5 hari, prosentase penurunan dari 17.39%, 18.26%, 22.61%, 33.04%, 34.78%, 46.09% dan 53.04 % sedangkan untuk kerapatan tanaman 130 mg/cm2 konsentrasi COD juga mengalami penurunan. Kosentrasi COD tertinggi pada waktu detensi 4 jam kerapatan 130 mg/cm^2 sebesar 57.39 % di waktu operasional 5 hari (120 jam).



Gambar 4.24 : Grafik Prosentase Penyisihan Konsentrasi COD Setelah Proses Aersi-SSF Wetland pada Waktu Detensi 8 Jam dengan kerapatan tanaman 90 mg/cm^2



Gambar 4.25 : Grafik Prosentase Penyisihan Konsentrasi COD Setelah Proses Aersi-SSF Wetland pada Waktu Detensi 8 Jam dengan kerapatan tanaman 110 mg/cm^2



Gambar 4.26 : Grafik Prosentase Penyisihan Konsentrasi COD Setelah Proses Aersi-SSF Wetland pada Waktu Detensi 8 Jam dengan kerapatan tanaman 130 mg/cm^2

Berdasarkan Gambar 4.23 sampai gambar 4.26 prosentase penyisihan COD dengan waktu detensi 8 jam kerapatan 90 mg/cm2 mengalami kenaikan secara signifikan, berturut-turut di waktu operasional 0,1,2,3,4 dan 5 hari prosentase kenaikan dari 18.26%, 22.90%, 35.65%, 38.26%, 43.19% dan 56.81 %. Untuk kerapatan tanaman 110 mg/cm2 juga mengalami kenaikan secara signifikan, berturut-turut di waktu operasional 0,1,2,3,4 dan 5 hari prosentase penurunan dari 21.74%, 26.09%, 31.30%, 40,87%, 49.57% dan 60.87 % sedangkan untuk kerapatan tanaman 130 mg/cm2 konsentrasi COD juga mengalami penurunan. Kosentrasi COD tertinggi pada waktu detensi 8 jam kerapatan 130 mg/cm^2 sebesar 62.61 % di waktu operasional 5 hari (120 jam).

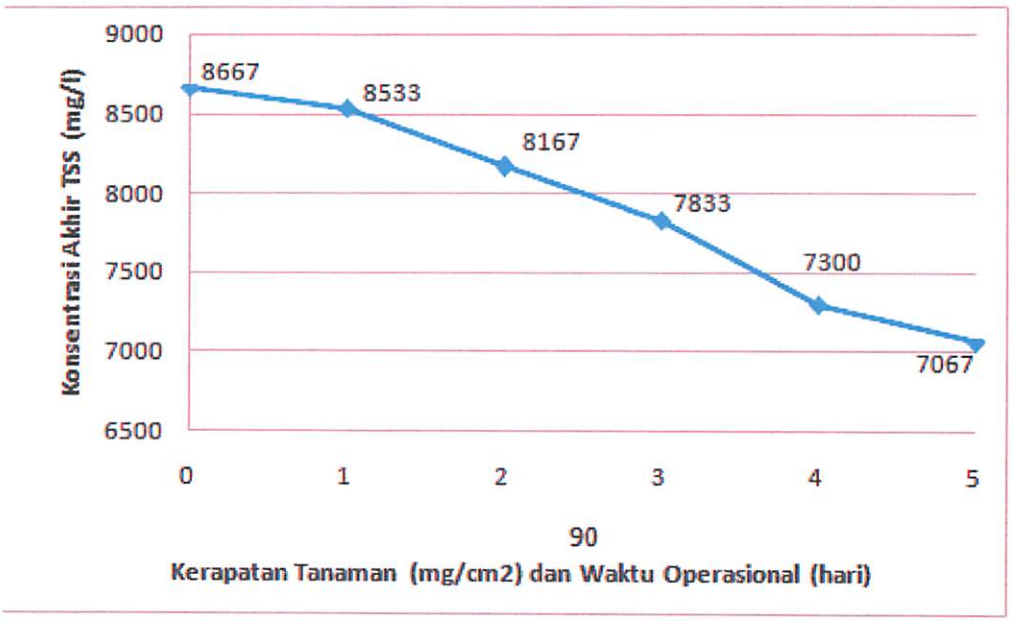
4.4.6 Analisis Deskritif Konsentrasi Akhir TSS Setelah Proses Aerasi- SSF Wetland

Data hasil penelitian yang diperoleh tentang konsentrasi akhir TSS menunjukkan bahwa proses pengolahan air lindi dengan metode aerasi – SSF Wetland memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam menurunkan konsentrasi TSS, hal ini dipengaruhi oleh pada waktu detensi dan kerapatan tanaman serta Waktu operasional yang digunakan yang berdampak pada proses kimia, fisika dan biologis yang terjadi pada masing-masing reaktor.

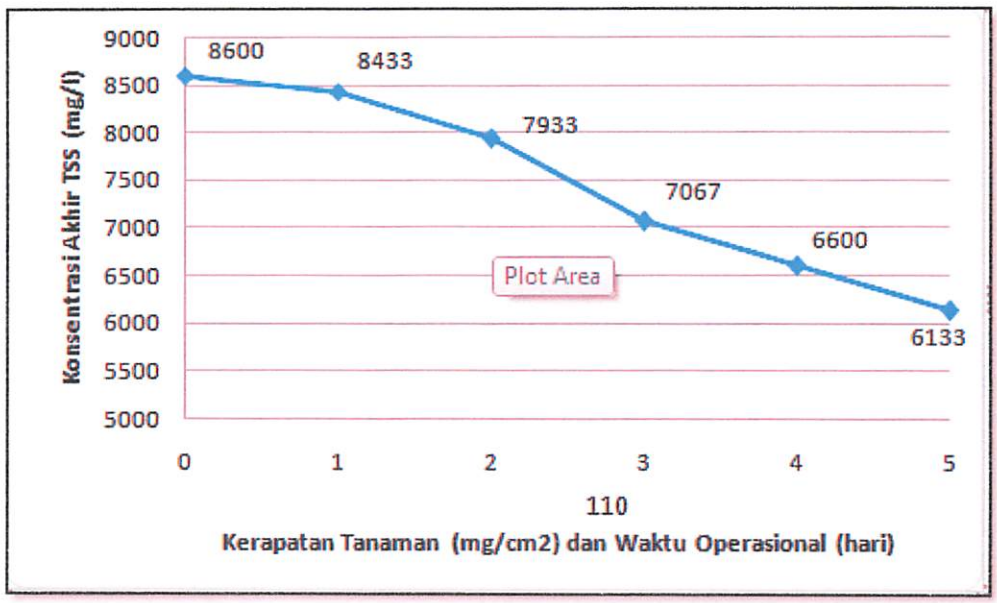
Data Konsentrasi akhir TSS dengan proses aerasi – SSF Wetland cenderung semakin menurun, Konsentrasi awal sebelum dilakukan pengolahan yaitu sebesar 11.800 mg/l, sedangkan konsentrasi akhir TSS pada waktu detensi 4 jam kerapatan 90 mg/cm2 mengalami penurunan secara signifikan, berturut-turut di waktu operasional 0,1,2,3,4 dan 5 hari prosentase penurunan dari 8667 mg/l, 8533 mg/l, 8167 mg/l, 7833 mg/l, 7300 mg/l dan 7067 mg/l. Untuk kerapatan tanaman 110 mg/cm2 juga mengalami penurunan secara signifikan, berturut-turut pada waktu operasional 0,1,2,3,4 dan 5 hari prosentase penurunan dari 8600 mg/l, 8433 mg/l, 7933 mg/l, 7067 mg/l, 6600 mg/l, dan 6133 mg/l. sedangkan

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN
MALANG

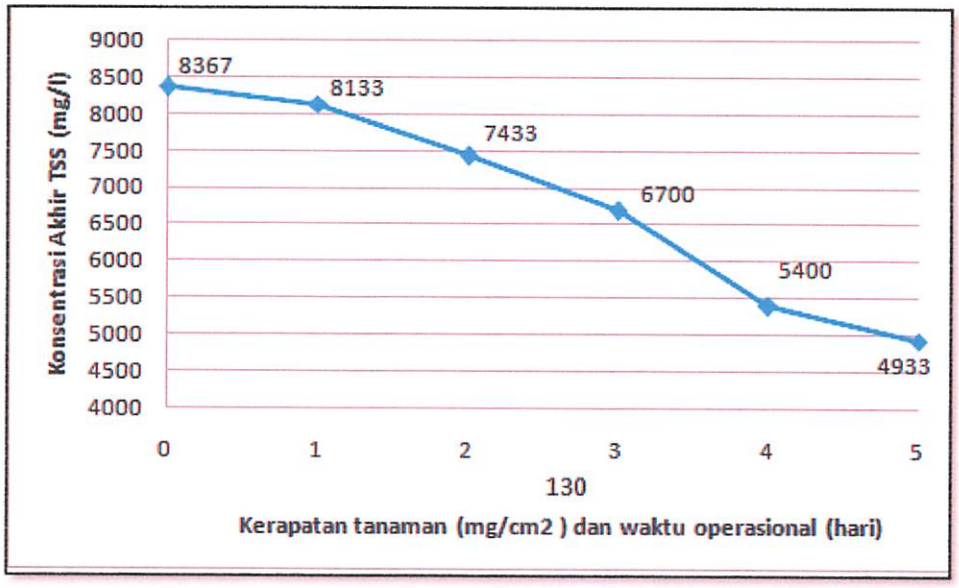
untuk kerapatan tanaman 130 mg/cm2 konsentrasi TSS juga mengalami penurunan. Kosentrasi TSS tertinggi pada waktu detensi 4 jam kerapatan 130 mg/cm^2 sebesar 4933 mg/l di waktu operasional 5 hari (120 jam). Lebih jelasnya dapat diketahui pada gambar 4.27



Gambar 4.27: Konsentrasi Akhir TSS Setelah Proses Aerasi – SSF Wetland pada Waktu detensi 4 Jam dengan Kerapatan Tanaman 90 mg/cm^2

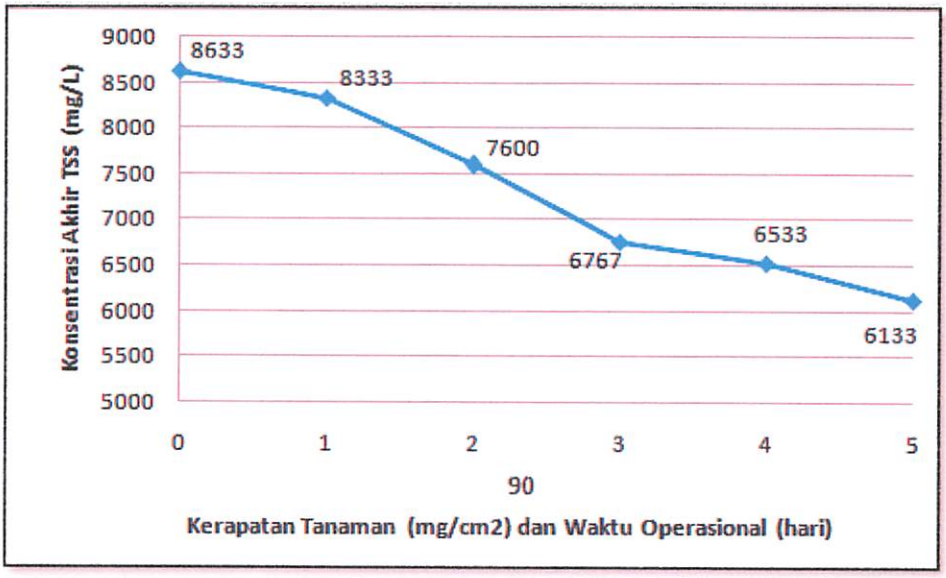


Gambar 4.28: Konsentrasi Akhir TSS Setelah Proses Aerasi – SSF Wetland pada Waktu detensi 4 Jam dengan Kerapatan Tanaman 110 mg/cm^2

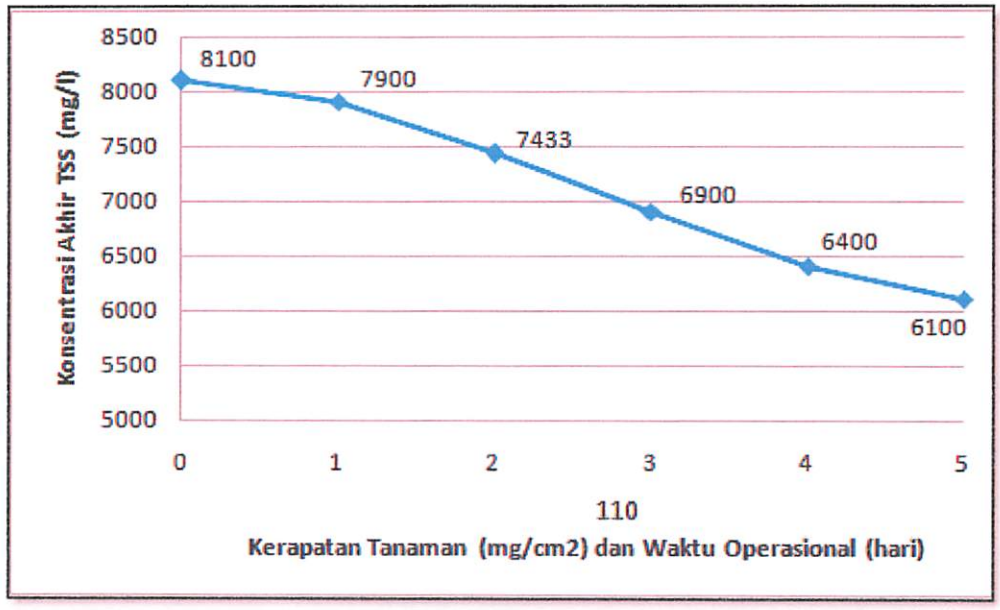


Gambar 4.29: Konsentrasi Akhir TSS Setelah Proses Aerasi – SSF Wetland pada Waktu detensi 4 Jam dengan Kerapatan Tanaman 130 mg/cm^2

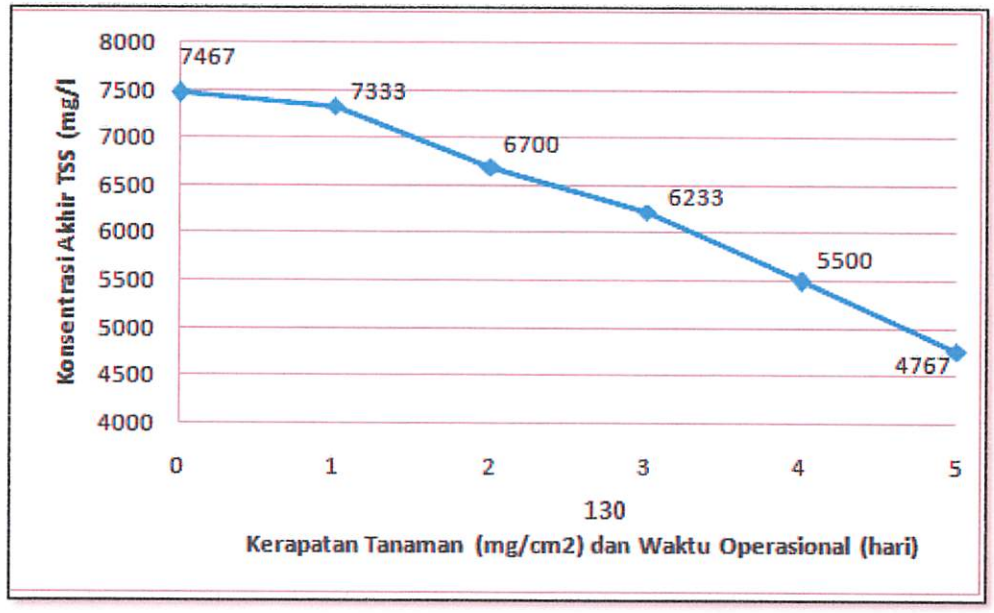
Berdasarkan gambar 4.30 sampai gambar 4.32 konsentrasi akhir TSS pada waktu detensi 6 jam kerapatan 90 mg/cm2 mengalami penurunan secara signifikan, berturut-turut di waktu operasional 0,1,2,3,4 dan 5 hari prosentase penurunan dari 8633, 7933, 7600, 6767, 6533 dan 6133 mg/l. Kerapatan tanaman 110 mg/cm2 juga mengalami penurunan secara signifikan, berturut-turut di waktu operasional 0,1,2,3,4 dan 5 hari prosentase penurunan dari 8100,7900,7433, 6900, 6400 dan 6100 mg/l. sedangkan untuk kerapatan tanaman 130 mg/cm2 konsentrasi TSS juga mengalami penurunan. Penurunan Kosentrasi TSS tertinggi pada waktu detensi 4 jam kerapatan 130 mg/cm^2 sebesar 4767 mg/l di waktu operasional 5 hari (120 jam).



Gambar 4.30 : Konsentrasi Akhir TSS setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada Waktu Detensi 6 Jam dengan Kerapatan Tanaman 90 mg/cm^2

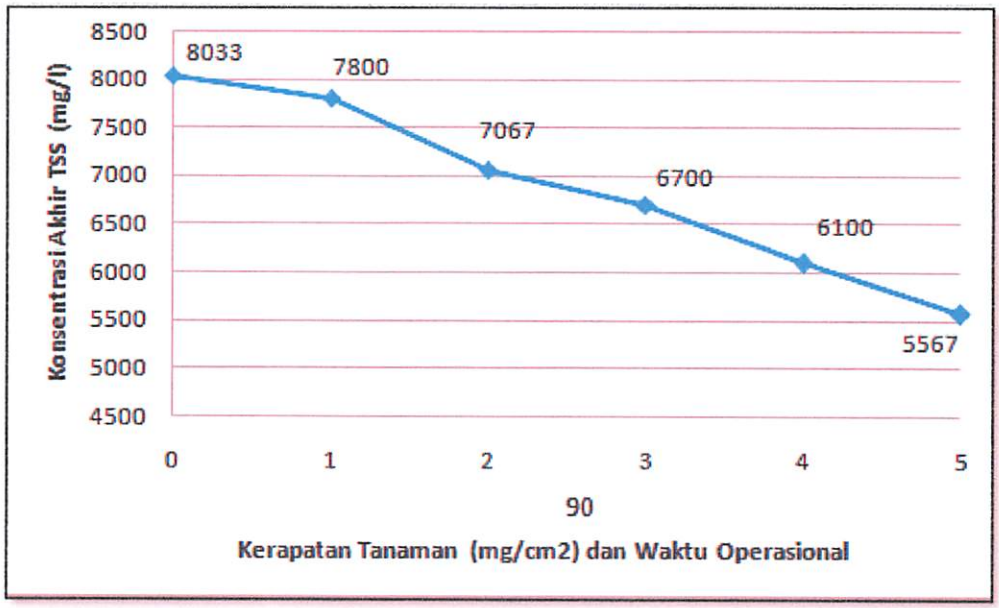


Gambar 4.31 : Konsentrasi Akhir TSS setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada Waktu Detensi 6 Jam dengan Kerapatan Tanaman 110 mg/cm^2

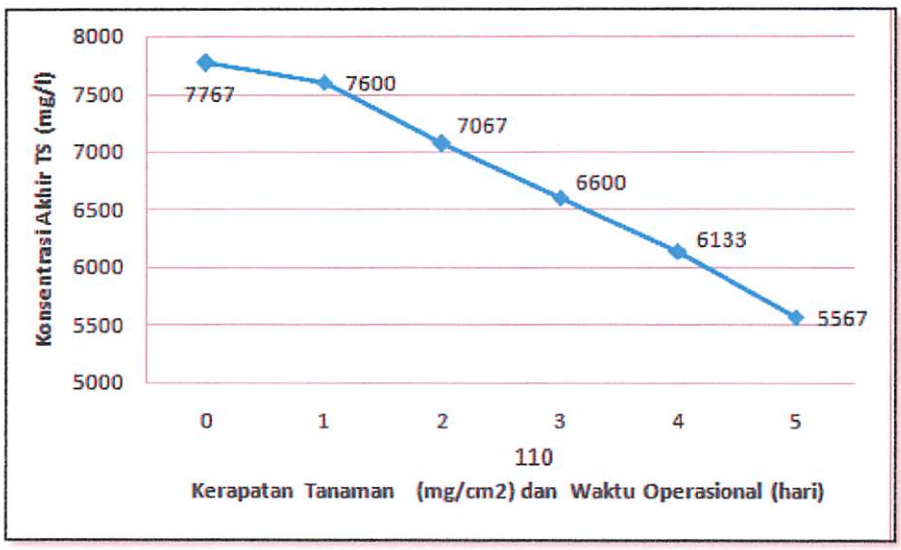


Gambar 4.32 : Konsentrasi Akhir TSS setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada Waktu Detensi 6 Jam dengan Kerapatan Tanaman 130 mg/cm^2

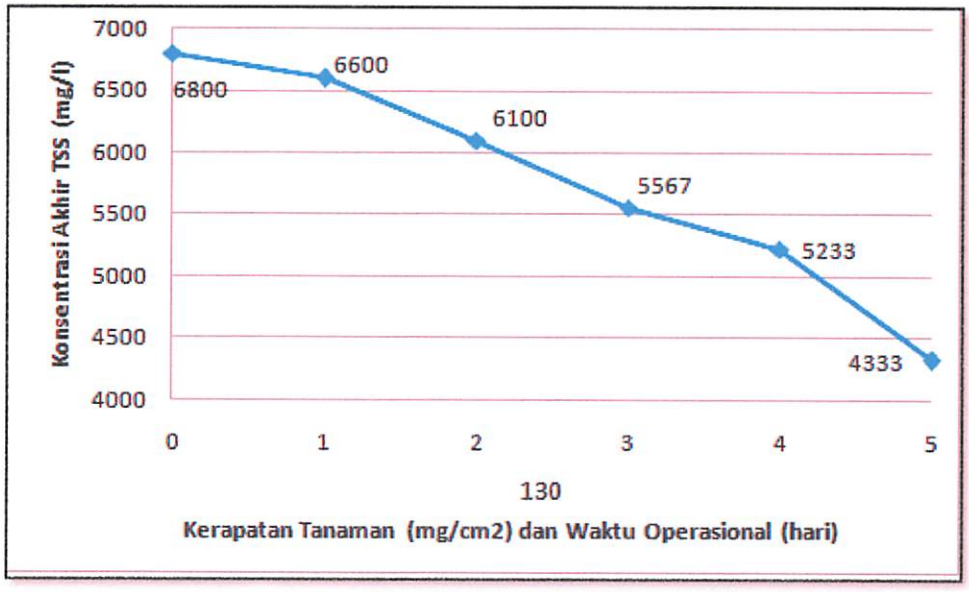
Berdasarkan gambar 4.33 sampai gambar 4.35, konsentrasi akhir TSS pada waktu detensi 8 jam kerapatan 90 mg/cm2 mengalami penurunan secara signifikan, berturut-turut di waktu operasional 0,1,2,3,4 dan 5 hari prosentase penurunan dari 8033, 7800, 7067, 6700, 6100 dan 5567 mg/l. Untuk kerapatan tanaman 110 mg/cm2 juga mengalami penurunan secara signifikan, berturut-turut di waktu operasional 0,1,2,3,4 dan 5 hari prosentase penurunan dari 7767 mg/l, 7600 mg/l, 7067 mg/l, 6600 mg/l, 6133 mg/l dan 5567 mg/l. sedangkan untuk kerapatan tanaman 130 mg/cm2 konsentrasi TSS juga mengalami penurunan. Penurunan Kosentrasi TSS tertinggi pada waktu detensi 4 jam kerapatan 130 mg/cm^2 sebesar 4333 mg/l di waktu operasional 5 hari (120 jam).



Gambar 4.33 : Konsentrasi Akhir TSS setelah Proses Aerasi – SSF Wetland pada Waktu Detensi 8 Jam dengan Kerapatan Tanaman 90 mg/cm^2



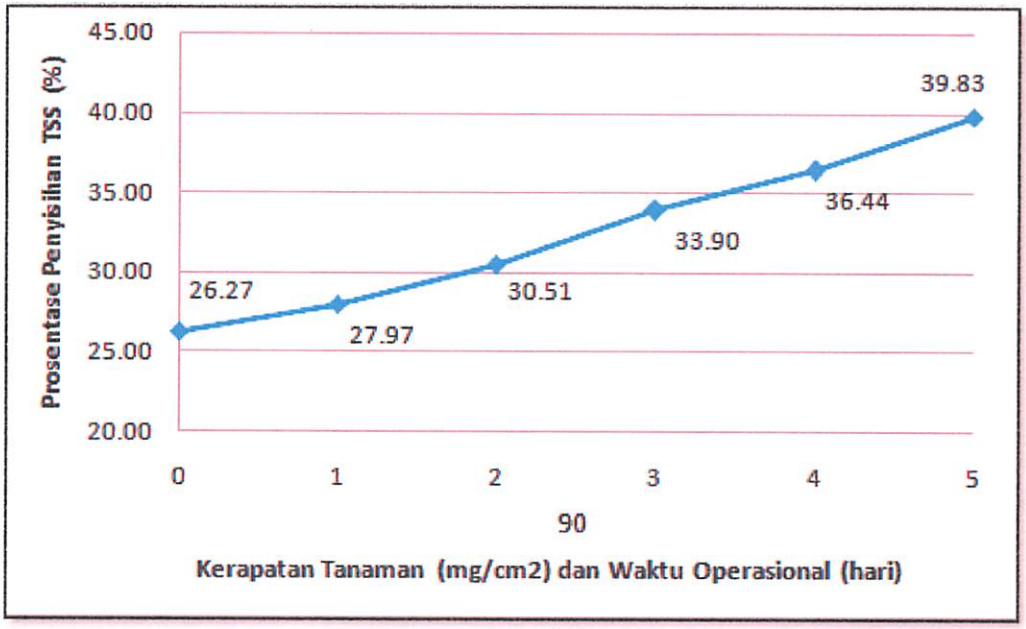
Gambar 4.34 : Konsentrasi Akhir TSS setelah Proses Aerasi – SSF Wetland pada Waktu Detensi 8 Jam dengan Kerapatan Tanaman 110 mg/cm^2



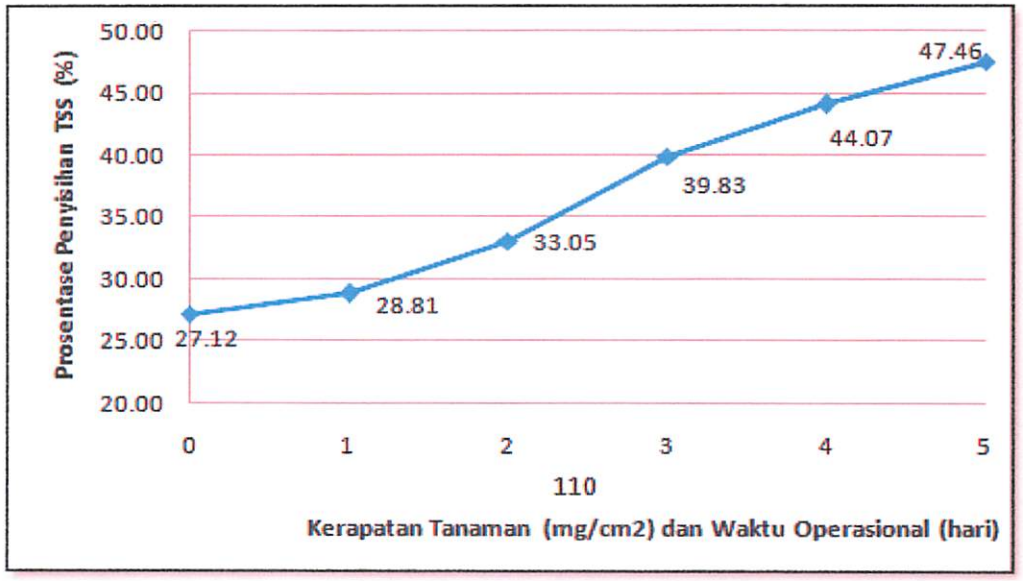
Gambar 4.35 : Konsentrasi Akhir TSS setelah Proses Aerasi – SSF Wetland pada Waktu Detensi 8 Jam dengan Kerapatan Tanaman 130 mg/cm^2

4.4.7 Analisis Deskritif Prosentase Penyisihan TSS Setelah Proses Aerasi-SSF Wetland

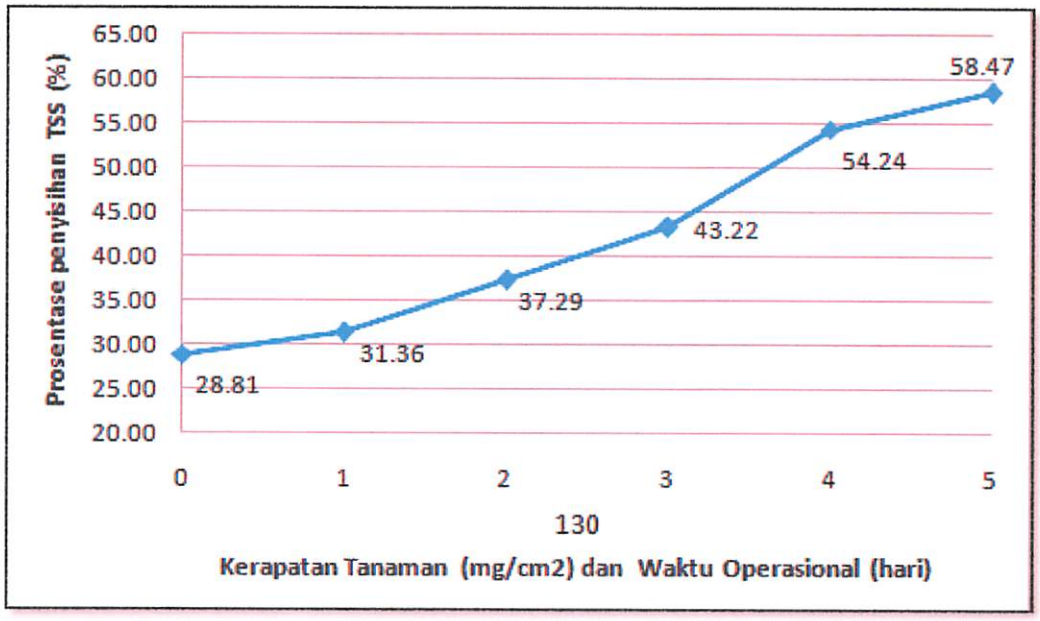
Berdasarkan gambar 4.36 sampai gambar 4.38, Prosentase penyisihan TSS pada waktu detensi 4 jam kerapatan 90 mg/cm2 mengalami kenaikan secara signifikan, berturut-turut di waktu operasional 0,1,2,3,4 dan 5 hari prosentase kenaikan dari 26.27%, 27.97%, 30.51%, 33.90%, 36.44% dan 39.83 %. Untuk kerapatan tanaman 110 mg/cm2 juga mengalami kenaikan secara signifikan, berturut-turut di waktu operasional 0,1,2,3,4 dan 5 hari prosentase penurunan dari 27.12%, 28.81%, 33.05%, 39.83, 44.07% dan 47.46 % sedangkan untuk kerapatan tanaman 130 mg/cm2 konsentrasi TSS juga mengalami penurunan, prosentase penyisihan TSS tertinggi pada waktu detensi 4 jam kerapatan 130 mg/cm^2 sebesar 58,47 % di waktu operasional 5 hari (120 jam), dan yang terendah sebesar 26,27 % dengan kerapatan tanaman 90 mg/cm^2.



Grafik 4.36: Prosentase Penyisihan TSS Setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada Waktu Detensi 4 Jam dengan Kerapatan Tanaman 90 mg/cm^2

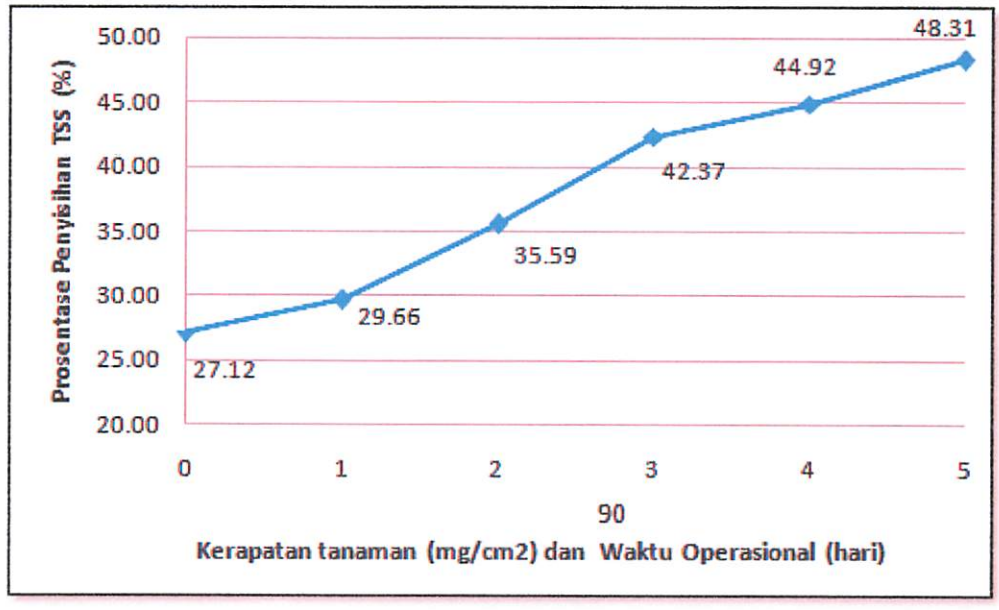


Grafik 4.37: Prosentase Penyisihan TSS Setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada Waktu Detensi 4 Jam dengan Kerapatan Tanaman 110 mg/cm^2

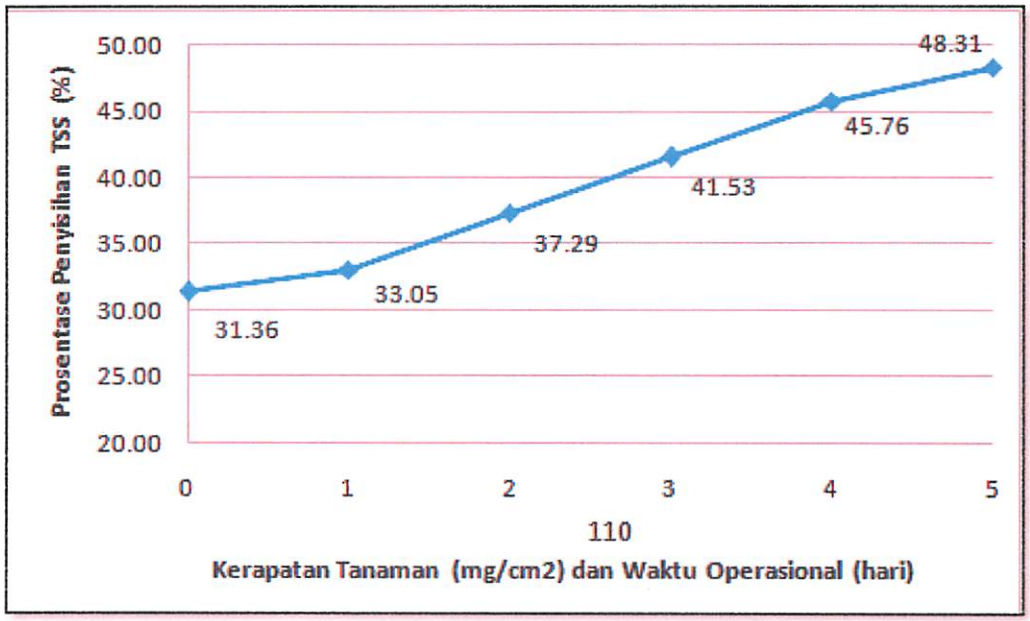


Grafik 4.38: Prosentase Penyisihan TSS Setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada Waktu Detensi 4 Jam dengan Kerapatan Tanaman 130 mg/cm^2

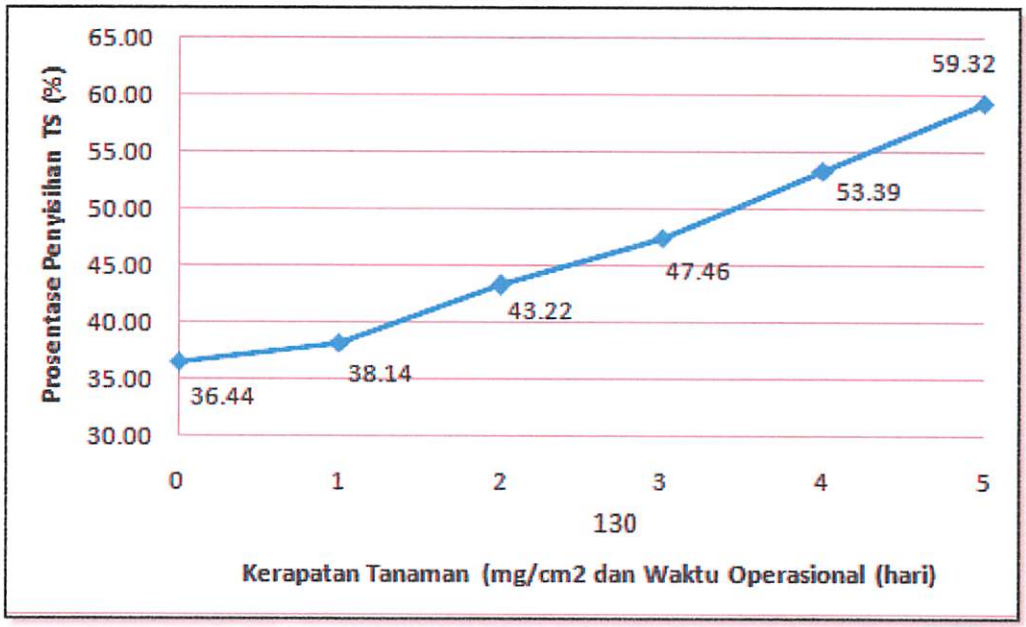
Prosentase penyisihan TSS dengan waktu detensi 6 jam kerapatan 90 mg/cm2 mengalami kenaikan secara signifikan, berturut-turut di waktu operasional 0,1,2,3,4 dan 5 hari prosentase kenaikan dari 27.12, 29.66, 35.59, 42.37, 44.92, dan 48.31 %. Kerapatan tanaman 110 mg/cm2 juga mengalami kenaikan secara signifikan, berturut-turut di waktu operasional 0,1,2,3,4 dan 5 hari prosentase penurunan dari 31.36%, 33.05%, 37.29%, 41.53%, 45.76% dan 48.31% sedangkan kerapatan tanaman 130 mg/cm2 konsentrasi TSS juga mengalami penurunan, prosentase penyisihan TSS tertinggi pada waktu detensi 6 jam kerapatan 130 mg/cm^2 sebesar 59.32 % di waktu operasional 5 hari (120 jam), dan yang terendah sebesar 27.12 % dengan kerapatan tanaman 90 mg/cm^2. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.39 sampai gambar 4.41



Gambar 4.39 : Prosentase penyisihan TSS setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada Waktu Detensi 6 Jam dengan Kerapatan Tanaman 90 mg/cm^2

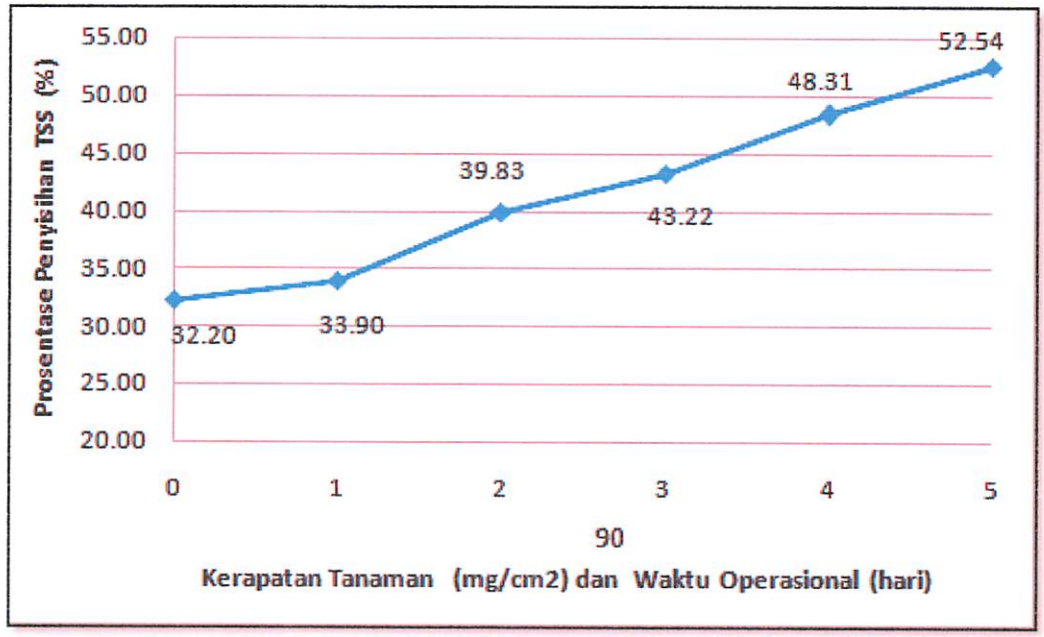


Gambar 4.40 : Prosentase penyisihan TSS setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada Waktu Detensi 6 Jam dengan Kerapatan Tanaman 110 mg/cm^2

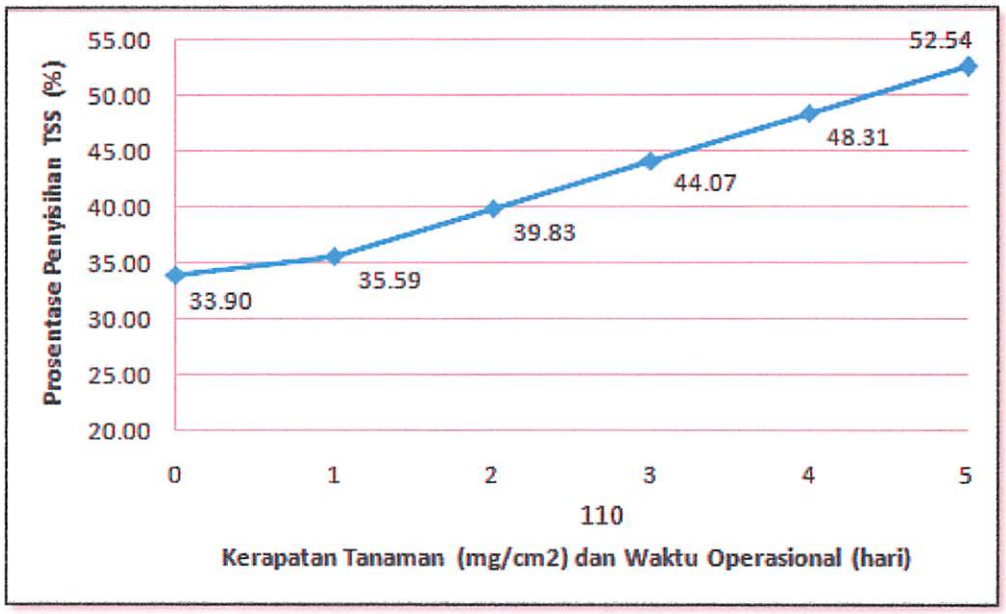


Gambar 4.41 : Prosentase penyisihan TSS setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada Waktu Detensi 6 Jam dengan Kerapatan Tanaman 130 mg/cm^2

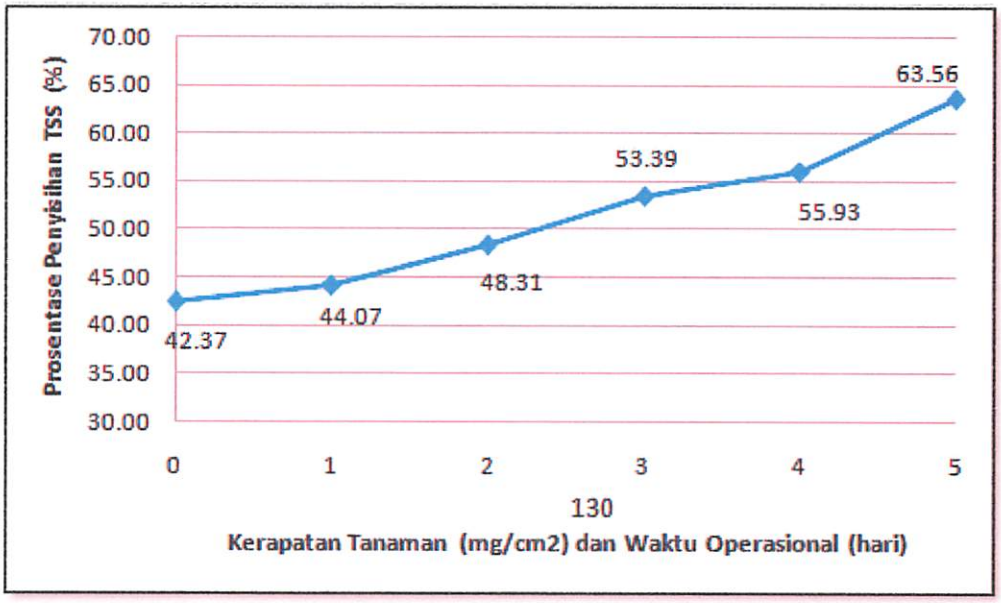
Prosentase penyisihan TSS pada waktu detensi 8 jam kerapatan 90 mg/cm^2 mengalami kenaikan secara signifikan, berturut-turut di waktu operasional 0,1,2,3,4 dan 5 hari prosentase kenaikan dari 32.20%, 33.90%, 39.83%, 43.22%, 48.31% dan 52.54 %. Untuk kerapatan tanaman 110 mg/cm2 juga mengalami kenaikan secara signifikan, berturut-turut di waktu operasional 0,1,2,3,4 dan 5 hari prosentase penurunan dari 33.90%, 35.59%, 39.83%, 44.07%, 48.31% dan 52.54% sedangkan untuk kerapatan tanaman 130 mg/cm2 konsentrasi TSS juga mengalami penurunan, prosentase penyisihan TSS tertinggi pada waktu detensi 8 jam kerapatan 130 mg/cm^2 yaitu sebesar 63.56 % di waktu operasional 5 hari (120 jam), dan yang terendah sebesar 32.20 % dengan kerapatan tanaman 90 mg/cm^2. Lebih jelasnya dapat diketahui pada gambar 4.42 sampai gambar 4.44



Gambar 4.42 : Prosentase penyisihan TSS setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada Waktu Detensi 8 Jam dengan Kerapatan Tanaman 90 mg/cm^2



Gambar 4.43 : Prosentase penyisihan TSS setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada Waktu Detensi 8 Jam dengan Kerapatan Tanaman 110 mg/cm^2



Gambar 4.44 : Prosentase penyisihan TSS setelah Proses Aerasi – SSF Wetland Pada Waktu Detensi 8 Jam dengan Kerapatan Tanaman 130 mg/cm^2

4.5 Analisis Statistika

Mengetahui ada tidaknya pengaruh perbedaan antara variabel prediktor terhadap variabel respon, maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji statistik yaitu analisa Korelasi, Regresi dan Anova One-way

4.5.1 Analisa Korelasi

Analisa korelasi dilakukan untuk mengukur tingkat keeratan hubungan linier antara variable yang diamati. Nilai korelasi berkisar antara -1 sampai +1. Nilai Korelasi negative mempunyai artian bahwa hubungan antara 2 varibel adalah tidak searah, namun jika salah satu variabel menurun maka variabel lainnya meningkat. Nilai Korelasi positif berarti hubungan antara kedua variabel adalah searah, dimana jika salah satu variabel meningkat maka variabel lainnya meningkat pula.

Suatu hubungan antara 2 variabel dikatakan berkorelasi kuat apabila mendekati 1 atau (-1) dan jika sebuah hubungan antar variabel dikatakan lemah apabila mendekati 0. Nilai derajat keeratan ® tersebut dapat dibaca dengan melihat klasifikasi hubungan statistika 2. peubah. Analisa korelasi ini juga terdapat hipotesa ada tidaknya korelasi antar variabel, dimana :

- Ho : Tidak ada korelasi antara dua variabel
- H1 : Ada korelasi antara dua variabel

Pengambilan keputusan

- Jika p-value > α, Ho diterima
- Jika p-value < α, Ho ditolak

(Iriawan dan Astuti, 2006)

4.5.1.1 Analisis Korelasi untuk Prosentase Penyisihan COD setelah proses Aerasi

Hasil uji korelasi prosentase penyisihan COD setelah proses aerasi dapat diketahui pada Tabel 4.8

Tabel 4.8 Hasil Uji korelasi Penyisihan COD (%) terhadap Waktu detensi setelah proses Aerasi

Correlations: % Penyisihan COD; Waktu Detensi

```
Pearson correlation of % Penyisihan COD and Waktu Detensi = 0.993
P-Value = 0.073
```

Koefisien korelasi pada Tabel 4.8 untuk Variasi waktu detensi adalah 0,993 sedangkan nilai probabilitas adalah 0,073. Nilai Koefisien korelasi dari waktu detensi terhadap penyisihan COD adalah kuat karena nilai koefisien korelasinya mendekati 1. Koefisien korelasi juga menunjukkan nilai positif, yang berarti bahwa apabila waktu detensi semakin lama, maka persen penyisihan COD juga ikut meningkat. Sehingga dapat dikatakan bahwa hubungannya adalah searah. Nilai probabilitas antara persentase penyisihan COD dengan waktu detensi menunjukkan angka diatas 0,05 yaitu 0,073 (0,073 > 0,05), sehingga H1 diterima yaitu ada hubungan yang kuat antara persentase penyisihan COD dengan waktu detensi.

4.5.1.2 Analisis Korelasi Untuk Prosentase Penyisihan TSS setelah Proses Aerasi

Hasil uji korelasi prosentase penyisihan TSS setelah proses aerasi dapat diketahui pada Tabel 4.9

Tabel 4.9 Hasil Uji Korelasi Prosentase Penyisihan TSS setelah Proses Aerasi

Correlations: % Penyisihan TSS; Waktu Detensi

```
Pearson correlation of % Penyisihan TSS and Waktu Detensi = 0.988
P-Value = 0.099
```

Koefisien korelasi pada Tabel 4.9 untuk Variasi waktu detensi adalah 0,988 sedangkan nilai probabilitas adalah 0,099. Nilai Koefisien korelasi dari waktu detensi terhadap penyisihan TSS adalah kuat karena nilai koefisien korelasinya mendekati 1. Koefisien korelasi juga

menunjukkan nilai positif, yang berarti bahwa apabila waktu detensi semakin lama, maka persen penyisihan TSS juga ikut meningkat. Sehingga dapat dikatakan bahwa hubungannya adalah searah. Nilai probabilitas antara persentase penyisihan TSS dengan waktu detensi menunjukkan angka diatas 0,05 yaitu 0,099 (0,099 > 0,05), sehingga Ho ditolak yaitu ada hubungan yang kuat antara persentase penyisihan TSS dengan waktu detensi.

4.5.1.3 Analisis Korelasi untuk Prosentase Penyisihan COD setelah Proses Aerasi-SSF Wetland

Hasil uji korelasi prosentase penyisihan COD setelah proses Aerasi – SSF Wetland dapat diketahui pada Tabel 4.10

Tabel 4.10 Hasil Uji Korelasi Penyisihan COD Terhadap Waktu Operasional, Waktu Detensi dan Kerapatan Tanaman

Correlations: % Penyisihan COD; Waktu Operasional; Waktu Detensi; Kerapatan Tanaman

	% Penyisihan COD	Waktu Operasiona	Waktu Detensi
Waktu Operasional	0.967		
	0.000		
Waktu Detensi	0.138	0.000	
	0.319	1.000	
Kerapat	0.034	0.000	0.000
	0.807	1.000	1.000

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Berdasarkan Tabel 4.10 antara penyisihan COD dengan waktu operasional, waktu detensi dan kerapatan tanaman, menunjukkan hubungan yang signifikan, hal ini ditunjukkan dengan nilai koefisien waktu opersional adalah 0.967, waktu detensi adalah 0,138 dan kerapatan tanaman adalah 0.034 yang berarti semakin rapat tanaman dan semakin

lama waktu detensi, maka prosentase penyisihan juga meningkat, sehingga dapat dikatakan hubungannnya adalah searah.

Koefisien korelasi antara penyisihan COD dengan waktu operasional adalah 0,967. Nilai probabilitas antara persentase penyisihan COD dengan waktu Operasional menunjukkan angka dibawah 0,05 yaitu 0 (0 < 0,05), hal ini menunjukkan antara kedua varibel lemah , karena mendekati 0, sehingga menerima H0 dan menolak H1 artinya tidak ada korelasi antara persentase penyisihan COD dengan waktu operasional.

Koefisien korelasi pada Tabel 4.10 untuk Variasi waktu detensi adalah 0,138 sedangkan nilai probabilitas adalah 0,319. Nilai Koefisien korelasi dari waktu detensi terhadap penyisihan COD adalah kuat karena nilai koefisien korelasinya mendekati 1. Koefisien korelasi juga menunjukkan nilai positif, yang berarti bahwa apabila waktu detensi semakin lama, maka persen penyisihan COD juga ikut meningkat. Sehingga dapat dikatakan bahwa hubungannya adalah searah. Nilai probabilitas antara persentase penyisihan COD dengan waktu detensi menunjukkan angka dibawah 0,05 yaitu 0.319 (0,319 > 0,05), sehingga Ho ditolak yaitu ada hubungan yang kuat antara persentase penyisihan COD dengan waktu detensi.

Koefisien korelasi pada Tabel 4.10 untuk Variasi Kerapatan Tanaman adalah 0,034 sedangkan nilai probabilitas adalah 0,807. Nilai Koefisien korelasi dari Kerapatan tanaman terhadap penyisihan COD adalah kuat karena nilai koefisien korelasinya mendekati 1. Koefisien korelasi juga menunjukkan nilai positif, yang berarti bahwa apabila waktu detensi semakin lama, maka persen penyisihan COD juga ikut meningkat. Sehingga dapat dikatakan bahwa hubungannya adalah searah. Nilai probabilitas antara persentase penyisihan COD dengan kerapatan tanaman menunjukkan angka dibawah 0,05 yaitu 0.807(0,807 > 0,05), sehingga Ho ditolak yaitu ada hubungan yang kuat antara persentase penyisihan COD dengan kerapatan tanaman

4.5.1.4 Analisis Korelasi Untuk Prosentase Penyisihan TSS dengan Proses Aerasi – SSF Wetland

Hasil uji korelasi prosentase penyisihan TSS setelah proses Aerasi – SSF Wetland dapat diketahui pada Tabel 4.11

Tabel 4.11 Hasil Uji Korelasi Penyisihan TSS Terhadap Waktu Operasional, Waktu Detensi dan Kerapatan Tanaman

Correlations: % penyisihan; waktu operas; waktu detens; Kerapatan Tan tanaman

	% penyisihan TSS	waktu operasiona	waktu detensi
waktu operasiona	0.800		
	0.000		
waktu detensi	0.354	0.000	
	0.009	1.000	
Kerapatan Tanama	0.411	0.000	0.000
	0.002	1.000	1.000

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Berdasarkan Tabel 4.11 antara penyisihan TSS dengan waktu operasional, waktu detensi dan kerapatan tanaman, menunjukkan hubungan yang signifikan, hal ini ditunjukkan dengan nilai koefisien waktu opersional adalah 0.800, waktu detensi adalah 0,354 dan kerapatan tanaman adalah 0.411 yang berarti semakin rapat tanaman dan semakin lama waktu detensi, maka prosentase penyisihan TSS juga meningkat, sehingga dapat dikatakan hubungannnya adalah searah.

Koefisien korelasi antara penyisihan TSS dengan waktu operasional adalah 0,800. Nilai probabilitas antara persentase penyisihan TSS dengan waktu Operasional menunjukkan angka dibawah 0,05 yaitu 0 (0 < 0,05), hal ini menunjukkan antara kedua varibel lemah , karena mendekati 0, sehingga menerima H1 dan menolak H0 artinya tidak ada korelasi antara persentase penyisihan TSS dengan waktu Operasional

Koefisien korelasi pada Tabel 4.11 untuk Variasi waktu detensi adalah 0,354 sedangkan nilai probabilitas adalah 0,009. Nilai Koefisien

korelasi dari waktu detensi terhadap penyisihan TSS adalah kuat karena nilai koefisien korelasinya mendekati 1. Koefisien korelasi juga menunjukkan nilai positif, yang berarti bahwa apabila waktu detensi semakin lama, maka persen penyisihan TSS juga ikut meningkat. Sehingga dapat dikatakan bahwa hubungannya adalah searah. Nilai probabilitas antara persentase penyisihan TSS dengan waktu detensi menunjukkan angka dibawah 0,05 yaitu 0.009 (0,009 < 0,05), sehingga Ho ditolak yaitu ada hubungan yang kuat antara persentase penyisihan TSS dengan waktu detensi.

Koefisien korelasi pada Tabel 4.11 untuk Variasi Kerapatan Tanaman adalah 0,411 sedangkan nilai probabilitas adalah 0,002. Nilai Koefisien korelasi dari Kerapatan tanaman terhadap penyisihan TSS adalah kuat karena nilai koefisien korelasinya mendekati 1. Koefisien korelasi juga menunjukkan nilai positif, yang berarti bahwa apabila waktu detensi semakin lama, maka persen penyisihan TSS juga ikut meningkat. Sehingga dapat dikatakan bahwa hubungannya adalah searah. Nilai probabilitas antara persentase penyisihan TSS dengan kerapatan tanaman menunjukkan angka dibawah 0,05 yaitu 0.002 (0,002 < 0,05), sehingga Ho ditolak yaitu ada hubungan yang kuat antara persentase penyisihan TSS dengan kerapatan tanaman

4.5.2 Analisis Regresi

Analisis regresi digunakan untuk mengetahui besarnya hubungan antara variabel respons dan variabel prediktor, sehingga diketahui ketepatan atau signifikasi prediksi dari hubungan atau korelasi data. Variabel respons adalah variabel yang dipengaruhi suatu variabel prediktor. Sedangkan variabel prediktor digunakan untuk memprediksi nilai variabel respons. Kedua variabel dihubungkan dengan bentuk persamaan aritmatika dimana variabel respons dan variabel prediktor dalam model regresi harus berskala kontinyu. Artinya bahwa skala data untuk kedua variabel harus ratio atau interval (Iriawan, 2004).

Pada analisis regresi juga diperlukan beberapa pengujian, yaitu :

- Uji T yang digunakan untuk mengetahui signifikansi koefisien dari variable prediktor
- Uji T mempunyai hipotesis bahwa :

  H0 = koefisien regresi tidak signifikan

  H1 = koefisien regresi signifikan

  Dalam pengambilan keputusan, uji T membandingan statistik T hitung dengan statistik T Tabel. Jika statistik T hitung < statistik T Tabel, maka H0 diterima dan H1 ditolak. Jika statistik T hitung > statistik T Tabel, maka H0 ditolak dan H1 diterima.

  Sementara dasar pengambilan keputusan dapat dilihat dari daerah penolakan berdasarkan nilai probabilitas, yaitu :

  Jika probabilitas = 0,05 , maka H0 diterima

  Jika probabilitas < 0,05 , maka H0 ditolak

4.5.2.1 Analisis Regresi Untuk Prosentase Penyisihan COD setelah Proses Aerasi

Hasil Uji regresi prosentase penyisihan COD terhadap waktu detensi dapat diketahui pada tabel 4.12

Tabel 4.12 Analisis Regresi antara Prosentase Peyisihan COD Terhadap Waktu Detensi setelah proses Aerasi

Regression Analysis: % penyisihan COD versus waktu detensi

The regression equation is
% penyisihan COD = - 19.0 + 7.61 waktu detensi

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-18.993	5.475	-3.47	0.179
waktu detensi	7.6100	0.8805	8.64	0.073

S = 2.49031 R-Sq = 98.7% R-Sq(adj) = 97.4%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	463.30	463.30	74.71	0.073
Residual Error	1	6.20	6.20		
Total	2	469.50			

Pada Tabel 4.12 memuat keterangan sebagai berikut :

- S = Standar deviasi model
- R-Sq (R^2) = Koefisien determinasi
- R-Sq (adj) = Koefisien determinasi yang disesuaikan
- T = Nilai statistik
- P = Nilai probabilitas

Pada tabel 4.16 dapat diketahui bahwa : Model regresi yang didapat adalah :

$Y = -19 + 7.61\ x$

Dimana : Y = % Penyisihan COD

x = Perbandingan waktu detensi

Persamaan regresi pada tabel 4.12 adalah Y = -19 dan X1 = 7,61 dimana Y adalah prosentase penyisihan COD dan X_1= Waktu detensi.

Pada Tabel 4.12 menunjukkan bahwa Koefisien regresi untuk variabel x (perbandingan waktu detensi) sebesar 7,61 menyatakan bahwa untuk setiap

peningkatan waktu detensi sebesar 2 jam dalam pengambilan sampel akan menurunkan prosentase penyisihan COD sebesar 7,61 %.

Hasil analisa regresi juga didapatkan nilai koefisien determinasi (R Square=r2) sebesar 98.7%. Hal ini menunjukkan bahwa persentase penyisihan COD dipengaruhi oleh variasi perbandingan waktu detensi sebesar 98.7% sedangkan sisanya dipengaruhi oleh factor lain misalnya temperature (suhu udara).

Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas dengan membandingkan statistik t hitung dengan statistik t tabel Jika statistik t hitung *output* < statistik t tabel, maka menolak H1 dan menerima Ho. Jika statistik t hitung *output* > statistik t tabel, maka menolak Ho dan menerima H1.

Berdasarkan tabel 4.12 statistik t hitung output variasi waktu detensi 8.64. Jika dibandingkan dengan nilai t tabel sebesar 4,303 (Sudjana, 2005) maka nilai t hitung waktu detensi lebih besar dari t tabel (8,64 > 4,303), sehingga, H1 diterima dan menolak Ho yang berarti koefisien regresi signifikan.

Berdasarkan probabilitas Nilai probabilitas untuk variasi perbandingan waktu detensi sebesar 0.073. Hal ini dapat disimpulkan bahwa nilai probabilitas untuk variasi perbandingan waktu detensi 0,073 > 0.05 sehingga H1 diterima dan menolak H0. Jadi variasi waktu detensi berpengaruh cukup signifikan terhadap persentase penyisihan COD.

4.5.2.2 Analisis Regresi Untuk Prosentase Penyisihan TSS setelah Proses Aerasi

Hasil Uji regresi prosentase penyisihan TSS terhadap waktu detensi dapat diketahui pada tabel 4.13

Tabel 4.13 Analisis Regresi antara prosentase Penyisihan TSS Terhadap Waktu Detensi setelah proses Aerasi

Regression Analysis: % penyisihan TSS versus waktu detensi

The regression equation is
% penyisihan TSS = 7.62 + 4.66 waktu detensi

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	7.618	4.568	1.67	0.344
waktu detensi	4.6625	0.7347	6.35	0.099

S = 2.07798 R-Sq = 97.6% R-Sq(adj) = 95.2%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	173.91	173.91	40.28	0.099
Residual Error	1	4.32	4.32		
Total	2	178.23			

Pada Tabel 4.13 memuat keterangan sebagai berikut :

- S = Standar deviasi model
- R-Sq (R^2) = Koefisien determinasi
- R-Sq (adj) = Koefisien determinasi yang disesuaikan
- T = Nilai statistik
- P = Nilai probabilitas

Pada tabel 4.13 dapat diketahui bahwa : Model regresi yang didapat adalah :

$Y = 7.62 + 4.66\ x$

Dimana : Y = % Penyisihan TSS

x = Perbandingan waktu detensi

Persamaan regresi pada table 4.13 adalah Y = 7.62 dan X1 = 4.66 dimana Y adalah prosentase penyisihan TSS dan X_1= Waktu detensi. Pada Tabel 4.17 menunjukkan bahwa Koefisien regresi untuk variabel x (perbandingan waktu detensi) sebesar 4,66 menyatakan bahwa untuk setiap peningkatan waktu detensi

sebesar 2 jam dalam pengambilan sampel akan menurunkan prosentase penyisihan TSS sebesar 4.66 %.

Hasil analisa regresi juga didapatkan nilai koefisien determinasi (R Square=r2) sebesar 97,6%. Hal ini menunjukkan bahwa persentase penyisihan TSS dipengaruhi oleh variasi perbandingan waktu detensi sebesar 97,6% dan sisanya sebesar 2,4% dipengaruhi factor lain seperti temperature (suhu udara).

Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas dengan membandingkan statistik t hitung dengan statistik t tabel Jika statistik t hitung *output* < statistik t tabel, maka menolak H1 dan menerima Ho. Jika statistik t hitung *output* > statistik t tabel, maka menolak Ho dan menerima H1.

Berdasarkan tabel 4.13 statistik t hitung output variasi waktu detensi 6,35. Jika dibandingkan dengan nilai t tabel sebesar 4,303 (Sudjana, 2005) maka nilai t hitung waktu detensi lebih besar dari t tabel (8,64 > 4,303), sehingga, H1 diterima dan menolak Ho yang berarti koefisien regresi signifikan.

Berdasarkan probabilitas Nilai probabilitas untuk variasi perbandingan waktu detensi sebesar 0.099. Hal ini dapat disimpulkan bahwa nilai probabilitas untuk variasi perbandingan waktu detensi 0,099 > 0.05 sehingga H1 diterima dan menolak H0. Jadi variasi waktu detensi berpengaruh cukup signifikan terhadap persentase penyisihan TSS.

4.5.2.3 Analisis Regresi Untuk Prosentase Penyisihan COD dengan Proses Aerasi – SSF Wetland

Hasil Uji regresi prosentase penyisihan COD terhadap waktu detensi, Kerapatan Tanaman dan Waktu Operasional dapat diketahui pada tabel 4.14

Tabel 4.14 Analisis Regresi antara prosentase Penyisihan COD Terhadap Waktu Detensi, kerapatan tanaman dan waktu opersional

Regression Analysis: % Penyisihan COD versus Waktu Operasi; Waktu Detensi; Kerapatan tanaman

```
The regression equation is
% Penyisihan COD = 6.30 + 7.46 Waktu Operasional + 1.12 Waktu Detensi
                  + 0.0274 Kerapat


Predictor             Coef  SE Coef      T      P
Constant             6.299    3.105   2.03  0.048
Waktu Operasional   7.4626   0.2309  32.32  0.000
Waktu Detensi       1.1154   0.2415   4.62  0.000
Kerapat            0.02742  0.02415   1.14  0.262


S = 2.89746   R-Sq = 95.5%   R-Sq(adj) = 95.3%


Analysis of Variance

Source          DF      SS      MS       F      P
Regression       3  8961.2  2987.1  355.80  0.000
Residual Error  50   419.8     8.4
Total           53  9381.0
```

Pada tabel 4.14 dapat diketahui bahwa : Model regresi yang didapat adalah :

$Y = 6.30 + 7.46\ x1 + 1.12\ x2 + 0.0274\ x3$

Dimana : Y = % Penyisihan COD

X_1 = Perbandingan waktu Operasional

X_2 = Perbandingan waktu detensi,

X_3 = Perbandingan Kerapatan Tanaman

Pada Tabel 4.14 menunjukkan bahwa Koefisien regresi untuk variabel variasi waktu operasional sebesar 7,4626 menyatakan bahwa untuk setiap peningkatan waktu operasional setiap 1 hari (24 jam) dalam pengambilan sampel akan menurunkan prosentase penyisihan COD sebesar 7,4626 % dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan. Koefisien regresi untuk variabel waktu detensi sebesar 1,1154 menyatakan bahwa untuk setiap peningkatan waktu detensi 2 jam dalam pengambilan sampel akan menurunkan prosentase penyisihan COD sebesar 1,1154% dan Koefisien regresi untuk variabel kerapatan tanaman sebesar 0,027 menyatakan bahwa untuk setiap variasi kerapatan tanaman yang digunakan dalam

pengambilan sampel akan menurunkan prosentase penyisihan COD sebesar 0,027%. Untuk ketiga variabel tersebut diatas, semua variabel bertanda positif, mengindikasikan bahwa adanya multikolinear dalam model, sehingga model regresi ini dikatakan signifikan

Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas dengan membandingkan statistik t hitung dengan statistik t tabel Jika statistik t hitung *output* < statistik t tabel, maka menolak H1 dan menerima Ho. Jika statistik t hitung *output* > statistik t tabel, maka menolak Ho dan menerima H1.

Berdasarkan tabel 4.14 statistik t hitung output variasi waktu operasional 32,32. Jika dibandingkan dengan nilai t tabel sebesar 2,042 (Sudjana, 2005) maka nilai t hitung waktu operasional lebih besar dari t tabel (32.32 > 2,042), sehingga, H1 di tolak dan menerima H0 yang berarti koefisien regresi tidak signifikan.

Statistik t hitung output variasi waktu detensi 4.62. Jika dibandingkan dengan nilai t tabel sebesar 2,776 (Sudjana, 2005) maka nilai t hitung waktu detensi lebih besar dari t tabel (4.62 > 2,042), sehingga, H1 diterima dan menolak Ho yang berarti koefisien regresi signifikan. statistik t hitung output variasi kerapatan tanaman 1,14. Jika dibandingkan dengan nilai t tabel sebesar 12,706 (Sudjana, 2005) maka nilai t hitung waktu detensi lebih besar dari t tabel (1,14 < 12,706), sehingga, H1 diterima dan menolak Ho yang berarti koefisien regresi signifikan.

Hasil analisa regresi juga didapatkan nilai koefisien determinasi (R Square=r2) sebesar 95,5%. Hal ini menunjukkan bahwa persentase penyisihan COD dipengaruhi oleh variasi waktu detensi, kerapatan tanaman dan waktu operasional, sisanya sebesar 4,5 % dipengaruhi oleh factor lainnya seperti Temperatur (suhu udara)

4.5.2.4 Analisis Regresi Untuk Prosentase Penyisihan TSS dengan Proses Aerasi – SSF Wetland

Hasil Uji regresi prosentase penyisihan TSS terhadap waktu detensi, Kerapatan Tanaman dan Waktu Operasional dapat diketahui pada tabel 4.15

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN
MALANG

Tabel 4.15 Analisis Regresi antara prosentase Penyisihan TSS Terhadap Waktu Detensi, kerapatan tanaman dan Waktu Operasional

Regression Analysis: % penyisihan TSS versus waktu operasi; waktu detensi, Kerapatan tanaman

```
The regression equation is
% penyisihan TSS = - 6.88 + 4.30 waktu operasional + 1.99 waktu detensi
                   + 0.231 Kerapatan Tanaman


Predictor             Coef  SE Coef      T      P
Constant            -6.879    2.617  -2.63  0.011
waktu operasional   4.2993   0.1946  22.10  0.000
waktu detensi       1.9892   0.2035   9.78  0.000
Kerapatan Tanaman  0.23069  0.02035  11.34  0.000


S = 2.44174   R-Sq = 93.4%   R-Sq(adj) = 93.0%


Analysis of Variance

Source          DF      SS      MS       F      P
Regression       3  4247.4  1415.8  237.47  0.000
Residual Error  50   298.1     6.0
Total           53  4545.5


Source             DF  Seq SS
waktu operasional   1  2911.2
waktu detensi       1   569.8
Kerapatan Tanaman   1   766.4
```

Pada tabel 4.15 dapat diketahui bahwa :

Model regresi yang didapat adalah : Y = -6.88 + 4.30 x1 + 1.99 x2 + 0,231 x3

Dimana : Y = % Penyisihan TSS

X_1 = Perbandingan waktu Operasional

X_2 = Perbandingan waktu detensi,

X_3 = Perbandingan Kerapatan Tanaman

Pada Tabel 4.15 menunjukkan bahwa Koefisien regresi untuk variabel variasi waktu operasional sebesar 4,30 menyatakan bahwa untuk setiap peningkatan waktu operasional setiap 1 hari (24 jam) dalam pengambilan sampel akan menurunkan prosentase penyisihan TSS sebesar

4,30% dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan. Koefisien regresi untuk variabel waktu detensi sebesar 1,99 menyatakan bahwa untuk setiap peningkatan waktu detensi 2 jam dalam pengambilan sampel akan menurunkan prosentase penyisihan TSS sebesar 1,99% dan Koefisien regresi untuk variabel kerapatan tanaman sebesar 0,231 menyatakan bahwa untuk setiap variasi kerapatan tanaman yang digunakan dalam waktu opersional akan menurunkan prosentase penyisihan TSS sebesar 0,231%. Untuk ketiga variabel tersebut diatas, semua variabel bertanda positif, mengindikasikan bahwa adanya multikolinear dalam model, sehingga model regresi ini dikatakan signifikan

Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas dengan membandingkan statistik t hitung dengan statistik t tabel Jika statistik t hitung *output* < statistik t tabel, maka menolak H1 dan menerima Ho. Jika statistik t hitung *output* > statistik t tabel, maka menolak Ho dan menerima H1.

Berdasarkan tabel 4.15 statistik t hitung output variasi waktu operasional 22,10. Jika dibandingkan dengan nilai t tabel sebesar 2,00 (Sudjana, 2005) maka nilai t hitung waktu operasional lebih besar dari t tabel (22,10 > 2,00), sehingga, H1 diterima dan menolak Ho yang berarti koefisien regresi signifikan. statistik t hitung output variasi waktu detensi 9.78. Jika dibandingkan dengan nilai t tabel sebesar 2,00 (Sudjana, 2005) maka nilai t hitung waktu detensi lebih besar dari t tabel (9.78 > 2,00), sehingga, H1 diterima dan menolak Ho yang berarti koefisien regresi signifikan. statistik t hitung output variasi kerapatan tanaman 11,34. Jika dibandingkan dengan nilai t tabel sebesar 2,00 (Sudjana, 2005) maka nilai t hitung waktu detensi lebih besar dari t tabel (11,34 > 2,2), sehingga, H1 diterima dan menolak Ho yang berarti koefisien regresi signifikan.

Hasil analisa regresi juga didapatkan nilai koefisien determinasi (R Square=r2) sebesar 93,4%. Hal ini menunjukkan bahwa persentase penyisihan TSS dipengaruhi oleh variasi perbandingan waktu operasional,

waktu detensi dan kerapatan tanaman dan sisanya sebesar 6,6% dipengaruhi oleh factor lainnya seperti temperature (suhu udara)

4.5.3 Analisis ANOVA One-way

Analisis ANOVA ini dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh waktu detensi aerasi, kerapatan tanaman dan waktu operasional terhadap persentase penyisihan COD dan TSS. Dalam analisis ANOVA terdapat hipotesis masalah, yaitu :

H0 = 1 = 2 = 3 = 4 = 5 = 6 (identik)

H1= 1 ≠ 2 ≠ 3 ≠ 4 ≠ 5 ≠ 6 (tidak identik)

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

Nilai probabilitas,

- Jika probabilitas = 0,05 , H0 diterima
- Jika probabilitas < 0,05 , H0 ditolak

Nilai F hitung,

- F hitung output > F Tabel, H0 ditolak
- F hitung output < F Tabel, H0 diterima

4.5.3.1 Analisis ANOVA One Way Untuk Prosentase Penyisihan COD dengan Proses Aerasi

Hasil Uji anova One way untuk prosentase penyisihan COD terhadap waktu detensi dapat diketahui pada Tabel 4.16

Tabel 4.16 Analisis One way antara Prosentase Penyisihan COD terhadap waktu operasional setelah proses aerasi

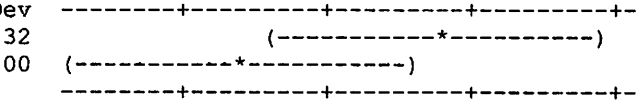
One-way ANOVA: % penyisihan COD; waktu detensi

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	641	641	5.37	0.081
Error	4	477	119		
Total	5	1118			

S = 10.93 R-Sq = 57.30% R-Sq(adj) = 46.62%

Level	N	Mean	StDev
% penyisihan COD	3	26.67	15.32
waktu detensi	3	6.00	2.00

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev



Pooled StDev = 10.93

Berdasarkan tabel 4.16 Hasil tersebut memuat keterangan sebagai berikut :

DF = Derajat Bebas

SS = Variasi Residual

MS = Mean Square

F = Nilai statistik uji (membandingkan dengan nilai Tabel F pada lampiran)

P = Nilai Probabilitas (dengan a = 0,05)

Untuk taraf signifikansi (a) sebesar 5%, maka dari Tabel distribusi F didapat F Tabel adalah 7,71. Nilai F hitung output waktu detensi adalah 5,37. Nilai probabilitas waktu operasional adalah 0,081.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu detensi adalah menolak hipotesis awal (H0) dan menerima hipotesis alternatif (H1) karena nilai F hitung > F Tabel dan nilai P < 0,05. Maka nilai t hitung waktu detensi lebih kecil dari t table (7,71>5,37), sehingga, menolak H0 dan menerima H1. Artinya bahwa persentase penyisihan COD terhadap waktu detensi dalam perlakuan tersebut memang identik.

Hasil nilai koefisien determinasi (R Square=r2) sebesar 57,30%. Hal ini menunjukkan bahwa persentase penyisihan COD dipengaruhi oleh variasi waktu detensi, sisanya sebesar 42,70% dipengaruhi oleh factor lainnya yang tidak disebutkan dalam model.

4.5.3.2 Analisis ANOVA One-way Untuk Prosentase Penyisihan TSS dengan Proses Aerasi

Hasil Uji anova One-way untuk prosentase penyisihan TSS terhadap waktu detensi dapat diketahui pada Tabel 4.17

Tabel 4.17 Analisis One way antara Prosentase Penyisihan TSS terhadap waktu detensi setelah proses aerasi

One-way ANOVA: % penyisihan TSS; waktu detensi

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	1313.6	1313.6	28.22	0.006
Error	4	186.2	46.6		
Total	5	1499.9			

S = 6.823 R-Sq = 87.58% R-Sq(adj) = 84.48%

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
% penyisihan TSS	3	35.593	9.440	(-------*------)
waktu detensi	3	6.000	2.000	(------*------)

0 15 30 45

Berdasarkan tabel 4.17, Hasil tersebut memuat keterangan sebagai berikut :

DF = Derajat Bebas

SS = Variasi Residual

MS = Mean Square

F = Nilai statistik uji (membandingkan dengan nilai Tabel F pada lampiran)

P = Nilai Probabilitas (dengan a = 0,05)

Untuk taraf signifikansi (a) sebesar 5%, maka dari Tabel distribusi F didapat F Tabel adalah 7,71. Nilai F hitung output waktu operasional adalah 28,22. Nilai probabilitas waktu operasional adalah 0,006.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu pengambilan sampel adalah menolak hipotesis awal (H0) dan menerima hipotesis alternatif (H1) karena nilai F hitung > F Tabel dan nilai P < 0,05. Maka nilai t hitung waktu detensi lebih besar dari t table (28,22 >7,71), sehingga, menolak H1 dan menerima Ho. Artinya bahwa persentase penyisihan TSS terhadap waktu detensi dalam perlakuan tersebut memang identik.

Hasil nilai koefisien determinasi (R Square=r2) sebesar 87,58%. Hal ini menunjukkan bahwa persentase penyisihan TSS dipengaruhi oleh variasi waktu detensi, sisanya sebesar 22,42% dipengaruhi oleh factor lainnya yang tidak terdapat dalam model.

4.5.3.3 Analisis ANOVA One-way Untuk Prosentase Penyisihan TSS dengan Proses Aerasi – SSF Wetland

Hasil Uji anova One way untuk prosentase penyisihan TSS terhadap waktu opersional dapat diketahui pada Tabel 4.18

Tabel 4.18 Analisis One-way antara Prosentase Penyisihan TSS terhadap waktu operasional setelah proses aerasi – SSF Wetland

One-way ANOVA: % penyisihan TSS versus waktu operasional

```
Source              DF      SS     MS      F      P
waktu operasional    5  2944.0  588.8  17.65  0.000
Error               48  1601.5   33.4
Total               53  4545.5

S = 5.776   R-Sq = 64.77%   R-Sq(adj) = 61.10%

                          Individual 95% CIs For Mean Based on
                          Pooled StDev
Level  N    Mean   StDev  -----+---------+---------+---------+----
0      9  31.732   5.260  (----*----)
1      9  33.617   5.121    (----*----)
2      9  38.324   5.323          (----*----)
3      9  43.221   5.292                (----*----)
4      9  47.930   6.068                      (----*----)
5      9  52.260   7.289                           (----*----)
                          -----+---------+---------+---------+----
                            32.0      40.0      48.0      56.0

Pooled StDev = 5.776
```

Berdasarkan tabel 4.18 Hasil tersebut memuat keterangan sebagai berikut :

DF = Derajat Bebas

SS = Variasi Residual

MS = Mean Square

F = Nilai statistik uji (membandingkan dengan nilai Tabel F pada lampiran)

P = Nilai Probabilitas (dengan a = 0,05)

Level = 0,1,2,3,4,5 (waktu operasional)

Untuk taraf signifikansi (a) sebesar 5%, maka dari Tabel distribusi F didapat F Tabel adalah 2,45. Nilai F hitung output waktu operasional adalah 17.65. Nilai probabilitas waktu operasional adalah 0,000.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu pengambilan sampel adalah menolak hipotesis awal (H0) dan menerima hipotesis alternatif (H1) karena nilai F hitung > F Tabel dan nilai P < 0,05. Maka

nilai t hitung waktu operasional lebih besar dari t table (2,45<17,65), sehingga, menolak H1 dan menerima Ho. Artinya bahwa persentase penyisihan TSS terhadap waktu operasional dalam perlakuan tersebut memang tidak identik.

Hasil nilai koefisien determinasi (R Square=r2) sebesar 64,77%. Hal ini menunjukkan bahwa persentase penyisihan TSS dipengaruhi oleh variasi perbandingan waktu operasional, sisanya sebesar 35,23% dipengaruhi oleh factor lainnya seperti waktu detensi dan kerapatan tanaman

Tabel 4.19 Analisis One-way antara Prosentase Penyisihan TSS terhadap waktu detensi setelah proses aerasi – SSF Wetland

One-way ANOVA: % penyisihan TSS versus waktu detensi

Source	DF	SS	MS	F	P
waktu detensi	2	570.1	285.1	3.66	0.033
Error	51	3975.4	77.9		
Total	53	4545.5			

S = 8.829 R-Sq = 12.54% R-Sq(adj) = 9.11%

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
4	18	37.147	9.393	(-------*--------)
6	18	41.291	8.509	(--------*-------)
8	18	45.104	8.557	(-------*--------)
				35.0 40.0 45.0 50.0

Pooled StDev = 8.829

Berdasarkan tabel 4.19, Hasil tersebut memuat keterangan sebagai berikut :

DF = Derajat Bebas

SS = Variasi Residual

MS = Mean Square

F = Nilai statistik uji (membandingkan dengan nilai Tabel F pada lampiran)

P = Nilai Probabilitas (dengan a = 0,05)

Level = 4,6,8 (waktu detensi)

Untuk taraf signifikansi (a) sebesar 5%, maka dari Tabel distribusi F didapat F Tabel adalah 3,23. Nilai F hitung output waktu detensi adalah 3,66. Nilai probabilitas waktu detensi adalah 0,033. Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu detensi adalah menolak hipotesis awal (H0) dan menerima hipotesis alternatif (H1) karena nilai F hitung > F Tabel dan nilai P < 0,05. Artinya bahwa persentase penyisihan TSS terhadap waktu detensi dalam perlakuan tersebut memang identik.

Hasil nilai koefisien determinasi (R Square=r2) sebesar 12.54%. Hal ini menunjukkan bahwa persentase penyisihan TSS dipengaruhi oleh variasi perbandingan waktu detensi, sisanya sebesar 87,46% dipengaruhi oleh factor lainnya seperti kerapatan tanaman dan waktu operasional.

Tabel 4.20 Analisis One-way antara Prosentase Penyisihan TSS terhadap kerapatan tanaman setelah proses aerasi – SSF Wetland

One-way ANOVA: % penyisihan TSS versus Kerapatan Tanaman

```
Source              DF      SS     MS     F      P
Kerapatan Tanaman    2   838.3  419.1  5.77  0.006
Error               51  3707.2   72.7
Total               53  4545.5

S = 8.526   R-Sq = 18.44%   R-Sq(adj) = 15.24%


                          Individual 95% CIs For Mean Based on
                          Pooled StDev
Level    N    Mean  StDev  ---+---------+---------+---------+------
 90     18  37.383  7.955  (-------*-------)
110     18  39.549  7.446      (-------*-------)
130     18  46.611  9.968                    (-------*-------)
                          ---+---------+---------+---------+------
                          35.0      40.0      45.0      50.0

Pooled StDev = 8.526
```

Berdasarkan tabel 4.20, Hasil tersebut memuat keterangan sebagai berikut :

DF = Derajat Bebas

SS = Variasi Residual

MS = Mean Square

F = Nilai statistik uji (membandingkan dengan nilai Tabel F pada lampiran)

P = Nilai Probabilitas (dengan a = 0,05)

Level = 90,110,130 (Kerapatan Tanaman)

Untuk taraf signifikansi (a) sebesar 5%, maka dari Tabel distribusi F didapat F Tabel adalah 3,23. Nilai F hitung output kerapatan tanaman adalah sebesar 5.77. Nilai probabilitas waktu operasional adalah 0,006.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi kerapatan tanaman adalah menolak hipotesis awal (H0) dan menerima hipotesis alternatif (H1) karena nilai F hitung > F Tabel dan nilai P < 0,05. Artinya bahwa persentase penyisihan TSS terhadap kerapatan tanaman dalam perlakuan tersebut identik.

Hasil nilai koefisien determinasi (R Square=r2) sebesar 18,44%. Hal ini menunjukkan bahwa persentase penyisihan TSS dipengaruhi oleh variasi perbandingan kerapatan tanaman sisanya sebesar 81,56% dipengaruhi oleh faktor lainnya seperti waktu detensi dan waktu operasional.

Tabel 4.21 Analisis One-way antara Prosentase Penyisihan TSS Terhadap Kerapatan tanaman, waktu detensi , waktu operasional setelah proses aerasi – SSF Wetland

One-way ANOVA: % penyisihan TSS; waktu operas; waktu detensi; Kerapatan Tanaman

```
Source   DF        SS        MS        F      P
Factor    3  403035.4  134345.1  1479.77  0.000
Error   212   19247.0      90.8
Total   215  422282.4

S = 9.528   R-Sq = 95.44%   R-Sq(adj) = 95.38%


                                        Individual 95% CIs For Mean Based
on
                                        Pooled StDev
Level                 N     Mean  StDev +---------+---------+---------+----
-----
% penyisihan TSS     54    41.18   9.26               (*)
waktu operasional    54     2.50   1.72  (*)
waktu detensi        54     6.00   1.65   (*)
Kerapatan Tanaman    54   110.00  16.48
(*)
                                        +---------+---------+---------+----
-----
                                        0         30        60        90

Pooled StDev = 9.53
```

Hasil Tabel 4.21 diatas memuat keterangan sebagai berikut :

DF = Derajat Bebas

SS = Variasi Residual

MS = Mean Square

F = Nilai statistik uji (membandingkan dengan nilai Tabel F pada lampiran)

P = Nilai Probabilitas (dengan a = 0,05)

Untuk taraf signifikansi (a) sebesar 5%, maka dari Tabel distribusi F didapat F Tabel adalah 254,3. Nilai F hitung output waktu operasional, waktu detensi dan kerapatan tanaman adalah 1479,77. Nilai probabilitas adalah 0,000.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu pengambilan sampel adalah menolak hipotesis awal (H0) dan menerima hipotesis

alternatif (H1) karena nilai F hitung > F Tabel dan nilai P < 0,05. Artinya bahwa persentase penyisihan TSS terhadap waktu operasional dalam perlakuan tersebut memang tidak identik, sedangkan prosentase penyisihan TSS terhadap waktu detensi dan kerapatan tanaman mempunyai hubungan yang searah atau identik,

Hasil nilai koefisien determinasi (R Square=r2) sebesar 95,44%. Hal ini menunjukkan bahwa persentase penyisihan TSS dipengaruhi oleh variasi perbandingan waktu detensi, kerapatan tanaman, sisanya sebesar 4,56% dipengaruhi oleh factor lainnya yang tidak disebutkan dalam model temperature (suhu udara).

4.5.3.4 Analisis ANOVA One-way Untuk Prosentase Penyisihan COD dengan Proses Aerasi – SSF Wetland

Hasil Uji ANOVA One-way untuk prosentase Penyisihan COD dapat dilihat pada Tabel 4.22 sampai tabel 4.25

Tabel 4.22 Analisis One-way antara Prosentase Penyisihan COD terhadap waktu operasional setelah proses aerasi – SSF Wetland

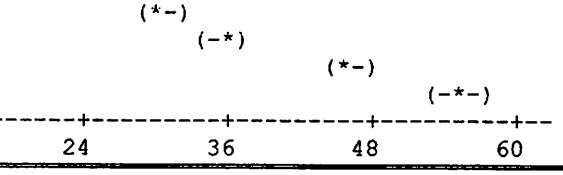
One-way ANOVA: % Penyisihan COD versus Waktu Operasional

Source	DF	SS	MS	F	P
Waktu Operasional	5	8927.22	1785.44	188.86	0.000
Error	48	453.77	9.45		
Total	53	9380.99			

S = 3.075 R-Sq = 95.16% R-Sq(adj) = 94.66%

Level	N	Mean	StDev
0	9	18.228	2.501
1	9	22.352	2.093
2	9	30.466	3.194
3	9	35.682	2.612
4	9	46.057	2.918
5	9	55.200	4.533

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev



Hasil Tabel diatas memuat keterangan sebagai berikut :

DF = Derajat Bebas

SS = Variasi Residual

MS = Mean Square

F = Nilai statistik uji (membandingkan dengan nilai Tabel F pada lampiran)

P = Nilai Probabilitas (dengan a = 0,05)

Level = 0,1,2,3,4,5 (waktu operasional)

Untuk taraf signifikansi (a) sebesar 5%, maka dari Tabel distribusi F didapat F Tabel adalah 2,45. Nilai F hitung output waktu operasional adalah 188,86.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu operasional adalah menolak hipotesis awal (H0) dan menerima hipotesis alternatif (H1) karena nilai F hitung > F Tabel dan nilai P < 0,05. Artinya bahwa persentase penyisihan TSS terhadap waktu operasional dalam perlakuan tersebut tidak identik.

Hasil nilai koefisien determinasi (R Square=r2) sebesar 95,16%. Hal ini menunjukkan bahwa persentase penyisihan COD dipengaruhi oleh variasi waktu operasional sisanya sebesar 4,84% dipengaruhi oleh factor lainnya seperti temperature (suhu udara),

Tabel 4.23 Analisis One-way antara Prosentase Penyisihan COD terhadap waktu detensi setelah proses aerasi – SSF Wetland

One-way ANOVA: % Penyisihan COD versus Waktu Detensi

```
Source          DF     SS   MS      F      P
Waktu Detensi    2    186   93   0.52  0.600
Error           51   9195  180
Total           53   9381

S = 13.43   R-Sq = 1.98%   R-Sq(adj) = 0.00%


                          Individual 95% CIs For Mean Based on
                          Pooled StDev
Level    N   Mean  StDev  -------+---------+---------+---------+--
4       18  32.69  12.61  (-----------*-----------)
6       18  34.15  13.43     (-----------*-----------)
8       18  37.15  14.20           (-----------*-----------)
                          -------+---------+---------+---------+--
                              30.0      35.0      40.0      45.0

Pooled StDev = 13.43
```

Hasil Tabel diatas memuat keterangan sebagai berikut :

DF = Derajat Bebas

SS = Variasi Residual

MS = Mean Square

F = Nilai statistik uji (membandingkan dengan nilai Tabel F pada lampiran)

P = Nilai Probabilitas (dengan a = 0,05)

Level = 4,6,8 (waktu detensi)

Untuk taraf signifikansi (a) sebesar 5%, maka dari Tabel distribusi F didapat F Tabel adalah 3.15. Nilai F hitung output waktu detensi adalah 0.52. Nilai probabilitas waktu detensi adalah 0,600. Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu pengambilan sampel adalah menolak hipotesis awal (H0) dan menerima hipotesis alternatif (H1) karena nilai F hitung > F Tabel dan nilai P < 0,05. Artinya bahwa

persentase penyisihan TSS terhadap waktu detensi dalam perlakuan tersebut memang identik.

Hasil nilai koefisien determinasi (R Square=r2) sebesar 1.98%. Hal ini menunjukkan bahwa persentase penyisihan COD dipengaruhi oleh variasi waktu detensi sisanya sebesar 98,02 dipengaruhi oleh factor lainnya seperti Waktu detensi dan kerapatan tanaman

Tabel 4.24 Analisis One-way antara Prosentase Penyisihan COD terhadap kerapatan tanaman setelah proses aerasi – SSF Wetland

One-way ANOVA: % Penyisihan COD versus Kerapatan tanaman

```
Source    DF     SS    MS      F      P
Kerapat    2     24    12   0.07  0.937
Error     51   9357   183
Total     53   9381

S = 13.55    R-Sq = 0.26%    R-Sq(adj) = 0.00%


                           Individual 95% CIs For Mean Based on
                           Pooled StDev
Level    N    Mean   StDev   --+---------+---------+---------+-------
 90     18   33.77   13.01   (---------------*---------------)
110     18   35.36   13.04        (---------------*---------------)
130     18   34.86   14.53      (---------------*---------------)
                            --+---------+---------+---------+-------
                           28.0       32.0       36.0       40.0

Pooled StDev = 13.55
```

Hasil Tabel diatas memuat keterangan sebagai berikut :

DF = Derajat Bebas

SS = Variasi Residual

MS = Mean Square

F = Nilai statistik uji (membandingkan dengan nilai Tabel F pada lampiran)

P = Nilai Probabilitas (dengan a = 0,05)

Level = 090,110,130 (Kerapatan Tanaman)

Untuk taraf signifikansi (a) sebesar 5%, maka dari Tabel distribusi F didapat F Tabel adalah 3,15 Nilai F hitung output kerapatan tanaman adalah 0.07. Nilai probabilitas kerapatan tanaman adalah 0,937. Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu pengambilan sampel adalah menolak hipotesis awal (H0) dan menerima hipotesis alternatif (H1) karena nilai F hitung > F Tabel dan nilai P < 0,05. Artinya bahwa persentase penyisihan COD terhadap kerapatan tanaman dalam perlakuan tersebut identik.

Hasil nilai koefisien determinasi (R Square=r2) sebesar 0,26%. Hal ini menunjukkan bahwa persentase penyisihan COD dipengaruhi oleh variasi waktu detensi sisanya sebesar 999,74% dipengaruhi oleh factor lainnya seperti kerapatan tanaman dan waktu operasional

Tabel 4.25 Analisis One-way antara Prosentase Penyisihan COD terhadap waktu operasional, waktu detensi, kerapatan tanaman setelah proses aerasi – SSF Wetland

One-way ANOVA: % Penyisihan COD; Waktu Operasional; Waktu Detensi; Kerapatan tanaman

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	3	403868	134623	1185.09	0.000
Error	212	24082	114		
Total	215	427951			

S = 10.66 R-Sq = 94.37% R-Sq(adj) = 94.29%

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
% Penyisihan COD	54	34.66	13.30	(*)
Waktu Operasional	54	2.50	1.72	(*)
Waktu Detensi	54	6.00	1.65	(*)
Kerapat (*)	54	110.00	16.48	

0 30 60 90

Pooled StDev = 10.66

Hasil Tabel diatas memuat keterangan sebagai berikut :

DF = Derajat Bebas

SS = Variasi Residual

MS = Mean Square

F = Nilai statistik uji (membandingkan dengan nilai Tabel F pada lampiran)

P = Nilai Probabilitas (dengan a = 0,05)

Untuk taraf signifikansi (a) sebesar 5%, maka dari Tabel distribusi F didapat F Tabel adalah 2,68. Nilai F hitung output waktu operasional adalah 1185,09. Nilai probabilitas adalah 0,000.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu detensi, kerapatan tanaman adalah menolak hipotesis awal (H0) dan menerima hipotesis alternatif (H1) karena nilai F hitung > F Tabel dan nilai P < 0,05. Artinya bahwa persentase penyisihan COD terhadap waktu detensi dan kerapatan tanaman dalam perlakuan tersebut memang identik dan prosentase penyisihan COD terhadap waktu operasional tersebut tidak identik.

Hasil nilai koefisien determinasi (R Square=r2) sebesar 94,37%. Hal ini menunjukkan bahwa persentase penyisihan COD dipengaruhi oleh variasi waktu detensi, kerapatan tanaman dan waktu operasional sisanya sebesar 5,63% dipengaruhi oleh factor lainnya seperti temperature (suhu udara) yang tidak ada dalam model.

4.6 Pembahasan

Rangkaian penelitian yang dilakukan terdiri dari 2 buah reaktor dengan reaktor berjenjang. Reaktor pertama yaitu reaktor aerasi dengan menggunakan alat bantu aerator. Adapun tujuannya adalah untuk penambahan asupan oksigen secara terus menerus sehingga dapat menurunkan kadar organik dalam air limbah.

Variasi waktu detensi yang digunakan yaitu 4 jam, 6 jam dan 8 jam. Pemilihan waktu detensi tersebut di dasarkan pada waktu tinggal ideal mikroorganisme dalam proses aerasi yaitu 4 sampai 8 jam. (Sugiarto, 2005). Kemudian dialirkan ke reaktor Lahan Basah Aliran Bawah Permukaan/SSF Wetland dengan menggunakan Tanaman Genjer. Variasi yang digunakan 3 variabel yaitu variasi waktu detensi, kerapatan tanaman dan waktu operasional. Variasi waktu detensi yang digunakan adalah 4 jam, 6 jam, dan 8 jam. Variasi Kerapatan Tanaman adalah 90 mg/cm^2, 110 mg/cm^2 dan 130 mg/cm^2. Variasi waktu operasional pengambilan sampel yang digunakan setelah proses Aerasi – SSF Wetland yaitu representasi terhadap kinerja reaktor yaitu reaktor yang direpresentasikan pada rangkaian reaktor aerasi dan reaktor SSF Wetland.

Waktu operasional pengambilan sampel 0 hari yaitu Pengambilan sampel ke-0 pada saat sampel dialirkan dalam bak reaktor, waktu operasional pengambilan sampel ke-1 dilakukan setelah 1 Hari (24 Jam) dari pengambilan pertama (0 hari). Waktu operasional pengambilan sampel ke-2 dilakukan setelah 2 Hari (48 jam) dari pengambilan pertama. Waktu operasional pengambilan sampel ke-3 dilakukan setelah 3 Hari (72 jam) dari pengambilan pertama. Waktu operasional pengambilan sampel ke-4 dilakukan setelah 4 Hari (96 Jam) dari pengambilan pertama. Waktu operasional pengambilan sampel ke-5 dilakukan setelah 5 hari (120 jam) dari pengambilan pertama. Waktu operasional pengambilan sampel ke-6 dilakukan setelah 5 hari (144 jam) dari pengambilan pertama. Waktu operasional pengambilan sampel ke-7 dilakukan setelah 5 hari (168 jam) dari pengambilan pertama.

Dasar pengambilan keputusan ini didasarkan dengan memperhatikan umur hidup dari tanaman yang digunakan (tanaman Genjer) serta waktu kontak dengan air limbah. Pembahasan pada sub bab ini akan menjelaskan pengaruh waktu detensi, kerapatan tanaman dan waktu operasional dalam proses Aerasi – SSF Wetland

4.6.1 Pengaruh Waktu detensi Terhadap Penyisihan COD dan TSS dengan Proses Aerasi

Proses aerasi merupakan salah satu proses dari tranfer gas yang lebih dikhususkan pada transfer oksigen dari fase gas ke fase cair. Fungsi utama aerasi dalam pengelolaan air adalah melarutkan oksigen ke dalam air untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air dan melepaskan kandungan gas-gas yang terlarut dalam air serta membantu pengadukan air. Aerasi dipergunakan pula untuk menghilangkan kandungan gas-gas terlarut, oksidasi kandungan besi dan mangan dalam air, mereduksi kandungan ammonia dalam air melalui proses nitrifikasi dan untuk meningkatkan kandungan oksigen terlarut agar air terasa lebih segar. Cara penambahan oksigen yaitu dengan cara memasukkan udara atau oksigen ke dalam air dengan water pump. Apabila water pump diletakkan di tengah-tengah, maka akan meningkatkan kecepatan berkontaknya gelembung udara dengan air, sehingga proses pemberian oksigen akan berjalan lebih cepat. Oleh karena itu, biasanya water pump ini diletakkan pada dasar bak aerasi dengan memasukkan udara yang diberi tekanan. (Sugiharto, 2005)

Pada penelitian ini proses pengolahan lindi yaitu dengan menggunakan proses aerasi yang menggunakan alat bantu aerator. adapun tujuannya adalah untuk penambahan asupan oksigen secara terus menerus sehingga dapat menurunkan kadar organik dalam air limbah. Variasi waktu detensi yang digunakan yaitu 4 jam, 6 jam dan 8 jam. Pemilihan waktu detensi tersebut di dasarkan pada waktu tinggal ideal mikroorganisme dalam proses aerasi yaitu 4 sampai 8 jam. (Sugiarto, 2005).

Konsentrasi awal COD sebelum dilakukan pengolahan adalah sebesar 3680 mgO_2/l. Selanjutnya dilakukan proses aerasi dengan waktu detensi 4 jam konsentrasi COD mengalami penurunan menjadi 3296 mgO_2/l sehingga prosentase penyisihan sebesar 10.43%. Pada waktu detensi 6 jam konsentrasi COD menurun kembali menjadi 2624 mgO_2/l sehingga prosentase penyisihan COD sebesar 28%. Selanjutnya pada waktu detensi 8 jam konsentrasi COD menurun kembali menjadi 2187 mgO_2/l dengan prosentase penyisihan sebesar 40,87%.

Berdasarkan dari penurunan konsentrasi COD tersebut dilihat dari waktu detensi 4 jam, 6 jam dan 8 jam diketahui bahwa konsentrasi COD pada waktu detensi 4 jam ke waktu detensi 6 jam terdapat selisih prosentase penyisihan yaitu sebesar 18.43%. Sedangkan pada waktu detensi 6 jam ke waktu detensi 8 jam terdapat selisih prosentase penyisihan COD yaitu sebesar 12,87%. Karakteristik pertumbuhan bakteri dalam reaktor berdasarkan waktu ada 4 tahapan/fase pertumbuhan. Empat fase Pertumbuhan mikroorganisme yaitu *Fase Adaptasi (log Fase)* Merupakan persiapan dan penyesuaian diri dengan kondisi pertumbuhan dan lingkungan yang baru. Waktu penyesuaian ini umumnya berlangsung selama 2 jam. *Fase Pembelahan (Gowth Phase)* setelah beradaptasi sel – sel ini akan tumbuh dan membelah diri secara eksponensial sampai jumlah maksimal yang dapat dibantu oleh kondisi lingkungan yang dicapai untuk melakukan pembelahan. Kebanyakan bakteri pada fase ini berlangsung selama 8 – 24 jam. *Fase Tetap (Stationary Phase)* Pertumbuhan populasi mikroorganisme dibatasi oleh habisnya bahan gizi yang tersedia atau penimbunan zat racun sebagai hasil akhir metabolisme. Sehingga kecepatan pertumbuhan menurun, mulai ada yang mati. Pembelahan terhambat pada suatu saat terjadi jumlah bakteri yang tetap sama. *Fase Kematian (Death Phase)* Sel – sel yang berada dalam fase tetap akhirnya akan mati bila tidak dipindahkan ke media segar lainnya. Dalam bentuk logaritmik fase menurun atau kematian merupakan penurunan secara garis lurus yang digambarkan oleh jumlah sel – sel hidup terhadap waktu, jumlah bakteri hidup berkurang dan menurun. (Metcalf & Eddy 2003)

Hasil serupa dapat ditemui pada hasil penelitian Haryunna Yekti (2005) yang menggunakan proses aerasi dengan waktu detensi 6 dalam menurunkan konsentrasi BOD dan Phospat, hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa semakin lama waktu detensi, maka prosentase penyisihan semakin besar dan efektif dalam menurunkan kandungan senyawa organik dalam air limbah. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Sari wulan Rendy (2007) tentang metode aerasi dengan variasi waktu detensi 3,5 jam, 4 jam, dan 6 jam. Dengan hasil waktu detensi 6 jam dapat menurunkan kandungan COD sebesar 58,33% dan warna sebesar 60,34%.

Berdasarkan Tabel 4.13 nilai Koefisien korelasi prosentase penyisihan COD untuk Variasi waktu detensi adalah sebesar 0,993 sedangkan nilai probabilitas adalah 0,073. Nilai Koefisien korelasi dari waktu detensi terhadap penyisihan COD adalah kuat karena nilai koefisien korelasinya mendekati 1. Koefisien korelasi juga menunjukkan nilai positif, yang berarti bahwa apabila waktu detensi semakin lama, maka persen penyisihan COD juga ikut meningkat. Sehingga dapat dikatakan bahwa hubungannya adalah searah. Nilai probabilitas antara persentase penyisihan COD dengan waktu detensi menunjukkan angka diatas 0,05 yaitu 0,073 (0,073 > 0,05), sehingga Ho ditolak yaitu ada hubungan yang kuat antara persentase penyisihan COD dengan waktu detensi.

Berdasarkan Tabel 4.14 Prosentase penyisihan TSS juga mengalami kenaikan, hal ini didukung dengan nilai Koefisien korelasi untuk Variasi waktu detensi adalah 0,988 sedangkan nilai probabilitas adalah 0,099. Nilai Koefisien korelasi dari waktu detensi terhadap penyisihan TSS adalah kuat karena nilai koefisien korelasinya mendekati 1. Koefisien korelasi juga menunjukkan nilai positif, yang berarti bahwa apabila waktu detensi semakin lama, maka persen penyisihan TSS juga ikut meningkat. Sehingga dapat dikatakan bahwa hubungannya adalah searah. Nilai probabilitas antara persentase penyisihan TSS dengan waktu detensi menunjukkan angka diatas 0,05 yaitu 0,099 (0,099 > 0,05),

sehingga Ho ditolak yaitu ada hubungan yang kuat antara persentase penyisihan TSS dengan waktu detensi.

Penelitian serupa juga dilakukan oleh Pala Frediwati Junari (2008) menggunakan metode aerasi dengan variasi waktu detensi 2 jam, 4 jam, dan 6 jam. Dari hasil peneletian tersebut, didapatkan hasil waktu detensi yang optimum yaitu waktu detensi 6 jam dapat menurunkan kandungan TSS sebesar 46,01%.

Konsentrasi TSS dalam limbah berbanding lurus dengan konsentrasi-konsentrasi zat-zat kimia yang terdapat dalam limbah termasuk didalamnya COD, BOD (Sugiharto, 2005). Apabila penanganan TSS dalam limbah tepat, maka secara otomatis konsentrasi-konsentrasi zat- zat kimia lainnya dalam limbah akan ikut berkurang juga. Konsentrasi penurunan BOD dalam proses aerasi memungkinkan terjadinya penurunan kandungan TSS air limbah. Penurunan penyisihan TSS tidak ada hubungan secara langsung dikarenakan terjadi homogenitas yang terjadi di dalam reaktor. Proses penyisihan TSS berlangsung dengan baik jika setelah proses Aerasi dilakukan proses pengendapan.

4.6.2 Pengaruh Waktu Detensi Terhadap Prosentase Penyisihan COD dan TSS dengan Proses Aerasi – SSF Wetland

Pada penelitian ini proses pengolahan lindi dengan menggunakan proses aerasi- Sub Surface Flow Wetland/SSF Wetland (lahan bawah aliran bawah permukaan). Pada proses pengolahan SSF Wetland dilakukan pengolahan dengan menggunakan tanaman Genjer, dipilihnya tanaman genjer karena berdasarkan penelitian mampu mereduksi bahan pencemar dengan kerapatan tanaman yang digunakan 90 mg/cm^2, 110 mg/cm^2, 130 mg/cm^2 dengan variasi waktu detensi 4 jam, 6 jam dan 8 jam dengan pertimbangan agar tanaman uji mempunyai waktu yang cukup lama dalam menyerap bahan pencemar.

Berdasarkan hasil analisis prosentase penyisihan TSS tertinggi terjadi pada waktu detensi 4 jam kerapatan 130 mg/cm^2 yaitu sebesar

58,47 % di waktu operasional 5 hari (120 jam), dan yang terendah adalah sebesar 26,27 % dengan kerapatan tanaman 90 mg/cm^2 di waktu operasional 0 hari. Prosentase penyisihan TSS tertinggi pada waktu detensi 6 jam kerapatan 130 mg/cm^2 adalah sebesar 59.32 % di waktu operasional 5 hari (120 jam), dan yang terendah adalah sebesar 27.12 % dengan kerapatan tanaman 90 mg/cm^2. Sedangkan prosentase penyisihan TSS tertinggi terjadi pada waktu detensi 8 jam kerapatan 130 mg/cm^2 adalah sebesar 63,56 % di waktu operasional 5 hari (120 jam).

Berdasarkan hal tersebut, hubungan waktu detensi terhadap prosentase penyisihan TSS mempunyai hubungan yang signifikan. semakin lama waktu detensi, prosentase penyisihan semakin meningkat, sehingga mempunyai hubungan yang searah. Mengacu dari definisi Wetlands dari Met Calf & Eddy (2003), maka proses pengolahan limbah pada reactor SSF Wetland dapat terjadi secara fisik, kimia maupun biologi. Proses secara fisik yang terjadi adalah proses sedimantasi, filtrasi, adsorpsi oleh media tanam yang ada. Menurut Wood dalam Tangahu & Warmadewanthi (2001) dengan adanya proses secara fisik ini hanya dapat mengurangi konsentrasi COD & BOD solid maupun TSS, sedangkan COD & BOD terlarut dapat dihilangkan dengan proses gabungan kimia dan biologi melalui aktivitas mikroorganisme maupun tanaman.

Media yang digunakan dalam reaktor SSF Wetland secara umum dapat berupa tanah, pasir, batuan atau bahan – bahan lainnya, namun khusus pada penelitian ini menggunakan batuan pasir. Tingkat permeabilitas dan konduktivitas hidrolis media tersebut sangat berpengaruh terhadap waktu detensi air limbah, dimana waktu detensi yang cukup akan memberikan kesempatan kontak antara mikroorganisme dengan air limbah, serta oksigen yang dikeluarkan oleh akar tanaman (Wood dalam Tangahu & Warmadewanthi, 2001).

Berdasarkan Tabel 4.11 Prosentase penyisihan COD tertinggi pada waktu detensi 4 jam kerapatan 130 mg/cm^2 sebesar 53.91 % di waktu operasional 5 hari (120 jam) dan yang terendah sebesar 15.36 % dengan

kerapatan tanaman 90 mg/cm^2. Prosentase penyisihan COD tertinggi pada waktu detensi 6 jam kerapatan 130 mg/cm^2 sebesar 57,39 % di waktu operasional 5 hari (120 jam), dan yang terendah sebesar 13.91 % dengan kerapatan tanaman 90 mg/cm^2, sedangkan prosentase penyisihan COD tertinggi pada waktu detensi 8 jam kerapatan 130 mg/cm^2 sebesar 62.61 % di waktu operasional 5 hari (120 jam). Semakin lama waktu detensi maka nilai COD dan TSS yang teremovel juga semakin tinggi. Hal ini berdasarkan pada hasil analisis pada reaktor uji yang menggunakan tanaman Genjer, hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa pengaruh waktu detensi terhadap penyisihan COD adalah kuat karena nilai koefisien korelasinya mendekati 1. Koefisien korelasi juga menunjukkan nilai positif, yang berarti bahwa apabila waktu detensi semakin lama, maka persen penyisihan COD juga ikut meningkat. Sehingga dapat dikatakan bahwa hubungannya adalah searah. Nilai probabilitas antara persentase penyisihan COD dengan waktu detensi menunjukkan angka diatas 0,05 yaitu 0.319 (0,319 >0,05), sehingga H1 diterima yaitu ada hubungan yang kuat antara persentase penyisihan COD dengan waktu detensi.

Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Setiono Thio Hendi (2013) tentang pengaruh tanaman enceng gondok dalam menurunkan kandungan COD dan BOD dengan variasi waktu detensi 2 hari, 4 hari,6 hari,8 hari,10 hari. Hasil paling optimum didapat pada waktu detensi 6 hari yakni persentase penurunan COD mencapai 88,80% dengan kerapatan tanaman 110 mg/cm^2. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Tyagita Agnes (2011) tentang Penggunaan perbandingan tanaman air lemna minor dan hydrilla verticillata Untuk Mengolah Limbah cair tahu variasi waktu detensi 2 hari 4 hari,6 hari,8 hari,10 hari. Dengan hasil persentase penurunan COD yang paling tinggi yakni pada waktu detensi 6 jam sebesar 74,68% dengan kerapatan tanaman 80 mg/cm^2. Semakin padat kerapatan tanaman, maka oksigen yang dihasilkan pada saat proses fotosintesis dari tanaman yang dilepas melalui akar akan meningkatkan

jumlah oksigen yang terlarut dalam air, dimana oksigen ini akan dimanfaatkan oleh mikroorganisme yang bersimbiosis pada bagian akar untuk meningkatkan proses dekomposisi bahan organik.

Hasil analisis korelasi pengaruh waktu detensi terhadap penyisihan TSS, nilai Koefisien korelasi pada Tabel 4.15 untuk Variasi waktu detensi adalah 0,354 sedangkan nilai probabilitas adalah 0,009. Nilai Koefisien korelasi dari waktu detensi terhadap penyisihan TSS adalah kuat karena nilai koefisien korelasinya mendekati 1. Koefisien korelasi juga menunjukkan nilai positif, yang berarti bahwa apabila waktu detensi semakin lama, maka persen penyisihan TSS juga ikut meningkat. Sehingga dapat dikatakan bahwa hubungannya adalah searah. Nilai probabilitas antara persentase penyisihan TSS dengan waktu detensi menunjukkan angka dibawah 0,05 yaitu 0.009 (0,009 < 0,05). Sehingga Ho ditolak yaitu ada hubungan yang kuat antara persentase penyisihan TSS dengan waktu detensi.

4.6.3 Pengaruh Waktu Operasional Terhadap Prosentase Penyisihan Konsentrasi COD dan TSS Setelah Proses Aerasi – SSF Wetland

Waktu operasional pengambilan sampel yang digunakan setelah proses Aerasi – SSF Wetland yaitu representasi terhadap kinerja reaktor yaitu reaktor yang direpresentasikan pada rangkaian reaktor aerasi dan reaktor SSF Wetland. Waktu operasional pengambilan sampel 0 hari yaitu Pengambilan sampel ke 0 pada saat sampel dialirkan dalam bak reaktor, waktu operasional pengambilan sampel ke 1 dilakukan setelah 1 Hari (24 Jam) dari pengambilan pertama (0 hari). Waktu operasional pengambilan sampel ke 2 dilakukan setelah 2 Hari (48 jam) dari pengambilan pertama. Waktu operasional pengambilan sampel ke3 dilakukan setelah 3 Hari (72 jam) dari pengambilan pertama. Waktu operasional pengambilan sampel ke 4 dilakukan setelah 4 Hari (96 Jam) dari pengambilan pertama. Waktu operasional pengambilan sampel ke 5 dilakukan setelah 5 hari (120 jam) dari pengambilan pertama. Dasar pengambilan keputusan ini didasarkan

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN
MALANG

dengan memperhatikan umur hidup dari tanaman yang digunakan (tanaman Genjer) serta waktu kontak dengan air limbah.

Berdasarkan hasil analisis, prosentase penyisihan TSS tertinggi sebesar 58,47 % di waktu operasional 5 hari (120 jam), dan yang terendah sebesar 26,27 % di waktu operasional 0 hari sedangkan prosentase penyisihan COD tertinggi di waktu operasional 5 hari (120 jam) sebesar 62.61 % dan yang terendah 13.91 % di waktu operasional 0 hari.

Semakin lama waktu operasional maka nilai COD dan TSS yang teremovel juga mengalami kenaikan. Pernyataan tersebut tidak berlaku pada penelitian ini, hal ini berdasarkan hasil analisis, Koefisien korelasi antara penyisihan COD dengan waktu operasional adalah 0,967. Nilai probabilitas antara persentase penyisihan COD dengan waktu Operasional menunjukkan angka dibawah 0,05 yaitu 0 (0 < 0,05), hal ini menunjukkan antara kedua varibel lemah , karena mendekati 0, sehingga menerima H1 dan menolak H0 artinya tidak ada korelasi antara persentase penyisihan COD dan prosentase penyisihan TSS dengan waktu Operasional.

Nilai Koefisien korelasi antara penyisihan TSS dengan waktu operasional adalah 0,800. Nilai probabilitas antara persentase penyisihan TSS dengan waktu Operasional menunjukkan angka dibawah 0,05 yaitu 0 (0 < 0,05), hal ini menunjukkan antara kedua varibel lemah , karena mendekati 0, sehingga menerima H1 dan menolak H0 artinya tidak ada korelasi antara persentase penyisihan TSS dengan waktu operasional

Berdasarkan hasil analisis tersebut menunjukkan tidak adanya hubungan signifikan antara waktu operasional dengan persentase penurunan COD dan TSS, demikian juga dengan hasil analisis regresi yang menunjukkan bahwa tidak ada hubungan signifikan antara kedua variabel tersebut. Sementara itu, pada hasil analisis ANOVA antara persentase penyisihan COD dan TSS dengan waktu operasional menunjukkan bahwa dari uji F yang dilakukan, hubungan antara keduanya adalah tidak signifikan, yang berarti bahwa Waktu operasional yang lama

tidak akan memberikan waktu kontak yang lama pula antara air limbah dengan media yang digunakan dalam reaktor aerasi – SSF Wetland.

4.6.4 Pengaruh Kerapatan Tanaman Terhadap Prosentase Penyisihan COD dan TSS setelah Proses Aerasi – SSF Wetland

Prosentase penyisihan COD dan TSS setelah proses Aerasi- SSF Wetland yaitu menggunakan tanaman sebagai media biofiltrasi. Tanaman yang digunakan adalah tanaman Genjer, dimana pada masing-masing reaktor menggunakan kerapatan tanaman sebesar 90 mg/cm^2, 110 mg/cm^2, 130mg/cm^2, Dipilihnya kerapatan tersebut di dasarkan pada penelitian sebelumnya bahwa semakin rapat tanaman maka akan mampu mereduksi bahan pencemar khususnya COD dan TSS. Penurunan konsentrasi COD dan konsentrasi TSS dengan menggunakan tanaman Genjer dipengaruhi oleh kemampuan tanaman dalam evapotranspirasi. Evapotranspirasi merupakan kombinasi proses kehilangan air dari suatu lahan bertanaman melalui evaporasi dan transpirasi. Evaporasi mengubah air menjadi uap air (penguapan) dan transpirasi terjadi dalam jaringan tanaman dan selanjutnya uap air yang dihasilkan tersebut dipindahkan dari permukaan tanaman ke atmosfer. Dari adanya proses evapotranspirasi ini akan mendukung laju pengambilan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman dalam proses fotosintesis melalui mekanisme penyerapan air melalui bulu-bulu yang terdapat pada akanya.

Proses fotosistensis yang dilakukan oleh tanaman, akan menghasilkan oksigen yang akan dilepas di air melalui akar maupun di udara melalui daun. Oksigen yang dilepas di dalam air limbah akan meningkatkan jumlah oksigen terlaut dalam air limbah sehingga akan memacu kerja mikroorganisme dalam menguraikan senyawa-senyawa pencemar. Oksigen ini akan digunakan oleh mikroorganisme untuk mendegradasi bahan organik menjadi anorganik, genjer akan menyerap unsur-unsur hara yang larut dalam air melalui akarnya yang serabut. Penyerapan tersebut dilakukan oleh akar tanaman dimana terdapat

mikroorganisme yang hidup bersimbiosa disekitar akar. Mikroorganisme tersebut menguraikan bahan-bahan organik menjadi partikel-partikel kecil agar tumbuhan lebih mudah untuk menyerap dan menggunakan bahan-bahan organik tersebut, untuk proses pertumbuhannya dibantu dengan sinar matahari untuk proses fotosintesis. Selain itu untuk sistem pertukaran gas dapat terjadi karena adanya proses fotosintesis yang dilakukan oleh tanaman dimana CO_2 diambil dari atmosfer dan menghasilkan O_2 yang dilepas ke dalam air melalui akar. Pelepasan oksigen dari akar tanaman ini menyebabkan air disekitar rambut-rambut akar memiliki kadar oksigen terlarut yang tinggi sehingga memungkinkan organisme pengurai seperti bakteri aerob dapat hidup dalam lingkungan yang berkondisi anaerob.

Hasil Koefisien korelasi prosentase penyisihan COD pada Tabel 4.15 untuk Variasi Kerapatan Tanaman adalah 0,034 sedangkan nilai probabilitas adalah 0,807. Nilai Koefisien korelasi dari Kerapatan tanaman terhadap penyisihan COD adalah kuat karena nilai koefisien korelasinya mendekati 1. Koefisien korelasi juga menunjukkan nilai positif, yang berarti bahwa apabila waktu detensi semakin meningkat, maka persen penyisihan COD juga ikut meningkat. Sehingga dapat dikatakan bahwa hubungannya adalah searah (*linier*). Nilai probabilitas antara persentase penyisihan COD dengan kerapatan tanaman menunjukkan angka diatas 0,05 yaitu 0.807(0,807 > 0,05), sehingga Ho diterima yaitu ada hubungan yang kuat antara persentase penyisihan COD dengan kerapatan tanaman

Hasil Koefisien korelasi prosentase penyisihan TSS pada Tabel 4.16 untuk Variasi Kerapatan Tanaman adalah 0,411 sedangkan nilai probabilitas adalah 0,002. Nilai Koefisien korelasi dari Kerapatan tanaman terhadap penyisihan TSS adalah kuat karena nilai koefisien korelasinya mendekati 1. Koefisien korelasi juga menunjukkan nilai positif, yang berarti bahwa apabila waktu detensi semakin meningkat, maka persen penyisihan TSS juga ikut meningkat. Sehingga dapat dikatakan bahwa hubungannya adalah searah. Nilai probabilitas antara persentase penyisihan TSS dengan kerapatan tanaman menunjukkan angka dibawah

0,05 yaitu 0.002 (0,002 < 0,05), sehingga Ho ditolak yaitu ada hubungan yang kuat antara persentase penyisihan TSS dengan kerapatan tanaman

Semakin padat kerapatan tanaman, maka oksigen yang dihasilkan pada saat proses fotosintesis dari tanaman yang dilepas melalui akar akan meningkatkan jumlah oksigen yang terlarut dalam air, dimana oksigen ini akan dimanfaatkan oleh mikroorganisme yang bersimbiosis pada bagian akar untuk meningkatkan proses dekomposisi bahan organik. Pernyataan tersebut berlaku pada penelitian ini yang dapat diketahui bahwa hasil prosentase penyisihan COD dan TSS semakin naik di setiap kerapatan tanamannya. Penyisihan terbesar terdapat pada kerapatan tanaman 130 mg/cm^2.

Hasil serupa dapat ditemui pada hasil penelitian Dinda wahyu setiarini (2013) tentang Penurunan BOD dan COD pada Air Limbah katering menggunakan konstruksi Subsurface Flow Wetland dan biofilter dengan tumbuhan Kana. Hasil penelitian tersebut menyatakan semakin rapat tanaman maka efisiensi penyisihan akan mengalami penurunan. Hal ini terjadi karena miroorganiseme yang terdapat pada akar tanaman memecah konsentrasi-konsentrasi zat organik. Oleh karena itu semakin lama waktu detensi maka nilai COD akhir semakin turun. Serupa dengan penelitian Euis Nurul (2013) tentang Potensi dan pengaruh tanaman pada pengolahan air limbah domestik dengan sistem contructed wetland. Hasil penelitian menyatakan bahwa Tanaman air jenis Cattail (Typha Angustifolia) memiliki kinerja yang cukup baik dalam pengolahan air limbah domestik dengan sistem lahan basah buatan (Constructed Wetland) dengan didapat penyisihan COD terbaik sebesar 91.8% pada jarak tanaman 10cm dan waktu tinggal 15 hari dan didapat penyisihan BOD terbaik sebesar 91.6% pada jarak tanaman 15cm dan waktu tinggal 15 hari serta didapat penyisihan TSS terbaik sebesar 83.3% pada saat waktu tinggal 15 hari. Serupa dengan penelitian Tyagita Agnes (2013) tentang Kajian Efektifitas Tanaman Air Lemna Minor dan Hydrilla Verticillata dalam Mereduksi BOD dan COD sebagai Upaya Perbaikan Kualitas

Limbah Cair Industri Tahu dengan variasi kerapatan tanaman 30 mg/cm^2, 60 mg/cm^2, 80 mg/cm^2. Hasil Penelitian menunjukkan persentase penurunan COD yang paling tinggi yakni pada waktu detensi 6 jam sebesar 74,68% dengan kerapatan tanaman 80 mg/cm^2 dengan menggunakan tanaman lemna Minor. Sedangkan pada penelitian Desak Made (2013) tentang Penurunan TSS dan Pospat Air Limbah Puskesmas Janti Kota Malang dengan Wetland. Hasil Penelitian Menyatakan bahwa penurunan kandungan TSS yang optimal yaitu menggunakan tanaman Melati air sebesar 34 mg/l . Hal ini disebabkan Tumbuhan air ini mampu menghisap oksigen dari udara melalui daun, batang, akar dan rhozomanya yang kemudian dilepaskan kembali pada daerah sekitar perakaran. Dengan demikian partikel – patikel solid yang terdapat dalam air limbah sebagian besar terbentuk dari bahan organik. Dimana bahan organik yang berbentuk padatan akan tertahan dalam media subsurface wetland melalui mekanisme filtrasi dan sedimentasi. Serupa dengan Purwati Sri (2007) tentang Potensi dan Pengaruh Tanaman Pada Pengolahan Air Limbah dengan Sistem Lahan Basah. Hasil Penelitian menyatakan bahwa tanaman mendong mampu menyerap bahan pencemar dengan komposisi media campuran tanah dan pasir dengan waktu tinggal 30 jam dapat mereduksi COD sebesar 11-13%. Hal ini disebabkan karena media tanam yang digunakan media campuran antara pasir dan tanah, nilai unsur-unsur haranya baik unsur makro maupun unsur hara mikro termasuk unsur hara yang miskin/rendah. Sehingga media tanam yang digunakan mempengaruhi kualitas air limbah. Hasil yang serupa juga ditunjukkan Karyawu (2012) yang memanfaatkan tanaman enceng gondok dalam menurunkan konsentrasi BOD dan Phospat dengan menggunakan kerapatan tanaman 30 mg/cm^2, dan 60 mg/cm^2. Hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa semakin rapat kerapatannya yaitu pada kerapatan 60 mg/cm^2 merupakan kerapatan optimum dan efektif dalam menurunkan kandungan senyawa organik dalam air limbah. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Setiono Thio Hendi (2013) tentang pengaruh tanaman

enceng gondok dalam menurunkan kandungan COD dan BOD. Hasil paling optimum didapatkan persentase penurunan COD mencapai 88,80% dengan kerapatan tanaman 110 mg/cm^2. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Tyagita Agnes (2011) tentang Penggunaan perbandingan tanaman air lemna minor dan hydrilla verticillata untuk mengolah Limbah cair tahu variasi kerapatan tanaman 30 mg/cm^2, 60 mg/cm^2, 80 mg/cm^2. Dengan hasil persentase penurunan COD yang paling tinggi yakni pada waktu detensi 6 jam sebesar 74,68% dengan kerapatan tanaman 80 mg/cm^2 dengan menggunakan tanaman Lemna Minor. Namun untuk variasi kerapatan tanaman juga harus memperhatikan luasan tempat yang digunakan. Hal ini disampaikan oleh Sitompul dan Guritno (1995) dalam Subrata (2007) yang menyatakan bahwa apabila variasi kerapatan yang digunakan tidak disesuaikan, maka akan menimbulkan pendangkalan dan perombakan bahan organik akibat pembusukan tanaman dan dapat menyebabkan kenaikan konsentrasi bahan pencemar itu sendiri. Makin rapat tanaman yang ada di suatu area, juga akan mengakibatkan kompetensi yang terjadi untuk mendapatkan nutrient semakin besar sehingga akan berpengaruh pada pertumbuhan tanaman itu sendiri dan mikroorganisme di dalam air limbah.

Pada Hari 6 dan hari Ke 7 tidak dilakukan analisis karena kematian tanaman pada semua reaktor. Kematian tanaman ini disebabkan oleh banyak faktor selain berkompetisi untuk mendapatkan nutrient, misalnya juga intensitas cahaya matahari yang kurang mencukupi. Pada lokasi penelitian memang intensitas cahaya matahari yang kurang sehingga sedikit menghambat proses fotosintesis pada tanaman.

Pada penelitian ini, di dapati efektifitas tanaman genjer yang paling optimal dalam mengolah lindi yaitu pada kerapatan tanaman 130 mg/cm^2 dengan konsentrasi awal COD 3680 mgO_2/l mampu diturunkan menjadi 1376 mgO_2/l dengan prosentase removel sebesar 62.61%, sedangkan konsentrasi awal TSS sebesar 11.800 mg/l mampu diturunkan menjadi 4333 mg/l dengan prosentase removel sebesar 63.56%.

Kesimpulan yang dapat diambil adalah kerapatan tanaman mempunyai hubungan yang signifikan atau efektif terhadap prosentase penyisihan COD dan TSS, dimana kerapatan tanaman yang efektif yaitu kerapatan tanaman 130 mg/cm^2, apabila dibandingkan dengan kerapatan 90 mg/cm^2 dan 110 mg/cm^2. Hipotesa yang dapat diambil semakin rapat tanaman maka semakin besar prosentase penyisihannya.

4.6.5 Kualitas Akhir Lindi setelah Proses Pengolahan

Konsentrasi awal COD pada lindi adalah sebesar 3680 mgO_2/l sementara konsentrasi awal TSS adalah sebesar 11.800 mg/l. Berdasarkan hal tersebut bila dibandingkan dengan baku mutu yang ada yaitu Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 tentang baku mutu limbah cair atau kegiatan usaha lainnya di Jawa Timur, konsentrasi COD dan TSS melampui baku mutu yang disyaratkan. Untuk Konsentrasi COD baku mutunya adalah 300 mgO_2/l dan TSS sebesar 400 mg/l. Setelah dilakukan pengolahan dengan proses aerasi – wetland dengan menggunakan tanaman Genjer, konsentrasi COD dan TSS pada lindi mengalami penurunan yang signifikan.

Konsentrasi akhir COD dan TSS lindi yang telah mengalami proses aerasi dan SSF wetland dengan menggunakan tanaman Genjer didapatkan konsentrasi akhir COD sebesar 1376 mgO_2/l dengan prosentase penyisihan sebesar 62.61 % dengan waktu detensi 8 jam kerapatan tanaman 130 mg/cm^2 di waktu operasional 5 hari (120 Jam), sedangkan konsentrasi akhir TSS yaitu sebesar 4333 mg/l dengan prosentase penyisihan sebesar 63.56% dengan waktu detensi 8 jam kerapatan tanaman 130 mg/cm^2 di waktu operasional 5 hari (120 Jam). Dari konsentrasi akhir tersebut dapat diketahui bahwa hasil output pengolahan dengan proses aerasi – wetland dengan menggunakan tanaman Genjer masih belum mampu memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan untuk parameter COD dan TSS.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Proses pengolahan kombinasi Aerasi – SSF Wetland yang digunakan dalam mengolah lindi terbukti efektif dalam menurunkan konsentrasi COD dan TSS. Hasil akhir dari proses Aerasi – SSF Wetland untuk penurunan konsentrasi COD adalah sebesar 1376 mgO_2/l dengan prosentase removel sebesar 62,61% dan konsentrasi TSS yaitu sebesar 4333 mg/l didapatkan prosentase removel sebesar 63,56%. Dari hal tersebut proses pengolahan Aerasi – SSF Wetland belum memenuhi baku mutu yang disyaratkan untuk masing-masing parameter.
2. Kerapatan tanaman yang efektif dengan menggunakan tanaman Genjer yaitu kerapatan tanaman 130 mg/cm^2 apabila dibandingkan dengan kerapatan 90 mg/cm^2 dan 110 mg/cm^2.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan rangkaian reaktor kombinasi proses pengolahan lindi sehingga didapatkan hasil yang memenuhi baku mutu yang disyaratkan misalkan proses pengolahan kombinasi Aerasi – Koagulasi Flokulasi Sedimentasi - Filtrasi – Wetland.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan variasi kerapatan tanaman yang lebih rapat/tinggi dengan mempertimbangkan volume limbah dalam reaktor dan luas reaktor yang digunakan.
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan analisis parameter yang lain misalnya logam berat (timbal, salinitas dll).

DAFTAR PUSTAKA

Alaerts, G dan Sri Santika S, 1987. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional, Surabaya.

Anonim, 2014. *Constructed Wetlands.* http://www.techno-preneur.net/information-desk/sciencetech-magazine/2006/june06/Constructed_wetlands.pdf. [Diakses 4 Maret 2014; 12.00 WIB].

Anonim, 2014. *Lindi.* http://www.sanitasi.or.id.pdf. [Diakses 4 Maret 2014; 12.15 WIB]

Fitriarini, L. 2002. *Studi Literatur Pemanfaatan Tumbuhan Air Untuk Pengolahan Limbah Cair Domestik.* Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November

Hammer DA. 1998. *Constructed Wetlands for Wastewater Treatment*: Municipal, Industrial and Agricultural. Lewis Publishers, Chelsea, MI

Haryuna Yetty. 2005. *Uji Efektifitas Aerasi Pada Pengolahan Air Lindi Di TPA Supit Urang.* Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang

Iriawan dan Astuti, 2006. *Mengolah Data Statistik dengan Mudah menggunakan Minitab 14. Andi. Yogyakarta*

Karyawu, 2012. *Pemanfaatan Tanaman Enceng Gondok dalam menurunkan Kandungan BOD dan Phospat.* Jurusan Teknik Lingkungan, ITS Surabaya

Lee, T.L. 2001. *Biosand Household Water Filter Project in Nepal.* Master Thesis. Massachusetts Institute of Technology.

Pala Frediwati Junari. 2008. *Pengolahan Limbah Cair tempe Menggunakan Biolink-5 Dengan Proses Aerasi. Jurusan T.Lingkungan ITN Malang*

Khiatuddin, M, 2003. *Melestarikan Sumber Daya Air Dengan Teknologi Rawa Buatan.* Gajahmada University Press. Yogyakarta.

Kurniawan, 2005. *Uji Kemampuan Tumbuhan Heliconia Rostrata dan Cyperus Papyrus dalam Menurunkan COD dan TSS Pada Air Limbah KM/WC, Kantin ITS dan Laboratorium Lingkungan Dengan Sistem Rawa Buatan.* Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh.

Mayangriani, T, 2005. *Studi Penurunan Total Suspended Solid (TSS), Kekeruhan Dan MBAS Air Limbah Domestik Dalam Sub-Surface Flow Constructed Wetland Dengan Tanaman Kana (Canna Sp) (Studi Kasus Di Kampus Teknik Lingkungan ITS)* Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh

Metcalf and Eddy 2003. *Wastewater Engineering : Treatment, Disposal, Reuse, Revised* by Geo Tchobanoglous, Tata Mc Graw-Hil Publising Company LTD, New Delhi

Mukhlis, 2005. *Studi Kemampuan Tumbuhan Air Red (Phragmites Australis) dan Cattail (Typha Angustifolia) dalam Sistem Constructed Wetland Untuk Menurunkan COD dan TSS Air Limbah.* Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh

Pancawardhani, Fitri, 2004. *Uji Tumbuhan Heliconia Rostrata Dan Cyperus Papyrus Dalam Mereduksi COD Dan TSS Pada Air Limbah KM/WC Dan Kantin Pusat ITS Surabaya* Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh

Prasetyaningtyas, Dian., 2003. *Evaluasi Kinerja Sistem Subsurface Flow Constructed Wetland Pada IPAL Domestik Tlogo Mas Malang* Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh

Rizka, K., 2005. *Studi Penurunan Kandungan COD dan BOD Air Limbah Domestik dengan Menggunakan Tanaman Kana (Canna sp. Dalam Sistem Sub-surface Constructed Wetland (Studi Kasus Gedung Taknik Lingkungan ITS-Surabaya).*Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November

Sari Wulan Rendy, 2007. *Pengolahan Air limbah dengan Koagulasi Flokulasi dengan Pre Treatmen Aerasi.* Jurusan Teknik Lingkungan, ITN Malang

Sholeh, Ahmad Zanbar, 2005. *Ilmu Statistika; Pendekatan Teoritis dan Aplikasi Disertai Contoh Penggunaan SPSS.* Rekayasa Teknik Bandung.

Slamet Agus dan masduqi Ali, 2002. *Modul Ajar Satuan Proses.* Surabaya: : Institut Teknologi Sepuluh

Sugiharto, 2005. *Dasar-dasar Pengolahan Limbah.* Universitas Indonesia

Supradata,2005. *Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias Cyperus Alternifolius dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan.* Magister Ilmu Lingkungan

Setiono Thio Hendi, 2013. *Pengaruh tanaman Enceng Gondok dalam Menurunkan Konsentrasi BOD dan COD pada Limbah Cair Industri Tahu Dengan Menggunakan Sistem Aliran Batch.* Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang

Subrata, 2007. *Fitoremidiasi logam Berat CU^{2+} pada Air Limbah Industri Elektroplanting dengan menggunakan Tumbuhan Enceng Gondok dan Kayu Apu.* Jurusan Teknik Lingkungan, ITN Malang

Tangahu, Bieby Voijant.,2001. *Studi Aliran Dalam Constructed Wetland Menggunakan Tanaman Cyperus Papirus Dalam Mengolah Lindi,* http://www.enviro-its.org/file/Purifikasi_Volume_7_No_2.pdf [Diakses tanggal 1 Maret 2014; 15.30]

Tchobanoglous, George and Theisen H, Vigil SA. 1993. *Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues.* McGraw-Hill, Inc., N.Y.

Tyagita Agnes, 2011 *Penggunaan perbandingan tanaman air lemna minor dan hydrilla verticillata untuk mengolah limbah Cair Tahu.* Jurusan Teknik Lingkungan. ITN Malang

Wan Farah, 2005. *Olahan Air Larut Lesap Tapak Pelupusan Sampah Menggunakan Eichhornia Crassipes.* Malaysia: Universiti Teknologi Malaysia

Widyastuti, 2005 *Evaluasi Lahan Basah dalam Mengurangi Pencemaran Lingkungan.* Laporan Thesis S2 Magister Ilmu Lingkungan. Universitas Diponegoro Semarang

Yuanita, 2003. *Pengaruh Variasi Media Tanam Terhadap Penurunan Kandungan Organik (PV) Dan TSS Pada Pengolahan Efluen IPLT Keputih, Sukolilo Surabaya Dengan Memanfaatkan Tanaman Cattail (Thypa Latifolia) Menggunakan Sistem Constructed Wetlands.* Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh.

Yohanna, 2007. *Pemanfaatan Tanaman Canna sp pada Sistem Sub-surfaceFlow Constructed Wetland dalam Menurunkan Kadar Minyak, COD dan TSS Pada Limbah Cair Domestik Dengan Pre-treatmen Perangkap Lemak.* Malang: Institut Teknologi Nasional

Jurnal

Dinda wahyu, 2013. *Penurunan BOD Dan COD Pada Air Limbah Catering Menggunakan Konstruksi Subsurface Flow Wetland Dan Biofilter Dengan Tanaman Kana.* Jurnal Sains dan seni Pomits Volume 2 No. 1

Euis Nurul, *Potensi dan Pengaruh Tanaman Pada Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Sistem Contrukted Wetland.* Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan Vol.2 No.2 Universitas Pembangunan Nasional

Tyagita Agnes. Dan Sudiro 2013. *Kajian Efektifitas tanaman Air Lemna Minor dan Hydrilla Verticillata dalam Mereduksi BOD dan COD sebagai Upaya Perbaikan Kualitas Limbah Cair Industri Tahu.* Jurnal Spektra No.21 Volume XI Januari 2013 ITN Malang

Desak Made s, 2013. *Penurunan TSS dan Phospat Air Limbah Puskesmas Janti Kota Malang Dengan Wetland.* Jurnal Teknik Waktu Volume 11 No. 1

Purwati Sri, 2007. *Potensi dan Pengaruh Tanaman Pada Pengolahan Air Limbah Dengan Sistem Lahan Basah.* Jurnal Selulosa Volume 42 No. 2

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bend. Sigura-gura No.2
Malang

Kajian Efektifitas Pengolahan Air Lindi Dengan Proses Aerasi – Sub Surface Flow Wetland Terhadap Penurunan COD dan TSS

Nama (NIM) : PUJI ARIYANTI (10.26.034)

Pembimbing : SUDIRO, ST, MT

No	Tanggal	Catatan / Keterangan	Tanda Tangan
	20 Juni 2014	= Gunakan Struktur bahasa yg lebih sistematis - Gunakan model grafik sesuai yg diinginkannya.	
	30/6 -2014	= Perbaiki sesuai dengan catatan.	
	3/7 -2014	: Perbaikkan analisa statistik + statistik	
	4/7 2014	= Pembahasan	
	5 Juli 2014	= hitung anova for parameter = pembahasan	
	7 juli	- anova pervariabel di perdetail - pembahasan per variabel.	

IINSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Bendungan Sigura – gura 2
MALANG

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : PUJI ARIYANTI

NIM : 10.24.034

DOSEN PEMBIMBING : SUDIRO, ST, MT

JUDUL :

KAJIAN EFEKTIFITAS PENGOLAHAN AIR LINDI DENGAN PROSES AERASI – SSF WETLAND DALAM MENURUNKAN KANDUNGAN COD DAN TSS

No	Tanggal	Kctcrangan	Paraf
	10 Juli -2014	- Pembahasan diperbaiki. = kesimpulan =	
	11 Juli -2014	= kesimpulan diperbaiki. - Presentasi.	

IINSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Bendungan Sigura – gura 2
MALANG

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : PUJI ARIYANTI

NIM : 10.24.034

DOSEN PEMBIMBING : ANIS ARTIYANI, ST, MT

JUDUL :

KAJIAN EFEKTIFITAS PENGOLAHAN AIR LINDI DENGAN PROSES AERASI – SSF WETLAND DALAM MENURUNKAN KANDUNGAN COD DAN TSS

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1	19 . 6. 2014	BAB I ACC Cek redaksional. BAB III . Perbaiki - list Daftar isi	
2.	3 - 7. 2014	BAB II di cek dg bab IV pembahasan. BAB III redaksional.	
3	14. 7. 2014	BAB III ACC. BAB IV 1 kalimat 1 paragraf. Kata penghubung yg dipakai awal kalimat - Cek pembuatan Grafik.	
4	15. 7. 2014.	BAB II - Paragraf. - teori Pengolahan data. - Cek pembahasan dg teori di bab II	
5.	17 - 7. 2014	BAB II ACC. BAB IV Cek di laporan	
6	18. 7. 2014	BAB IV tujuan = kesimpulan Saran perbaiki	

IINSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bendungan Sigura – gura 2
MALANG

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : PUJI ARIYANTI

NIM : 10.24.034

DOSEN PEMBIMBING : ANIS ARTIYANI, ST, MT

JUDUL :

KAJIAN EFEKTIFITAS PENGOLAHAN AIR LINDI DENGAN PROSES AERASI – SSF WETLAND DALAM MENURUNKAN KANDUNGAN COD DAN TSS

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
7	19. 7. 2014	BAB IV ACC BAB V ACC Susun Laporan	
8.	21. 7. 2014	ACC Siap seminar	

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
LABORATORIUM TEKNIK LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
BANK NIAGA MALANG
Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145

HASIL ANALISIS SAMPEL

1. Data Konsumen
   - Nama Konsumen : Puji Ariyanti
   - NIM : 1026034
   - Instansi : -
   - Alamat : Jln. Gunung Agung III No.2 Rt. 2 Rw 7 Kec. Sukun Kota Malang
   - Telepon : -
   - Status : Mahasiswa
   - Keperluan Analisis : Uji Kualitas
2. Proses Sampling : Dilakukan Oleh Konsumen
3. Lokasi Sampling : TPA Supit Urang Kecamatan Sukun Malang
4. Identifikasi Sampel
   - Nama Sampel : Air Lindi
   - Wujud : Cair
   - Warna : Hitam
   - Bentuk : Cair
5. Prosedur Analisis : Dari Lab. Teknik Lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP – ITN Malang
6. Proses Analisis : Dilakukan Oleh Konsumen
7. Hasil Pengolahan : Proses Aerasi - SSF Wetland
8. Penyampaian Laporan : Diambil Konsumen
9. Tanggal Terima Sampel : 28 Mei 2014
10. Data Hasil Analisa :

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
LABORATORIUM TEKNIK LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
BANK NIAGA MALANG Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145

Analisis TSS dari Proses Aerasi

TSS Dari Proses Aerasi							
Lama Aerasi	Penggulangan			Nilai rata2	% penyisihan	Konsentrasi awal	Metode Analisis
	I	II	III				
4	8800	8750	8700	8750.00	25.42	11800	Gravimetri
6	7400	7450	7400	7416.67	37.29	11800	
8	6600	6600	6750	6650.00	44.07	11800	

Analisis TSS Dari Proses Aerasi - SSF Wetland

TSS Dari Proses Aerasi - SSF Wetland									
Lama Aerasi	Kerapatan Tanaman	Waktu Operasional	Penggulangan			Nilai rata2	% penyisihan	Konsentrasi awal	Metode Analisis
			I	II	III				
4	90	0	8700	8600	8700	8667	26.27	11800	GRAVIMETRI
		1	8500	8500	8600	8533	27.97	11800	
		2	8200	8100	8200	8167	30.51	11800	
		3	7800	7800	7900	7833	33.90	11800	
		4	7500	7100	7300	7300	36.44	11800	
		5	7100	7000	7100	7067	39.83	11800	
	110	0	8600	8600	8600	8600	27.12	11800	
		1	8400	8400	8500	8433	28.81	11800	
		2	7900	8000	7900	7933	33.05	11800	
		3	7100	7000	7100	7067	39.83	11800	
		4	6600	6600	6600	6600	44.07	11800	
		5	6200	6000	6200	6133	47.46	11800	
	130	0	8400	8300	8400	8367	28.81	11800	
		1	8100	8200	8100	8133	31.36	11800	
		2	7400	7400	7500	7433	37.29	11800	
		3	6700	6700	6700	6700	43.22	11800	
		4	5400	5400	5400	5400	54.24	11800	

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
LABORATORIUM TEKNIK LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
BANK NIAGA MALANG Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145

		5	4900	5000	4900	4933	58.47	11800	
6	90	0	8600	8700	8600	8633	27.12	11800	
		1	8300	8400	8300	8333	29.66	11800	
		2	7600	7600	7600	7600	35.59	11800	
		3	6800	6700	6800	6767	42.37	11800	
		4	6500	6500	6600	6533	44.92	11800	
		5	6100	6100	6200	6133	48.31	11800	
	110	0	8100	8100	8100	8100	31.36	11800	
		1	7900	7900	7900	7900	33.05	11800	
		2	7400	7400	7500	7433	37.29	11800	
		3	6900	6900	6900	6900	41.53	11800	
		4	6400	6400	6400	6400	45.76	11800	
		5	6100	6100	6100	6100	48.31	11800	
	130	0	7500	7400	7500	7467	36.44	11800	
		1	7300	7300	7400	7333	38.14	11800	
		2	6700	6700	6700	6700	43.22	11800	
		3	6200	6300	6200	6233	47.46	11800	
		4	5500	5500	5500	5500	53.39	11800	
		5	4800	4800	4700	4767	59.32	11800	
8	90	0	8000	8100	8000	8033	32.20	11800	
		1	7800	7800	7800	7800	33.90	11800	
		2	7100	7100	7000	7067	39.83	11800	
		3	6700	6700	6700	6700	43.22	11800	
		4	6100	6100	6100	6100	48.31	11800	
		5	5600	5600	5500	5567	52.54	11800	
	110	0	7800	7800	7700	7767	33.90	11800	
		1	7600	7600	7600	7600	35.59	11800	
		2	7100	7100	7000	7067	39.83	11800	
		3	6600	6600	6600	6600	44.07	11800	

		4	6100	6100	6200	6133	48.31	11800	
		5	5600	5600	5500	5567	52.54	11800	
	130	0	6800	6800	6800	6800	42.37	11800	
		1	6600	6600	6600	6600	44.07	11800	
		2	6100	6100	6100	6100	48.31	11800	
		3	5500	5500	5700	5567	53.39	11800	
		4	5200	5200	5300	5233	55.93	11800	
		5	4300	4300	4400	4333	63.56	11800	

Analisis COD Dari Proses Aerasi

COD Dari Proses Aerasi							
Lama Aerasi	Penggulangan			Nilai rata2	% penyisihan	Konsentrasi awal (mgO_2/l)	Metode Analisis
	I	II	III				
4	3296	3296	3296	3296.00	10.43	3680	Closed Reflux Titrimetric
6	2624	2624	2624	2624.00	28.70	3680	
8	2176	2176	2208	2186.67	40.87	3680	

Analisis COD Dari Proses Aerasi - SSF Wetland

COD Dari Proses Aerasi - SSF Wetland									
Lama Aerasi	Kerapatan Tanaman	Waktu Operasional	Penggulangan			Nilai rata2	% penyisihan	Konsentrasi awal (mgO_2/l)	Metode Analisis
			I	II	III				
4	90	0	3104	3136	3104	3115	15.36	3680	CLOSED
		1	2912	2912	2912	2912	20.87	3680	
		2	2560	2560	2560	2560	30.43	3680	
		3	2432	2432	2432	2432	33.91	3680	
		4	2112	2112	2112	2112	42.61	3680	
		5	1824	1824	1824	1824	50.43	3680	
	110	0	3040	3040	3040	3040	17.39	3680	
		1	2912	2912	2912	2912	20.87	3680	

		2	2528	2528	2528	2528	31.30	3680	
		3	2400	2400	2400	2400	34.78	3680	
		4	2048	2048	2048	2048	44.35	3680	
		5	1856	1856	1856	1856	49.57	3680	R
	130	0	3008	3008	3008	3008	18.26	3680	E
		1	2944	2944	2944	2944	20.00	3680	F
		2	2720	2720	2720	2720	26.09	3680	L
		3	2496	2496	2496	2496	32.17	3680	U
		4	1984	1984	1984	1984	46.09	3680	X
		5	1696	1696	1696	1696	53.91	3680	
6	90	0	3168	3168	3168	3168	13.91	3680	
		1	2912	2912	2912	2912	20.87	3680	T
		2	2496	2496	2496	2496	32.17	3680	I
		3	2336	2336	2336	2336	36.52	3680	T
		4	2080	2080	2080	2080	43.48	3680	R
		5	1760	1760	1760	1760	52.17	3680	I
	110	0	3008	3008	3008	3008	18.26	3680	M
		1	2848	2848	2848	2848	22.61	3680	E
		2	2464	2464	2464	2464	33.04	3680	T
		3	2400	2400	2400	2400	34.78	3680	R
		4	1984	1984	1984	1984	46.09	3680	I
		5	1728	1728	1728	1728	53.04	3680	C
	130	0	2944	2944	2944	2944	20.00	3680	
		1	2880	2880	2880	2880	21.74	3680	
		2	2720	2720	2720	2720	26.09	3680	
		3	2432	2432	2432	2432	33.91	3680	
		4	1888	1888	1888	1888	48.70	3680	
		5	1568	1568	1568	1568	57.39	3680	
8	90	0	3008	3008	3008	3008	18.26	3680	

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
LABORATORIUM TEKNIK LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
BANK NIAGA MALANG Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145

		1	2848	2816	2848	2837	22.90	3680	
		2	2368	2368	2368	2368	35.65	3680	
		3	2272	2272	2272	2272	38.26	3680	
		4	2080	2112	2080	2091	43.19	3680	
		5	1600	1568	1600	1589	56.81	3680	
	110	0	2880	2880	2880	2880	21.74	3680	
		1	2720	2720	2720	2720	26.09	3680	
		2	2528	2528	2528	2528	31.30	3680	
		3	2176	2176	2176	2176	40.87	3680	
		4	1856	1856	1856	1856	49.57	3680	
		5	1440	1440	1440	1440	60.87	3680	
	130	0	2912	2912	2912	2912	20.87	3680	
		1	2752	2752	2752	2752	25.22	3680	
		2	2656	2624	2656	2645	28.12	3680	
		3	2368	2336	2368	2357	35.94	3680	
		4	1824	1824	1824	1824	50.43	3680	
		5	1376	1376	1376	1376	62.61	3680	

Catatan : Hasil analisis ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat itu.

Malang, 15 Agustus 2014

Asisten Laboratorium Pendamping

Khusnul Khatimah
NIM. 1026015

Konsumen

Puji Ariyanti
NIM. 1026034

Mengetahui
Kepala Laboratorium Teknik Lingkungan

Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, M.Si
NIP. 196106201991031002

KRITERIA DESAIN REAKTOR

A. PERHITUNGAN BAK REAKTOR

- Reaktor Wetland

Bak yang digunakan berbentuk persegi panjang

Direncanakan :

Panjang rekator (P) = 68 cm

Lebar Reaktor (L) = 34 cm

Tinggi Reaktor (T) = 55 cm

Tinggi air permukaan (Tpermukaan) = 40 cm

Sehingga :

Volume = P x L x Tpermukaan

= 68 cm x 34 cm x 40 cm

= 145.000 cm^3

= 145 liter

- Reaktor Wetland

Bak yang digunakan berbentuk persegi panjang

Direncanakan :

Panjang rekator (P) = 50 cm

Lebar Reaktor (L) = 35 cm

Tinggi Reaktor (T) = 35 cm

Tinggi air permukaan (Tpermukaan) = 20 cm

Sehingga :

Volume = P x L x Tpermukaan

= 50 cm x 35 cm x 20 cm

= 35.000 cm^3

= 35 liter

KRITERIA PERHITUNGAN KERAPATAN TANAMAN

1. Untuk Kerapatan 90 mg/cm^2
   - Luas Reaktor = p x l

     = 50 cm x 35 cm

     = 1750 cm^2

   - Kerapatan = $\frac{\text{Berat tanaman (gr)}}{\text{Luas Reaktor}}$

     = $\frac{\text{x (gr)}}{1750\ \text{cm}^2}$

     X_{90} = 157,5 mg

2. Untuk Kerapatan 110 mg/cm^2
   - Luas Reaktor = p x l

     = 50 cm x 35 cm

     = 1750 cm^2

   - Kerapatan = $\frac{\text{Berat tanaman (gr)}}{\text{Luas Reaktor}}$

     = $\frac{\text{x (gr)}}{1750\ \text{cm}^2}$

     X_{110} = 192,5 mg

3. Untuk Kerapatan 130 mg/cm^2
   - Luas Reaktor = p x l

     = 50 cm x 35 cm

     = 1750 cm^2

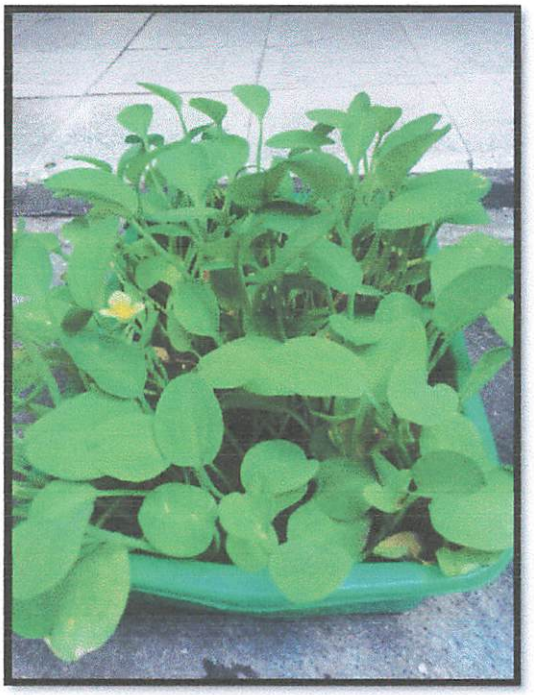
   - Kerapatan = $\frac{\text{Berat tanaman (gr)}}{\text{Luas Reaktor}}$

     = $\frac{\text{x (gr)}}{1750\ \text{cm}^2}$

     X_{130} = 227,5 mg

GAMBAR : RANGKAIAN REAKTOR AERASI – SSF WETLAND

GAMBAR : PROSES AKLIMATISASI TUMBUHAN GENJER



GAMBAR : MENGAMBILAN TANAMAN UNTUK MENENTUKAN KERAPATAN TANAMAN

GAMBAR : KEMATIAN TANAMAN GENJER PADA HARI KE 6, 7
PADA MASING-MSING REAKTOR

A. Pemeriksaan COD (Chemical Oxygen Demand)

1. Metode

   Closed Reflux Titrimetric

2. Tujuan

   untuk mengetahui jumlah oksigen (mg O_2) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organis yang ada dalam 1L sampel air, dimana pengoksidasi $K_2Cr_2O_7$ digunakan sebagai sumber Oksigen.

3. Prinsip

   senyawa organic dalam air dioksidasi oleh larutan kalium dikromat dalam suasana asam sulfat pada temperature 150^0C selama 2 jam. Kelebihan kalium dikromat (yang tidak tereduksi) ditritasi dengan larutan fero ammonium sulfat (FAS) memakai indicator feroin. Materi organic yang teroksidasi akan dikalkulasi dengan bentuk ekivalen oksigen.

4. Peralatan Dan Pereaksi

   a. Peralatan

   - Buret
   - Statif
   - Neraca Analitis
   - Pipet
   - Beaker Glass
   - Erlenmeyer
   - Pemanas COD
   - Tabung COD

   b. Pereaksi

      1. Larutan standart kalium dikromat 0,0167 M

         Tambahkan 4,193 gram $K_2Cr_2O_7$ yang sebelumnya telah dikeringkan pada suhu 103^0C selama 2 jam, pada 500 ml air destilasi. Lalu tambahkan 167 H_2SO_4 pekat dan 3,33 gram $HgSO_4$ larutan dan dinginkan

      2. Peraksi asam sulfat

         Tambahkan Ag_2SO_4 (berbentuk Kristral atau Bubuk pada H_2SO_4 pekat dengan perbandingan 5,5 gram Ag_2SO_4 per Kg H_2SO_4. Biarkan selama 1 atau 2 hari hingga seluruh Ag_2SO_4 larut.

3. Larutan indicator feroin

   Larutkan 1,485 gram 1,10-phenanthrolin monohidrat dan 695 mg $FeSO_47H_2O$ dalam air destilasi dan encerkan hingga volumenya 100 ml

4. Larutan fero ammonium sulfat

   Larutkan 39,2 gram $Fe(NH_4)_2SO_46H_2O$ dalam air destilasi. Lalu tambahkan 20 ml H_2SO_4 pekat dan encerkan hingga volumenya 100 ml. larutan ini harus distandarisasi dengan cara berikut :

   Masukkan 2,5 ml air destilasi, 1,5 ml kalium dikromat dan 3,5 ml pereaksi asam tambahkan 1 sampai 2 tetes indicator feroin. Titrasi dengan FAS. Mlaritas FAS yang dipakai diperoleh dengan rumus :

   Molaritas FAS = (ml $K_2Cr_2O_7$x 0,1) / ml FAS

5. Cara Kerja

1. Cuci tabung COD dan rendam dalam 20% H_2SO_4 untuk penggunaan pertama kali
2. Masukkan 2,5 ml sampel, 1,5 ml lauran dikromat dan 3,5 ml pereaksi asam sulfat ke dalam tabung COD. Tutup tabung rapat-rapat dan kocok agar tercampur sempurna
3. Masukan pada pemanas COD mikro lalu panaskan pada suhu 150^0C selama 2 jam
4. Dinginkan pada temperature kamar
5. Buat Balngko dengan air destilasi sebagai blangko sampel lalu langkah-langkah pengerjaan diatas diulangi kemali. Lalu catat ml FAS yang dipakai untuk mentitrasi blangko tersebut

6. Perhitungan

   COD (mg O_2/l) = (A-B) x M x 8000 /ml sampel

   Dengan :

   A = ml FAS yang dipakai untuk titrasi blangko

   B = ml FAS yang dipakai untuk tritasi sampel

   M = molaritas FAS

B. Pemeriksaan TSS

1. Metode

   Gravimetri

2. Tujuan

   Mengetahui kadar zat padat tersuspensi (*Total Suspended Solid*)

3. Prinsip

   Bila zat padat dalam sampel dipisahkan dengan menggunakan filter kertas dan kemudian zat padat yang tertahan pada filter dikeringkan pada suhu ± 150°C, maka berat residu sesudah pengeringan adalah zat padat tersuspensi (TSS)

4. Cara Kerja

   - Sampel dipisahkan dari partikel mengapung dan zat menggumpal yang tidak tercampur dalam air.
   - Sampel disaring dengan kertas saring Whatman yang sebelumnya telah ditimbang.
   - Endapan yang tersaring kemudian dikeringkan dengan oven pada temperatur 103-105 °C.
   - Endapan didinginkan dalam eksikator dan ditimbang sampai didapat berat yang konstan.
   - Selisih berat antara kertas saring kosong dengan kertas saring ditambah endapan dicatat.

$$TSS = \frac{\text{(berat kertas + Endapan) – Berat Kertas Kosong}}{\text{Volum Sampel}}$$

LAMPIRAN V PERATURAN GUBERNUR JAWA TIMUR
NOMOR : 72 TAHUN 2013
TANGGAL : 16 OKTOBER 2013

BAKU MUTU BAGI KEGIATAN INDUSTRI LAIN

No	PARAMETER	SATUAN	GOLONGAN BAKU MUTU AIR LIMBAH	
	FISIK		I	II
1	Temperatur	der.C	38	40
2	Zat padat larut (TDS)	mg/L	2000*	4000
3	Zat padar tersuspensi	mg/L	200	400
	KIMIA			
1	pH		6,0 sampai 9,0	
2	Besi terlarut (Fe)	mg/L	5	10
3	Mangan terlarut (Mn)	mg/L	2	5
4	Barium (Ba)	mg/L	2	3
5	Tembaga (Cu)	mg/L	2	3
6	Seng (Zn)	mg/L	5	10
7	Krom Heksavalen(Cr+6)	mg/L	0,1	0,5
8	Krom Total (Cr)	mg/L	0,5	1
9	Cadmium (Cd)	mg/L	0,05	0,1
10	Raksa (Hg)	mg/L	0,002	0,005
11	Timbal (Pb)	mg/L	0,1	1
12	Stanum(St)	mg/L	2	3
13	Arsen (Ar)	mg/L	0,1	0,5
14	Selenum (Si)	mg/L	0,05	0,5
15	Nikel (Ni)	mg/L	0,2	0,5
16	Kobalt (Co)	mg/L	0,4	0,6
17	Slanida (CN)	mg/L	0,05	0,5
18	Sulfida (H_2S)	mg/L	0,05	0,1
19	Fluorida (F)	mg/L	2	3
20	Klorin bebas (Cl2)	mg/L	1	2
21	Amonia bebas (NH3-N)	mg/L	1	5
22	Nitrat (NO3-N)	mg/L	20	30
23	Nitrit (NO2-N)	mg/L	1	3
24	BOD5	mg/L	50	150
25	COD	mg/L	100	300
26	Senyawa aktif biru metilen	mg/L	5	10
27	Fenol	mg/L	0,5	1
28	Minyak Nabati	mg/L	5	10
29	Minyak Mineral	mg/L	10	50
30	Radioaktivitas **)	mg/L	-	REF

Keterangan

Keterangan:

Golongan I : Syarat bagi air limbah yang dibuang ke badan air penerima klas I, II, III, dan Air Laut.

Golongan II : Syarat bagi air limbah yang dibuang ke badan air penerima klas IV.

*) Maksimum diatas kandungan TDS Badan Air Laut Penerima:

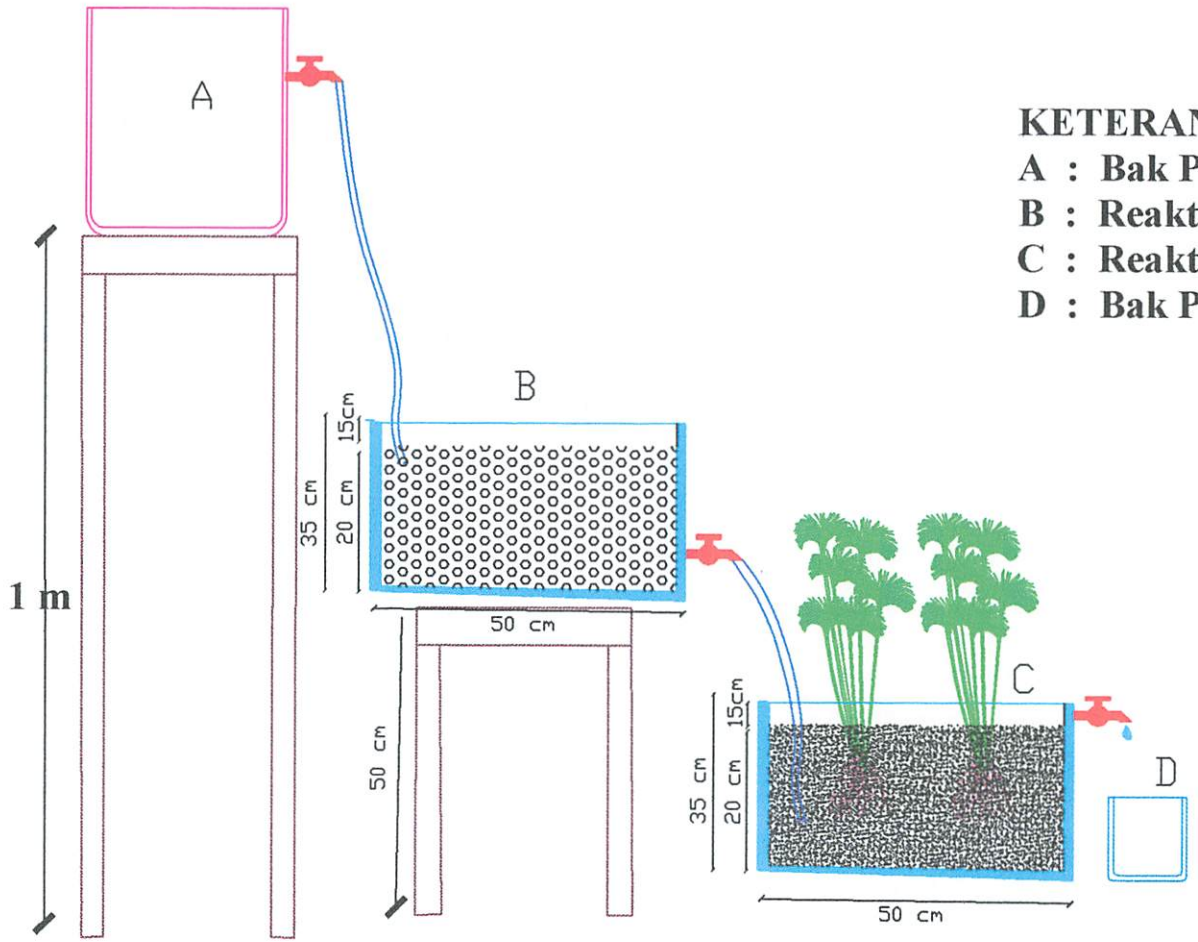
a. Untuk memenuhi baku mutu limbah cair tersebut kadar parameter limbah tidak diperbolehkan dicapai dengan cara pengeceran dengan air secara langsung diambil dari sumber air. Kadar parameter limbah tersebut adalah limbah maksimum yang diperbolehkan.
b. Sesuai Peraturan yang berlaku.
c. Parameter yang diukur untuk industri tertentu disesuaikan dengan bahan baku, proses dan jenis industrinya.

GUBERNUR JAWA TIMUR

ttd

Dr. H. SOEKARWO

LAMPIRAN VI



KETERANGAN :

A : Bak Pengendapan Air Lindi
B : Reaktor *Aerasi*
C : Reaktor SSF Wetland
D : Bak Penampung Effluent

NAMA : PUJI ARIYANTI NIM : 10.26.034	**SKRIPSI** Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang
	Gambar SKEMA INSTALASI PERALATAN PENELITIAN PROSES AERASI - SSF WETLAND

Alhamdulillah, ...akhirnya ngerasain wisuda juga..Sebuah hasil dari perjuangan dan pelajaran yg takkan terlupa.. ....Ucapan syukur terhatur kepada ALLAH SWT untuk segala karunia dan berkah-Nya, DAN utk skenario t'indah -Nya, Untuk itu, haturan rasa syukur yang sangat, terucap bersama dengan nama-nama luar biasa yang sudah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini..... Mereka adalah.....

RUANG BERSYUKUR

Keluarga kecil aku.....
Suami dan 2 anaku Siti Kirani Az– Zahra dan Siti Nadira Aulia Putri. Terima Kasih Buat Keluarga kecilku yang selalu mendukung untuk bisa menyelesaikan skripsi ini. Ini hadiah buat kalian.....terima kasih yang tak terhingga.....

Keluarga besar.....
Buat ibu aku..terima kasih banyak atas pengorbanan waktu dan tenaga serta doanya selama kuliah hingga tercapai semua ini,.hanya ini yang bisa anakmu persembahkan.....

Buat adikku yang dijakarta, selamat ya..atas kelahiran anak ke 3, nambah keponakan 1 lagi.....cucunya uti sekarang ada 5 ....semua cewek...n buat adiku yang di Surabaya, cepat nikah n sukses selalu.....

Buat keluarga di karangploso (Karlos) Ibu Siami, mba Tiani, Mba Tiase, .mba apan, sunayah, santi n seluruh keponakan yang hamper 1 lusin..hehe... makasih banyak atas bantuannya n doanya selama mengerjakan skripsi ini.

RUANG BERSYUKUR

Keluarga Plano
Terima kasih yang tak terhingga (bantuannya, doa, suport.....untuk semua citivas akademik di jurusan teknik PWK yaitu Bu Ida, P.Agung, P.koko, B. Nurul, P.Arif, B. Titik, P.Hutomo, B.Maria, Bu.Mira, P.tri, B.ika, B. Fanita , P.budi, B.Narsih, B. Nindya, P.Wahyu, P.Agus Gunarto n evelin dan mb.
Danik.....makasih n makasih banyak telah merepotkan semuanya.....semoga Allah SWT membalas semuaNya..

Bu Anis.. Sekjur dan Pembimbing Ke 2...makasih banyak ibu.. Mhn maaf klo selama bimbingan, asistensinya bisa setiap hari...
Bu Candra, ibu Kajur TL, mkasi byk atas smua kesempatannya ibu, mkasi ud mau dengerin curhatan kami..Mkasi udah berselia pusing demi kami...
Pak Hery, mkasi byk atas ilmu yang diberikan kepada kami semua..
Pak Har, Bu Evy trimakasih atas ilmu dan dukungannya selama kami kuliah di TL

Angkatan 2010

Terimah kasih untuk semuanya yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terimah kasih selama 4 tahun ini selalu merepotkan, kalian semua...dan tentunya semoga sukses dimasa depan aamiin..

Segenap Dosen2 TL,
Ucapan Terima kasih yang tak terhingga buat bimbingan, tempaan dan terpaan utk kita semua..
Pak Sudiro, Dosen Wali 2010, bapak motivator dan pejuang kami, trimakasih u smua motivasi dan plajaran berharganya, Bpak pembimbing the best Lah pkokx!!

RUANG BERSYUKUR

Pak Henry, makasi byk atas ilmu yang diberikan kepada kami semua..
Pak Har, Bu Evy trimakasih atas ilmu dan dukungannya selama kami kuliah di TI.