

SKRIPSI

PENURUNAN BOD, COD DAN DETERJEN PADA LIMBAH LAUNDRY DENGAN SISTEM HYDROPONIK WETLAND MENGUNAKAN TANAMAN *DUCKWEED* DAN *HYDRILLA VERTICILLATA*

(Studi Kasus: Limbah *Laundry* Kelurahan Sumbersari - Kota Malang)



**Disusun Oleh :
Ansfrius Oky
04.26.003**

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2011**

2014

THE STATE OF CALIFORNIA
DEPARTMENT OF REVENUE
OFFICE OF THE ASSISTANT ATTORNEY GENERAL
TAX SERVICES DIVISION

REGISTRATION
STATEMENT OF
WORK

THIS STATEMENT OF WORK IS SUBJECT TO THE TERMS AND CONDITIONS OF THE CONTRACT.

REGISTRATION

THE STATE OF CALIFORNIA DEPARTMENT OF REVENUE
OFFICE OF THE ASSISTANT ATTORNEY GENERAL
TAX SERVICES DIVISION
1500 CALIFORNIA STREET, SUITE 1000, SACRAMENTO, CA 95833

2014-01-01



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

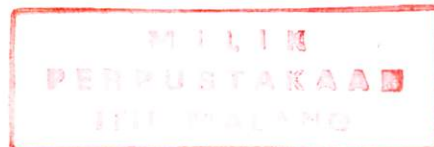
Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKIRPSI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

NAMA : ANSFRIDUS OKY
NIM : 04.26.003
JURUSAN : TEKNIK LINGKUNGAN
JUDUL : **PENURUNAN BOD, COD DAN DETERJEN PADA LIMBAH LAUNDRY DENGAN SISTEM HYDROPONIK WETLAND MENGGUNAKAN TANAMAN *DUCKWEED* DAN *HYDRILLA VERTICILLATA* (Studi Kasus: Limbah Laundry Kelurahan Sumbersari – Kota Malang)**

Dipertahankan di hadapan Tim Penguji Ujian Skripsi jenjang Program Strata Satu (S1)

Pada Hari : JUMAT
Tanggal : 26 AGUSTUS 2011
Dengan Nilai : **B(69,02)**



PANITIA UJIAN SKRIPSI

KETUA

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

SEKRETARIS

Evi Hendriarianti, ST. MMT
NIP. Y. 1030300382

PENGUJI I

Evi Hendriarianti, ST. MMT
NIP. Y. 1030300382

PENGUJI II

Anis Artiyani, ST. MT
NIP. P. 1030300384

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

JUDUL SKRIPSI :

**PENURUNAN BOD, COD DAN DETERJEN PADA LIMBAH
LAUNDRY DENGAN SISTEM HYDROPONIK WETLAND
MENGUNAKAN TANAMAN *DUCKWEED* DAN *HYDRILLA
VERTICILLATA***

(Studi Kasus: Limbah *Laundry* Kelurahan Sumbersari - Kota Malang)

Disusun oleh :


Ansfridus Oky

04.26.003

Menyetujui :

Tim Pembimbing

Dosen Pembimbing I



Hardianto, ST. MT
NIP. Y. 1030000350

Dosen Pembimbing II



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

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Lingkungan



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

REPUBLICAN PARTY PLATFORM

ARTICLE I

SECTION 1. The legislative power shall be vested in a Congress of the United States, which shall consist of a Senate and House of Representatives.

SECTION 2

(a) The House of Representatives shall be composed of Members chosen every second Year by the People of the several States, and the Electors in each State shall have the Qualifications requisite for Electors of the most numerous Branch of the State Legislature.

(b) No Representative shall, when elected, be more than seven Years of Age at the Time of his Election, and he shall, when elected, be seven Years of Age at the Time of his Election.

(c) No Representative shall, when elected, be more than seven Years of Age at the Time of his Election, and he shall, when elected, be seven Years of Age at the Time of his Election.

(d) No Representative shall, when elected, be more than seven Years of Age at the Time of his Election, and he shall, when elected, be seven Years of Age at the Time of his Election.

(e) No Representative shall, when elected, be more than seven Years of Age at the Time of his Election, and he shall, when elected, be seven Years of Age at the Time of his Election.

(f) No Representative shall, when elected, be more than seven Years of Age at the Time of his Election, and he shall, when elected, be seven Years of Age at the Time of his Election.

(g) No Representative shall, when elected, be more than seven Years of Age at the Time of his Election, and he shall, when elected, be seven Years of Age at the Time of his Election.

(h) No Representative shall, when elected, be more than seven Years of Age at the Time of his Election, and he shall, when elected, be seven Years of Age at the Time of his Election.

(i) No Representative shall, when elected, be more than seven Years of Age at the Time of his Election, and he shall, when elected, be seven Years of Age at the Time of his Election.

(j) No Representative shall, when elected, be more than seven Years of Age at the Time of his Election, and he shall, when elected, be seven Years of Age at the Time of his Election.

(k) No Representative shall, when elected, be more than seven Years of Age at the Time of his Election, and he shall, when elected, be seven Years of Age at the Time of his Election.

(l) No Representative shall, when elected, be more than seven Years of Age at the Time of his Election, and he shall, when elected, be seven Years of Age at the Time of his Election.

(m) No Representative shall, when elected, be more than seven Years of Age at the Time of his Election, and he shall, when elected, be seven Years of Age at the Time of his Election.

Oky, A, Hardianto, Dwiratna C 2011. *Penurunan BOD, COD Dan Deterjen Dengan Sistem hidroponik Wetland Menggunakan Tanaman Duckweed Dan hydrilla Verticillata (Studi Kasus: Limbah Laundry Kelurahan Sumpersari – Kota Malang)*. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang.

ABSTRAKSI

Industri *laundry* berkembang pesat, begitu juga limbah yang dihasilkan tentu semakin banyak. Parameter BOD, COD dan Deterjen merupakan contoh parameter yang terkandung dalam limbah *laundry* yang dapat mencemari kualitas lingkungan. Salah satu alternatif dalam mengolah limbah yakni dengan menggunakan tanaman air. Tanaman air yang dapat digunakan dalam pengolahan limbah adalah tanaman *Duckweed* dan *Hydrilla verticillata* yang diaplikasikan ke dalam bentuk *Hydroponik Wetland* dimana air limbah *laundry* digunakan sebagai media tumbuh. Oksigen mempengaruhi mikroorganisme pada proses pengolahan sistem *wetland*, oksigen ditransfer melalui sistem perakaran kemudian akan digunakan oleh mikroorganisme yang terikat, sehingga karakteristik dari tanaman yang digunakan berhubungan dengan kedalaman optimum pada sistem *wetland*. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kemampuan tanaman *Duckweed* dan *Hydrilla verticillata* pada *hydroponic wetland* untuk menurunkan BOD, COD dan deterjen sampai kedalaman 60 cm pada limbah *Laundry*.

Penelitian ini menggunakan tanaman *Duckweed* dan *Hydrilla verticillata* yang sebelumnya dilakukan aklimatisasi. Penelitian dilakukan secara *batch* menggunakan tiga buah reaktor. Dilakukan perlakuan yang berbeda pada setiap reaktor air limbah yakni reaktor pertama air limbah dengan perlakuan tanaman *duckweed*, reaktor kedua air limbah dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata* dan reaktor ketiga air limbah dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed*. Variasi pengambilan sampel pada kedalaman 0 cm, 30 cm dan 60 cm dengan waktu pengambilan sampel dilakukan setiap 2 hari sekali selama 10 hari.

Hasil Penelitian menunjukkan bahwa jenis tanaman dan kedalaman pengambilan sampel serta waktu pengambilan sampel mempengaruhi penurunan konsentrasi BOD, COD dan deterjen pada *hydroponik wetland*. Penyisihan BOD, COD dan deterjen terbaik terjadi pada reaktor dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* dengan nilai persentase penyisihan secara berturut-turut berkisar antara 9,46 % - 75,61 %, 5,66 % - 29,32 % dan 9,66 % - 38,80 %, dimana persentase penyisihan tertinggi terjadi di kedalaman pengambilan sampel 0 cm untuk parameter BOD, 30 cm untuk parameter COD dan deterjen, sedangkan persentase penyisihan terendah terjadi di kedalaman pengambilan sampel 60 cm.

Kata Kunci : BOD, COD, Deterjen, *Duckweed*, *Hydrilla verticillata*, *Hydroponik Wetland*, Kedalaman, Limbah *Laundry*.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penyusun panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, Berkat Rahmat-Nya Penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Evaluasi dan Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air Bersih Kecamatan Sumbawa.

Terselesaikannya laporan ini, berkat kerja sama yang baik antara mahasiswa, dosen pembimbing dan pihak terkait lainnya dalam memperoleh data yang dibutuhkan, untuk itu penyusun dalam kesempatan ini menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Candra Dwi Ratna W., ST. MT selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan dan Dosen Pembimbing II
2. Bapak Hardianto, ST. MT selaku Dosen Pembimbing I.
3. Bapak Sudiro, ST. MT selaku dosen wali angkatan 2004.
4. Dosen-dosen pengajar dan staf di jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
5. Rekan-rekan yang telah banyak membantu dalam penyusunan laporan 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 bermanfaat bagi almamater, khususnya rekan-rekan mahasiswa Teknik Lingkungan ITN Malang dan masyarakat luas pada umumnya.

Malang, Agustus 2011

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
ABSTRAKSI	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Proses Industri <i>Laundry</i>	5
2.1.1 Karakteristik Limbah Industri <i>Laundry</i>	5
2.1.2 Dampak Limbah Industri <i>Laundry</i>	6
2.1.3 Parameter Penelitian	9
2.2 Sistem Rawa Buatan (<i>Constructed Wetland</i>).....	10
2.2.1 Definisi <i>Constructed Wetland</i>	10
2.2.2 Jenis <i>Constructed Wetland</i>	13
2.3 Fitoremediasi.....	15
2.4 Jenis-Jenis Tumbuhan Air.....	16
2.4.1 Tumbuhan Uji.....	18
2.4.1.1 Tumbuhan <i>Hydrilla Verticillata</i>	18
2.4.1.2 Tumbuhan <i>Duckweed</i>	19
2.5 Metode Pengolahan Data	21
2.5.1 Statistika Deskriptif dan Inferensi	21
2.5.2 Analisis Korelasi.....	21
2.5.3 Analisis Regresi	22
2.5.4 Pengantar Desain Eksperimen	23
2.5.4.1 Langkah-langkah dalam Desain Eksperimen.....	23
2.5.4.2 Analysis of Variance.....	24

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian.....	25
3.2 Tempat Penelitian	25
3.3 Variabel Penelitian.....	25
3.3.1 Variabel Respon.....	25
3.3.2 Variabel Prediktor.....	25
3.4 Alat-Alat Dan Bahan.....	26
3.4.1 Alat-Alat	26
3.4.2 Bahan	26
3.4.3 Aklimatisasi	27
3.5 Pelaksanaan Penelitian.....	29
3.5.1 Penelitian Dengan Variasi Kedalaman <i>Hydroponik</i> <i>Wetland</i> Dan Waktu Pengambilan Sampel	29
3.6 Analisa Data.....	29
3.7 Kerangka Penelitian.....	31

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Limbah <i>Laundry</i>	32
4.2 Analisa Deskriptif.....	32
4.2.1. Analisa Deskriptif BOD.....	33
4.2.1.1. Analisis Deskriptif BOD Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla Verticillat</i>	33
4.2.1.2. Analisis Deskriptif BOD Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Duckweed</i>	34
4.2.1.3. Analisis Deskriptif BOD Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla Verticillata</i> Dan <i>Duckweed</i>	36
4.2.2. Analisa Deskriptif COD.....	38
4.2.2.1. Analisis Deskriptif COD Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla Verticillat</i>	38
4.2.2.2. Analisis Deskriptif COD Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Duckweed</i>	39

4.2.2.3. Analisis Deskriptif COD Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla Verticillata</i> Dan <i>Duckweed</i>	41
4.2.3. Analisa Deskriptif Deterjen	43
4.2.3.1. Analisis Deskriptif Deterjen Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla Verticillat</i>	43
4.2.3.2. Analisis Deskriptif Deterjen Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Duckweed</i>	44
4.2.3.3. Analisis Deskriptif Deterjen Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla Verticillata</i> Dan <i>Duckweed</i>	46
4.3 Analisa Korelasi.....	48
4.3.1. Analisis Korelasi Persentase Penyisihan BOD Dengan Waktu Pengambilan Sample Dan Kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla vericillata</i>	48
4.3.2. Analisis Korelasi Persentase Penyisihan BOD Dengan Waktu Pengambilan Sample Dan Kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Duckweed</i>	50
4.3.3. Analisis Korelasi Persentase Penyisihan BOD Dengan Waktu Pengambilan Sample Dan Kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla Verticillata</i> Dan <i>Duckweed</i>	51
4.3.4. Analisis Korelasi Persentase Penyisihan COD Dengan Waktu Pengambilan Sample Dan Kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla vericillata</i>	52
4.3.5. Analisis Korelasi Persentase Penyisihan COD Dengan Waktu Pengambilan Sample Dan Kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Duckweed</i>	53
4.3.6. Analisis Korelasi Persentase Penyisihan COD Dengan Waktu Pengambilan Sample Dan Kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla Verticillata</i> Dan <i>Duckweed</i>	54

4.3.7. Analisis Korelasi Persentase Penyisihan Deterjen Dengan Waktu Pengambilan Sample Dan Kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla vericillata</i>	55
4.3.8. Analisis Korelasi Persentase Penyisihan Deterjen Dengan Waktu Pengambilan Sample Dan Kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Duckweed</i>	56
4.3.9. Analisis Korelasi Persentase Penyisihan Deterjen Dengan Waktu Pengambilan Sample Dan Kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla Verticillata</i> Dan <i>Duckweed</i>	57
4.4 Analisa Regresi	58
4.4.1. Analisis Regresi i Persentase Penyisihan BOD Dengan Waktu Pengambilan Sample Dan Kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla vericillata</i>	59
4.4.2. Analisis Regresi Persentase Penyisihan BOD Dengan Waktu Pengambilan Sample Dan Kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Duckweed</i>	61
4.4.3. Analisis Regresi Persentase Penyisihan BOD Dengan Waktu Pengambilan Sample Dan Kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla Verticillata</i> Dan <i>Duckweed</i>	63
4.4.4. Analisis Regresi Persentase Penyisihan COD Dengan Waktu Pengambilan Sample Dan Kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla vericillata</i>	65
4.4.5. Analisis Regresi Persentase Penyisihan COD Dengan Waktu Pengambilan Sample Dan Kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Duckweed</i>	67
4.4.6. Analisis Regresi Persentase Penyisihan COD Dengan Waktu Pengambilan Sample Dan Kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla Verticillata</i> Dan <i>Duckweed</i>	69

4.3.7. Analisis Regresi Persentase Penyisihan Deterjen Dengan Waktu Pengambilan Sample Dan Kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla</i> <i>vericillata</i>	71
4.4.8. Analisis Regresi i Persentase Penyisihan Deterjen Dengan Waktu Pengambilan Sample Dan Kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Duckweed</i>	73
4.4.9. Analisis Regresi Persentase Penyisihan Deterjen Dengan Waktu Pengambilan Sample Dan Kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla</i> <i>Verticillata</i> Dan <i>Duckweed</i>	75
4.5 Analisa Anova.....	77
4.5.1. Analisis Anova Persentase Penyisihan BOD Dengan Variasi Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla Verticillata</i> ..	77
4.5.2. Analisis Anova Persentase Penyisihan BOD Dengan Variasi Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Duckweed</i>	78
4.5.3. Analisis Anova Persentase Penyisihan BOD Dengan Waktu Pengambilan Sample Dan Kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla Verticillata</i> Dan <i>Duckweed</i>	79
4.5.4. Analisis AnovaPersentase Penyisihan COD Dengan Waktu Pengambilan Sample Dan Kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla</i> <i>vericillata</i>	81
4.5.5. Analisis Anova Persentase Penyisihan COD Dengan Variasi Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Duckweed</i>	82

4.5.6. Analisis Anova Persentase Penyisihan COD Dengan Waktu Pengambilan Sample Dan Kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla Verticillata</i> Dan <i>Duckweed</i>	83
4.5.7. Analisis Anova Persentase Penyisihan Deterjen Dengan Variasi Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla Verticillata</i>	84
4.5.8. Analisis Anova Persentase Penyisihan Deterjen Dengan Waktu Pengambilan Sample Dan Kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Duckweed</i>	86
4.5.9. Analisis Anova Persentase Penyisihan Deterjen Dengan Waktu Pengambilan Sample Dan Kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla Verticillata</i> Dan <i>Duckweed</i>	87
4.6 Pembahasan.....	89
4.5.1. Pengaruh Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Jenis Tanaman Terhadap Persentase Penyisihan BOD.....	89
4.5.2. Pengaruh Waktu Pengambilan Sampel Dan Jenis Tanaman Terhadap Persentase Penyisihan BOD.....	92
4.5.3. Pengaruh Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Jenis Tanaman Terhadap Persentase Penyisihan COD.....	96
4.5.4. Pengaruh Waktu Pengambilan Sampel Dan Jenis Tanaman Terhadap Persentase Penyisihan COD.....	99
4.5.5. Pengaruh Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Jenis Tanaman Terhadap Persentase Penyisihan Deterjen ...	102
4.5.6. Pengaruh Waktu Pengambilan Sampel Dan Jenis Tanaman Terhadap Persentase Penyisihan Deterjen	104

BAB IV PENUTUP

5.1 Kesimpulan	108
5.2 Saran	109

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Air Limbah cuci pakaian.....	6
Tabel 2.2 Baku Mutu Limbah Cair (Termasuk Pengolah Limbah Terpusat / kawasan industri).....	8
Tabel 4.1 Hasil Analisis Awal Limbah <i>Laundry</i>	32
Tabel 4.2 Data konsentrasi akhir BOD Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman <i>Hydrilla Verticillata</i>	33
Tabel 4.3 Data konsentrasi akhir BOD Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman <i>Duckweed</i>	35
Tabel 4.4 Data konsentrasi akhir BOD Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman <i>Hydrilla Verticillata</i> Dan <i>Duckweed</i>	36
Tabel 4.5 Data konsentrasi akhir COD Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman <i>Hydrilla Verticillata</i>	38
Tabel 4.6 Data konsentrasi akhir COD Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman <i>Duckweed</i>	40
Tabel 4.7 Data konsentrasi akhir COD Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman <i>Hydrilla Verticillata</i> Dan <i>Duckweed</i>	41
Tabel 4.8 Data konsentrasi akhir Deterjen Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman <i>Hydrilla Verticillata</i>	43
Tabel 4.9 Data konsentrasi akhir Deterjen Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman <i>Duckweed</i>	45
Tabel 4.10 Data konsentrasi akhir Deterjen Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman <i>Hydrilla Verticillata</i> Dan <i>Duckweed</i>	46
Tabel 4.11 Analisis Korelasi Antara % Penyisihan BOD Dengan Waktu Pengambilan Sampel Dan Variasi kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla vericillata</i>	49
Tabel 4.12 Analisis Korelasi Antara % Penyisihan BOD Dengan Waktu Pengambilan Sampel Dan Variasi kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Duckweed</i>	50
Tabel 4.13 Analisis Korelasi Antara % Penyisihan BOD Dengan Waktu Pengambilan Sampel Dan Variasi kedalaman Sampel Pada Reaktor	

	Dengan Tanaman <i>Hydrilla vericillata</i> dan <i>Duckweed</i>	51
Tabel 4.14	Analisis Korelasi Antara % Penyisihan COD Dengan Waktu Pengambilan Sampel Dan Variasi kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla vericillata</i>	52
Tabel 4.15	Analisis Korelasi Antara % Penyisihan COD Dengan Waktu Pengambilan Sampel Dan Variasi kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Duckweed</i>	53
Tabel 4.16	Analisis Korelasi Antara % Penyisihan COD Dengan Waktu Pengambilan Sampel Dan Variasi kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla vericillata</i> dan <i>Duckweed</i>	54
Tabel 4.17	Analisis Korelasi Antara % Penyisihan Deterjen Dengan Waktu Pengambilan Sampel Dan Variasi kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla vericillata</i>	55
Tabel 4.18	Analisis Korelasi Antara % Penyisihan Deterjen Dengan Waktu Pengambilan Sampel Dan Variasi kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Duckweed</i>	56
Tabel 4.19	Analisis Korelasi Antara % Penyisihan Deterjen Dengan Waktu Pengambilan Sampel Dan Variasi kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla vericillata</i> dan <i>Duckweed</i>	57
Tabel 4.20	Analisis Regresi Antara % Penyisihan BOD Dengan Waktu Pengambilan Sampel Dan Variasi kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla vericillata</i>	59
Tabel 4.21	Analisis Regresi Antara % Penyisihan BOD Dengan Waktu Pengambilan Sampel Dan Variasi kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Duckweed</i>	61
Tabel 4.22	Analisis Regresi Antara % Penyisihan BOD Dengan Waktu Pengambilan Sampel Dan Variasi kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla Verticillata</i> Dan <i>Duckweed</i>	63
Tabel 4.23	Analisis Regresi Antara % Penyisihan COD Dengan Waktu Pengambilan Sampel Dan Variasi kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla vericillata</i>	65
Tabel 4.24	Analisis Regresi Antara % Penyisihan COD Dengan Waktu	

Pengambilan Sampel Dan Variasi kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Duckweed</i>	67
Tabel 4.25 Analisis Regresi Antara % Penyisihan COD Dengan Waktu Pengambilan Sampel Dan Variasi kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla Verticillata</i> Dan <i>Duckweed</i>	69
Tabel 4.26 Analisis Regresi Antara % Penyisihan Deterjen Dengan Waktu Pengambilan Sampel Dan Variasi kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla vericillata</i>	71
Tabel 4.27 Analisis Regresi Antara % Penyisihan Deterjen Dengan Waktu Pengambilan Sampel Dan Variasi kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Duckweed</i>	73
Tabel 4.28 Analisis Regresi Antara % Penyisihan Deterjen Dengan Waktu Pengambilan Sampel Dan Variasi kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla Verticillata</i> Dan <i>Duckweed</i>	75
Tabel 4.29 Uji Anova % Penyisihan BOD Terhadap Variasi Kedalaman Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla vericillata</i>	77
Tabel 4.30 Uji Anova % Penyisihan BOD Terhadap Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla vericillata</i>	78
Tabel 4.31 Uji Anova % Penyisihan BOD Terhadap Variasi Kedalaman Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Duckweed</i>	78
Tabel 4.32 Uji Anova % Penyisihan BOD Terhadap Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Duckweed</i>	79
Tabel 4.33 Uji Anova % Penyisihan BOD Terhadap Variasi Kedalaman Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla vericillata</i> Dan <i>Duckweed</i>	80
Tabel 4.34 Uji Anova % Penyisihan BOD Terhadap Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla vericillata</i> Dan <i>Duckweed</i>	80
Tabel 4.35 Uji Anova % Penyisihan COD Terhadap Variasi Kedalaman Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla vericillata</i>	81

Tabel 4.36 Uji Anova % Penyisihan COD Terhadap Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla vericillata</i>	81
Tabel 4.37 Uji Anova % Penyisihan COD Terhadap Variasi Kedalaman Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Duckweed</i>	82
Tabel 4.38 Uji Anova % Penyisihan COD Terhadap Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Duckweed</i>	83
Tabel 4.39 Uji Anova % Penyisihan COD Terhadap Variasi Kedalaman Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla vericillata</i> Dan <i>Duckweed</i>	83
Tabel 4.40 Uji Anova % Penyisihan COD Terhadap Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla vericillata</i> Dan <i>Duckweed</i> .	84
Tabel 4.41 Uji Anova % Penyisihan Deterjen Terhadap Variasi Kedalaman Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla vericillata</i>	85
Tabel 4.42 Uji Anova % Penyisihan Deterjen Terhadap Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla vericillata</i>	85
Tabel 4.43 Uji Anova % Penyisihan Deterjen Terhadap Variasi Kedalaman Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Duckweed</i>	86
Tabel 4.44 Uji Anova % Penyisihan Deterjen Terhadap Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Duckweed</i>	86
Tabel 4.45 Uji Anova % Penyisihan Deterjen Terhadap Variasi Kedalaman Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla vericillata</i> Dan <i>Duckweed</i>	87
Tabel 4.46 Uji Anova % Penyisihan Deterjen Terhadap Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman <i>Hydrilla vericillata</i> Dan <i>Duckweed</i>	88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram Alir Proses <i>Laundry</i>	5
Gambar 2.2	<i>Surface Flow Constructed Wetland</i>	13
Gambar 2.3	<i>Hydroponic Free Water Surface Wetland System</i>	14
Gambar 2.4	<i>Subsurface Flow Constructed Wetland System</i>	15
Gambar 2.5	<i>Hydrilla Verticillata</i>	19
Gambar 2.6	<i>Duckweed (lemna minor)</i>	21
Gambar 3.1	Reaktor <i>Hydroponik Wetland</i>	28
Gambar 3.2	Desain Reaktor <i>Hydroponik Wetland</i>	28
Gambar 3.3	Kerangka Penelitian.....	31
Gambar 4.1	% Penyisihan BOD Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman <i>Hydrilla Verticillata</i>	34
Gambar 4.2	% Penyisihan BOD Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman <i>Duckweed</i>	35
Gambar 4.3	% Penyisihan BOD Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman <i>Hydrilla Verticillata</i> Dan <i>Duckweed</i>	37
Gambar 4.4	% Penyisihan COD Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman <i>Hydrilla Verticillata</i>	39
Gambar 4.5	% Penyisihan COD Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman <i>Duckweed</i>	40
Gambar 4.6	% Penyisihan COD Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman <i>Hydrilla Verticillata</i> Dan <i>Duckweed</i>	42
Gambar 4.7	% Penyisihan Deterjen Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman <i>Hydrilla Verticillata</i>	44
Gambar 4.8	% Penyisihan Deterjen Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman <i>Duckweed</i>	45
Gambar 4.9	% Penyisihan Deterjen Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman <i>Hydrilla Verticillata</i> Dan <i>Duckweed</i>	47

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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

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

Limbah cair industri *laundry* mengandung zat tersuspensi dan bahan organik, bahan organik yang terkandung berpengaruh terhadap konsentrasi parameter BOD dan COD pada limbah laundry. Selain itu pada limbah laundry juga terkandung deterjen. Deterjen merupakan bahan pembersih yang terbuat dari bahan kimia sintesis dengan komponen utama berupa surfaktan, dalam konsentrasi tertentu deterjen dalam air dapat berpengaruh terhadap organisme perairan. Karakteristik limbah laundry secara umum menunjukkan konsentrasi BOD sebesar 391–2600 mg/l dan COD sebesar 1270–13700 mg/l (Cogley dan Wechsler, 2005). Konsentrasi tersebut melebihi baku mutu standar yang ditetapkan menurut keputusan Gubernur Jawa Timur, untuk parameter BOD sebesar 50 mg/l dan COD sebesar 100 mg/l.

Sebagai alternatif dalam pengolahan limbah cair telah banyak dikembangkan pengolahan limbah cair dengan menggunakan tumbuhan (*Fitoremediasi*). *Fitoremediasi* merupakan teknologi pengolahan yang menggunakan tumbuhan, dimana tumbuhan tersebut bekerjasama dengan mikroorganisme dalam media (tanah,

korat dan air) untuk mengubah, menghilangkan, menstabilkan, atau menghancurkan zat kontaminan (pencemar atau polutan) menjadi kurang atau tidak berbahaya bahkan menjadi bahan yang berguna secara ekonomi.

Salah satu aplikasi dari *fitoremediasi* yakni pengolahan air limbah dengan sistem *wetland* dengan memanfaatkan tanaman air. Sistem *wetland* menggunakan tanaman air untuk menghilangkan bahan pencemar yang terdapat pada air limbah tanpa menambahkan bahan-bahan kimia dan prosesnya berjalan alami. Salah satu sistem *wetland* yang banyak digunakan adalah sistem *hidroponic wetland* merupakan aplikasi yang memanfaatkan tanaman air. *Hidroponic wetland* tidak menggunakan media penyangga selain air sebagai media hidup tanaman air tersebut.

Pada sistem *wetland*, oksigen berperan penting bagi mikroorganisme, oksigen digunakan mikroorganisme untuk menguraikan zat organik pada limbah, oksigen ditransfer melalui sistem perakaran kemudian akan digunakan oleh mikroorganisme yang menempel pada akar untuk melakukan pengolahan secara biologi, sehingga karakteristik fisik dari tanaman yang digunakan berhubungan dengan kedalaman optimum pada sistem *wetland*.

Duckweed dan *Hydrilla verticillata* merupakan jenis tanaman air yang dapat digunakan untuk menurunkan parameter yang terdapat pada limbah industri. Hasil penelitian Sanaky (2007) yang berjudul pengolahan limbah cair industri tahu dengan metode fitoremediasi menggunakan tumbuhan duckweed (*lemna minor*), mampu menurunkan COD, N total dan P total masing masing sebesar 99.783%, 81.521% dan 90,376%. Sedangkan hasil penelitian Fatoni (2008) yang berjudul uji perbandingan Cr total (Cr^{6+}) pada limbah tekstil dengan menggunakan tanaman terapung (*salvina molesta*) dan tanaman melayang (*hydrilla verticillata*), mampu menurunkan Cr total (Cr^{6+}) sebesar 74.51 %. Selain itu menurut hasil penelitian Fitriyani dan Wisan (2009) yang berjudul pengaruh kedalaman terhadap proses penghilangan deterjen pada limbah laundry menggunakan enceng gondok (*eichhorna crassipes*) dan kiambang (*salvina molesta*), mampu menurunkan deterjen (LAS) masing-masing sebesar 40-65 % dan 30-50 %.

Pada penelitian ini digunakan tanaman air melayang *Hydrilla verticillata* dan tanaman air mengapung *Duckweed* dengan metode *hydroponic wetland* untuk mendegradasi parameter BOD COD, dan deterjen pada limbah *laundry*. Penurunan BOD COD, dan deterjen diukur berdasarkan tingkat kedalaman *hydroponic wetland*.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang dikaji dalam penelitian ini adalah :

- Seberapa besar kemampuan tanaman *Duckweed (lemna minor)* dan *Hydrilla verticillata* pada *hydroponic wetland* untuk menurunkan BOD, COD dan deterjen pada limbah *laundry*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Mengetahui kemampuan tanaman terapung *Duckweed (lemna minor)* dan tanaman melayang *Hydrilla verticillata* pada satu *hydroponic wetland* untuk menurunkan BOD, COD dan deterjen pada limbah *laundry*.

1.4 Ruang Lingkup

1. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium.
2. Jenis tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman terapung (*Duckweed*) dan tanaman melayang (*Hydrilla verticillata*).
3. Menggunakan sistem *batch* dengan sumber cahaya alami (matahari).
4. Penelitian ini dilakukan untuk melihat penurunan konsentrasi BOD, COD dan deterjen oleh tanaman terapung (*Duckweed*) dan tanaman melayang (*Hydrilla verticillata*).
5. Parameter yang diuji adalah P total dan deterjen dalam limbah *laundry*.
6. Perlakuan berbeda terhadap tanaman terapung (*Duckweed*) dan tanaman melayang (*Hydrilla verticillata*) serta limbah *laundry*, yaitu :
 - Tanaman terapung (*Duckweed*) pada media air limbah *laundry*.
 - Tanaman melayang (*Hydrilla verticillata*) pada media air limbah *laundry*.

- Tanaman terapung (*Duckweed*) dan tanaman melayang (*Hydrilla verticillata*) pada media air limbah *laundry*.

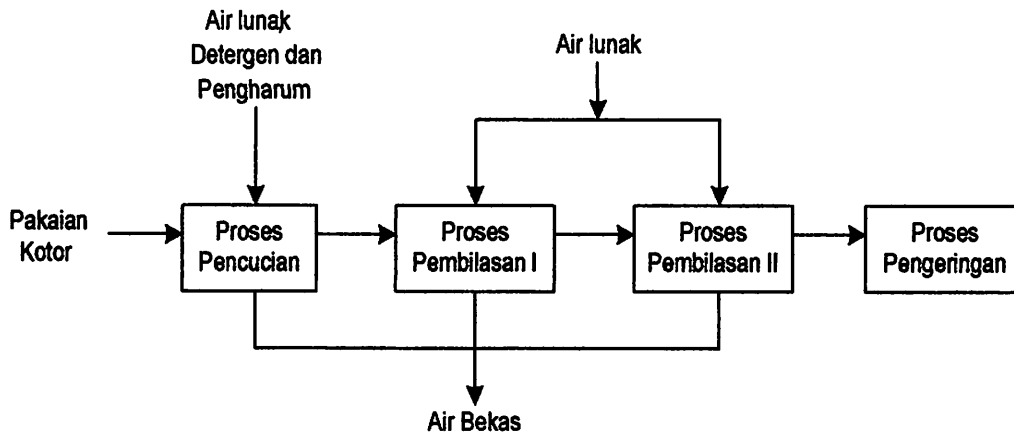
7. Variasi penelitian :

- a. Variasi kedalaman pengambilan sampel pada kedalaman 0 cm, 30 cm dan 60 cm .
- b. Variasi waktu pengambilan sampel 2 hari sekali selama 10 hari.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Proses Industri *Laundry*

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



Gambar 2.1 Diagram alir proses *laundry*
(Sumber: Wenten, 2003 dalam Taufikurrahman, 2006)

2.1.1 Karakteristik Limbah Industri *Laundry*

Secara umum limbah *laundry* memiliki kandungan air yang besar jika dibandingkan dengan konsentrasi pengotornya. Hal ini disebabkan oleh proses *laundry* menggunakan air bersih yang sangat besar. Menurut Wenten (2003) dalam Taufikurrahman (2006) limbah *laundry* mengandung 50-70 % air dan sisanya berupa

deterjen dan zat pengotor. Penelitian yang dilakukan oleh Cogley dan Wechsler (2005) pada sebuah industri *laundry* memberikan gambaran mengenai karakteristik limbah *laundry* yang tertuang dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Karakteristik Limbah Laundry

Parameter	Laundry Site												
	1	2	3	4	5	6	7	7 influent to DAF	7 effluent from DAF	8	Blank for 7 influent	Blank for 7 Effluent	7 tapwater
BOD ₅	2000	2600	1470	1470	391	517	963	2400	1000	2300	<2	<2	<2
TOC	1200	2000	1720	1720	294	760	1140	1750	495	1280	<1	<1	2
COD	6450	12800	13700	13700	1270	3320	7050	7060	1980	6100	<5	<5	<5
TS	2950	5638	8920	8920	1940	3000	3400	3500	6020	3870	67	65	240
SS	965	3080	2530	2530	344	702	920	940	100	777	<5	<5	<5
VS	1740	3730	6820	6820	497	1020	1950	2100	2530	1990	*	*	32
Alkalinity (sebagai CaCO ₃)	680	878	1200	1200	800	2090	800	1100	120	1250	<10	<10	85
Freon Extractibles	1070	3300	6520	6520	107	720	1300	1600	230	950	<5	<5	<5
pH	11.3	11.4	10.6	10.6	10.6	10.7	11.3	11.7	9.3	11.7	5.5	5.0	7.7
sianida	0.13	0.47	0.09	0.09	0.01	0.02	0.30	0.28	0.29	0.06	0.00	0.00	0.00

Note : Concentration in mg/l. BOD₅ = five day biological oxygen demand, TOC = total organic carbon, COD = chemical oxygen demand, TS = total solid, SS = suspended solid, VS = Volatile solids, "7 influent" designates wastewater just prior to DAF wastewater treatment unit, * = below limit of detection.

(Sumber: Cogley dan Wechsler, 1978)

Pada umumnya limbah *laundry* banyak mengandung sejumlah surfaktan, *carboxyl methyl cellulose* (CMC), minyak tumbuhan, kalsium (Ca), Phospat (P), SiO₃²⁻, pemutih pakaian dan tanah. Jumlah surfaktan, bahan pendukung deterjen dan substansi minyak yang besar pada limbah *laundry* dapat meningkatkan konsentrasi beberapa parameter lain pada limbah tersebut (Seo, *et.al*, 2001 dalam Gunarta, 2009).

2.1.2 Dampak Limbah Industri *Laundry*

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

yang terdapat dalam deterjen, terutama dari bentuk rantai kimia dan gugus fungsi surfaktan. Beberapa dampak negatif yang ditimbulkan oleh limbah industri *laundry* di lingkungan:

1. Karena sifat deterjen yang aktif permukaan, maka dengan kadar yang rendahpun (kira-kira 0,5 ppm), deterjen sudah membentuk busa. Busa ini akan menghambat difusi oksigen dari udara ke perairan. Air buangan deterjen dapat meresap ke dalam air tanah, sehingga pemanfaatan air tanah yang mengandung deterjen ini sebagai air minum atau air mandi akan mengganggu kesehatan manusia (Manik dan Edward, 1987).
2. Deterjen sintetis pada konsentrasi tertentu akan bisa mencegah perkembangan populasi plankton, seterusnya populasi organisme dalam suatu perairan (Manik dan Edward, 1987).
3. Dalam batas-batas konsentrasi tertentu deterjen sangat berbahaya bagi lingkungan perairan, karena dari beberapa kajian disebutkan bahwa deterjen tersebut bersifat melarutkan bahan kimia yang bersifat karsinogen (misalnya 3,4 benzopiren, berasal dari surfaktan yang merupakan senyawa alkil benzen sulfonat), sehingga menimbulkan gangguan terhadap masalah kesehatan (Linfield, 1976 dalam Susana dan Suyarso, 2008).
4. Kandungan fosfat dalam deterjen berdampak terhadap kenaikan konsentrasi fosfat anorganik dalam badan air buangan sehingga menimbulkan pengkayaan nutrisi (Kennish, 1997 dalam Susana dan Rositasari 2009).

Untuk mengurangi pencemaran lingkungan dari limbah cair industri *laundry*, maka pemerintah mengeluarkan peraturan Keputusan Gubernur Jawa Timur No: 45 Tahun 2002 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau Kegiatan Usaha Lainnya di Jawa Timur. Karena baku mutu limbah cair industri *laundry* tidak diatur secara khusus maka digunakan baku mutu limbah cair lampiran II. Parameter baku mutu limbah cair dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Baku Mutu Limbah Cair (Termasuk Pengolah Limbah Terpusat / kawasan industri)

No	Parameter	Satuan	Golongan Baku Mutu Limbah Cair			
			I	II	III	IV
A	FISIKA					
1	Temperatur	°C	35	38	40	45
2	Zat Padat terlarut	mg/liter	1500	2000	4000	5000
3	Zat Padat tersuspensi	mg/liter	100	200	200	500
B	KIMIA					
1	pH	mg/liter	6 - 9	6 - 9	6 - 9	6 - 9
2	Besi (Fe)	mg/liter	5	10	15	20
3	Mangan (Mn)	mg/liter	0.5	2	5	10
4	Barium (Ba)	mg/liter	1	2	3	5
5	Tembaga (Cu)	mg/liter	1	2	3	5
6	Seng (Zn)	mg/liter	5	10	15	20
7	Krom Heksavalen (Cr ⁺⁶)	mg/liter	0.05	0.1	0.5	2
8	Krom Total (Cr tot)	mg/liter	0.1	0.5	1	2
9	Cadmium (Cd)	mg/liter	0.01	0.05	0.1	1
10	Raksa (Hg)	mg/liter	0.001	0.002	0.005	0.01
11	Timbal (Pb)	mg/liter	0.1	0.5	1	3
12	Timah Putih (Sn)	mg/liter	2	3	4	5
13	Arsen (As)	mg/liter	0.05	0.1	0.5	1
14	Selenium (Se)	mg/liter	0.01	0.05	0.5	1
15	Nikel (Ni)	mg/liter	0.1	0.2	0.5	1
16	Kobalt (Co)	mg/liter	0.2	0.4	0.6	1
17	Sianida (CN)	mg/liter	0.05	0.1	0.5	1
18	Sulfida (H ₂ S)	mg/liter	0.01	0.06	0.1	1
19	Flourida (F)	mg/liter	1.5	15	20	30
20	Klorin Bebas (Cl ₂)	mg/liter	0.02	0.03	0.04	0.05
21	Amoniak Bebas (NH ₃ -N)	mg/liter	0.5	1	5	20
22	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/liter	10	20	30	50
23	Nitrit (NO ₃ -N)	mg/liter	0.06	1	3	5
24	BOD ₅	mg/liter	30	50	150	300
25	COD	mg/liter	80	100	300	600
26	Detergent an ionik	mg/liter	0.5	1	10	15
27	Phenol	mg/liter	0.01	0.05	1	2
28	Minyak dan Lemak	mg/liter	1	5	15	20
29	PCB	mg/liter	NIHIL	NIHIL	NIHIL	NIHIL

Sumber : Lampiran II Keputusan Gubernur Jatim No: 45 tahun 2002

2.1.3 Parameter Penelitian

Parameter yang diukur dalam limbah cair laundry pada penelitian ini disesuaikan dengan Baku Mutu Limbah Cair (Termasuk Pengolah Limbah Terpusat / kawasan industri) di Jawa Timur sesuai Surat Keputusan (SK) Gubernur Jawa Timur No.45 Tahun 2002 adalah BOD, COD dan deterjen.

1. BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

Biochemical Oxygen Demand (BOD) atau Kebutuhan Oksigen Biologis (KOB) adalah suatu analisa empiris yang mencoba mendekati secara global proses-proses mikrobiologis yang benar-benar terjadi di dalam air. Angka BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan (mengoksidasikan) hampir semua zat organik yang terlarut dan sebagian zat-zat organik yang tersuspensi dalam air.

Pemeriksaan BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran akibat air buangan penduduk atau industri, dan untuk mendisain sistem-sistem pengolahan biologis bagi air yang tercemar tersebut. Penguraian zat organik adalah peristiwa alamiah kalau sesuatu badan air dicemari oleh zat organik, bakteri dapat menghabiskan oksigen terlarut dalam air selama proses oksidasi tersebut yang bisa mengakibatkan kematian ikan-ikan dalam air dan keadaan menjadi anaerobik dan dapat menimbulkan bau busuk pada air tersebut (Alaerts dan Santika, 1987).

2. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD merupakan jumlah oksigen (mg O_2) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam 1 liter sampel air, dimana pengoksidasi $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ digunakan sebagai sumber oksigen (oxidizing agent). Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air. Pengujian COD sangat penting dikarenakan angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses

mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air (Alaerts dan Santika, 1987).

3. Deterjen Atau Surfaktan

Deterjen adalah golongan dari molekul organik yang dipergunakan sebagai pengganti sabun untuk pembersih supaya mendapatkan hasil yang lebih baik. Di dalam air zat ini dapat menimbulkan buih dan selama proses aerasi buih tersebut dapat berada di atas permukaan gelembung udara dan biasanya relative tetap. Sebelum tahun 1965 deterjen ini disebut ABS (Alkyl Benzene Sulfonate) yang merupakan penyebab masalah busa karena tahan terhadap penguraian proses biologis. Setelah dikeluarkan larangan penggunaan ABS, maka diganti dengan jenis lain dan dikenal LAS (Linear Alkyl Sulfonate) di mana busa yang dihasilkan oleh LAS ini bisa diuraikan sehingga masalah busa dapat diatasi. Bahandasar dari deterjen adalah minyak nabati atau minyak bumi. Fraksi minyak bumi yang dipakai adalah senyawa hidrokarbonparafin dan olefin. Penghasil utama dari bahan dasar ini adalah air limbah yang berasal dari rumah tangga atau pemukiman (Sugiharto, 1987).

2.2 Sistem Rawa Buatan (*Constructed Wetland*)

2.2.1. Definisi *Constructed Wetland*

Definisi *Constructed Wetland* sangat beragam diantaranya, *constructed wetland* adalah sistem pengolahan air limbah buatan yang terdiri dari kolam atau saluran dangkal (biasanya kedalaman kurang dari 1 meter) yang ditanami dengan tumbuhan air yang bergantung terhadap proses alami mikroba, biologi, fisik dan kimia untuk mengolah air limbah (Oppelt, 2000). Pengertian lainnya yakni *Constructed wetland* merupakan kolam dangkal yang diisi dengan beberapa jenis bahan filter (substrat) biasanyan pasir atau kerikil dan ditanamai dengan tumbuhan yang mempunyai toleransi terhadap kondisi terendam di dalam air (UN-HABITAT, 2008). Sedangkan menurut Metcalf dan Eddy (1991), wetland adalah suatu lahan yang jenuh air dengan kedalaman air tipikal yang kurang dari 0,6 m yang mendukung pertumbuhan tanaman air.

Menurut Novotny dan Olem (1984), proses-proses yang terjadi di dalam rawa buatan secara lengkap meliputi proses-proses fisik, fisik-kimia, dan biokimia. Proses-proses fisik terdiri dari proses sedimentasi, filtrasi, pemangsaan, dan pemanasan. Proses-proses fisik-kimia terdiri dari proses adsorpsi bahan pencemar oleh tanaman air, sedimen, dan substrat organik. Sedangkan proses-proses biokimia terdiri dari proses penguraian zat pencemar oleh bakteri yang menempel pada permukaan substrat/media, perakaran tanaman, dan serasah serta penyerapan nutrisi dan zat-zat pencemar lainnya oleh tanaman. Pada proses penguraian oleh bakteri; proses penguraian secara aerobik (misalnya nitrifikasi) terjadi di zona aerobik dekat perakaran, proses anoksik (misalnya denitrifikasi) terjadi di daerah yang agak jauh dari perakaran, dan proses anaerobik terjadi di zona anaerobik dimana tidak terdapat oksigen. Mikroorganisme, tanaman air, substrat/media, dan kedalaman kolom air merupakan faktor - faktor yang berperan dalam proses pengolahan air limbah pada rawa buatan.

1. Mikroorganisme

Mikroorganisme pada rawa buatan biasanya melekat di permukaan perakaran dan substrat/ media membentuk biofilm. Mikroorganisme berperan sangat penting dalam sistem rawa buatan karena mikroorganisme melaksanakan penguraian bahan-bahan organik baik secara aerobik maupun anaerobik. Mikroorganisme juga berperan dalam proses nitrifikasi dan denitrifikasi.

Bagi mikroorganisme pertumbuhan merupakan salah satu bentuk respon terhadap lingkungan fisik dan kimia yang paling penting. Pertumbuhan adalah hasil dari replikasi dan perubahan dalam ukuran sel. Mikroorganisme dapat tumbuh pada berbagai variasi kondisi fisik, kimia dan nutrisi. Bila media tempat mikroorganisme tersebut berada memiliki nutrisi dalam jumlah yang cukup, maka mikroorganisme itu akan mengekstrak nutrisi dari media dan mengubahnya menjadi materi biologis. Sebagian dari nutrisi akan digunakan untuk produksi energi sedangkan sebagian lagi akan dipakai untuk biosintesis dan untuk membentuk produk yang lain. Pola pertumbuhan mikroorganisme berdasarkan jumlahnya dapat dibagi menjadi enam fase :

- Fase lag : fase adaptasi pada lingkungan baru, waktu generasi lama, laju pertumbuhan nol, usuran sel dan laju aktifitas metabolisme maksimum.
- Fase percepatan : waktu generasi menurun dan laju pertumbuhan meningkat.
- Fase eksponensial : waktu generasi konstan dan minimal, laju pertumbuhan spesifik maksimum dan konstan, laju konversi substrat maksimum dan terjadi penambahan jumlah mikroba secara eksponensial.
- Fase menurun : kenaikan waktu generasi dan penurunan laju pertumbuhan spesifik karena terjadi penurunan konsentrasi substrat secara perlahan.
- Fase stasioner : terjadi penurunan konsentrasi substrat secara tajam dan adanya akumulasi senyawa toksik hasil proses metabolisme. Di sini seolah – olah terjadi keseimbangan antara laju kematian dan pertumbuhan.
- Fase endogenous : terjadi respirasi dan metabolisme endogeneous, laju kematian meningkat.

(Slame, A dan Masduqi, A, 2000)

2. Tanaman Air

Tanaman air pada rawa buatan berperan sebagai:

- Penyedia oksigen bagi proses penguraian zat pencemar.
- Media tumbuh dan berkembangnya mikroorganisme.
- Penahan laju aliran sehingga memudahkan proses sedimentasi padatan, membantu proses filtrasi (terutama bagian perakaran tanaman), dan mencegah erosi
- Penyerap nutrisi dan bahan-bahan pencemar lainnya.
- Pencegah pertumbuhan virus dan bakteri patogen dengan mengeluarkan zat-zat tertentu semacam antibiotik. Selain itu serasah tumbuhan juga dapat mencegah pertumbuhan jentik-jentik nyamuk dan mengurangi bau.

3. Substrat/media

Substrat atau media berperan sebagai tempat menempelnya mikroorganisme sehingga memperluas permukaan sistem rawa buatan. Selain itu substrat juga berperan untuk menyokong tumbuhan air, membantu proses filtrasi (terutama pada rawa buatan beraliran bawah permukaan/sub surface flow), dan menampung

sedimen. Jenis substrat sangat mempengaruhi waktu detensi, oleh karena itu pemilihan substrat yang tepat sangat menentukan keberhasilan sistem dalam mengolah air limbah.

4. Kolom air

Kolom air di dalam rawa buatan berperan penting, karena apabila kolom air terlalu dalam akan berpengaruh terhadap efisiensi rawa buatan. Rawa buatan memiliki kemampuan yang cukup tinggi dalam menghilangkan bahan pencemar.

(Puspita *et al.*, 2005)

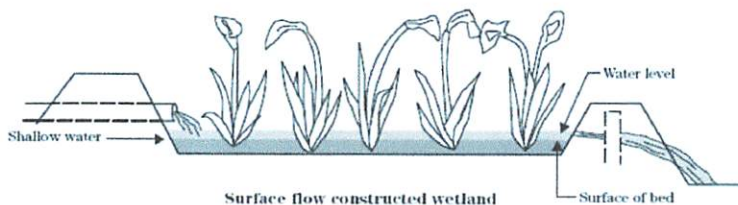
2.2.2 Jenis *Constructed Wetland*

Terdapat tiga sistem *constructed wetland* yang dikembangkan saat ini yaitu :

1. *Surface Flow Wetlands (SF)*

Surface Flow Wetlands digunakan di dunia untuk mengolah air limbah perkotaan dan merupakan jenis *wetland* yang paling sering digunakan di Amerika utara. Tipe *wetland SF* ini direkomendasikan *Natural Resource Conservation Service (NRCS)* untuk pengolahan air limbah peternakan.

SF wetland mempunyai kedalaman air yang dangkal, ditanami dengan jenis tanaman dengan akar yang menempel pada bagian dasar kolam. Aliran air melintasi permukaan dengan rentang kedalaman antara 6- 18 inci, tergantung pada jenis tanaman dan faktor desain yang lainnya. Slope bagian dasar kolam datar dari sisi yang satu ke sisi yang lainnya, tetapi bisa juga sedikit miring dari inlet ke outlet.



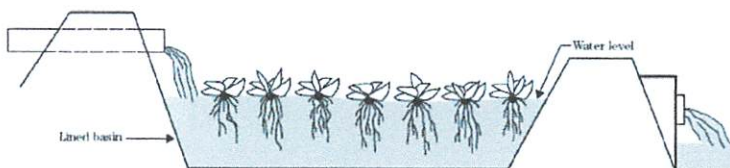
Gambar 2. Surface Flow constructed Wetland (USDA, 2002)

2. *Hydroponik Surface Flow System (HSF)*

Wetland ini hampir sama dengan *Open Water Surface Flow System* tapi pada *wetland* ini tanaman yang digunakan tidak membutuhkan media tanah sebagai tempat hidupnya (Gustafson *et al.*, 2002). *Hydroponik wetland* yang digunakan dalam penelitian ini termasuk ke dalam sistem *hydroponik surface flow system*, karena *wetland* ini tidak menggunakan media tanah sebagai tempat hidupnya dan jenis tanaman yang digunakan juga sama.

Terdapat dua jenis tanaman yang dominan digunakan dalam sistem ini, yang pertama ialah menggunakan tumbuhan terapung, dimana tumbuhan ini mempunyai kelebihan dalam mendapatkan oksigen dan karbon dioksida yang diperlukan dari atmosfer. Tumbuhan jenis ini juga mengambil nutrient dari dalam air. Jenis tumbuhan yang kedua yakni tumbuhan melayang yang mempunyai sifat dan kelebihan menyerap oksigen, karbon dioksida dan nutrient dari air. Jenis tumbuhan melayang sensitif terhadap kekeruhan yang tinggi karena tumbuhan melayang menjalankan proses fotosintesis di dalam air. Berikut ini beberapa jenis contoh tumbuhan air terapung dan melayang yang dapat digunakan :

- Tumbuhan terapung (*floating aquatic plant*) : *water hyacinth*, *duckweed*, *pennywort* dan *water lily*.
- Tumbuhan melayang (*submerged aquatic plant*) : *waterweed*, *water milfoil*, dan *watercress*. (Hui, 2005)

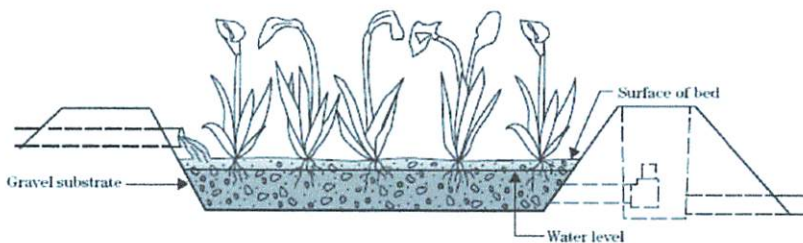


**Gambar 2.3 *HydroponicFree Water Surface Wetland System*
(USDA, 2002)**

3. *Subsurface Flow System (SSF)*

SSF wetland dapat terdiri dari media batuan kerikil atau tanah yang dilalui aliran air limbah. Media diletakkan pada bagian bawah dan air limbah masuk pada media sampai dengan kurang lebih setengah dari ketinggian media. Jenis

tanaman air ditanamkan pada permukaan *wetland* dengan akar tanaman menempel pada media. Permukaan air dipertahankan di bawah permukaan media. Kemiringan bawah, porositas media, dan aliran rata-rata harian menjadi faktor perencanaan yang harus dipertimbangkan untuk menjaga gradient hidrolik dari air limbah yang melewati media. Kesalahan perhitungan pada faktor ini akan mempengaruhi level ketinggian air di bawah akar atau permukaan air yang melebihi ketinggian media.



Gambar 2.4 Subsurface Flow Constructed Wetland System
(USDA, 2002)

2.3 Fitoremediasi

Phyto berasal dari kata Yunani atau *greek phyton* yang berarti tumbuhan atau tanaman (*plant*), remediation asal kata Latin *remediare (to remedy)* yaitu memperbaiki atau menyembuhkan atau membersihkan sesuatu. Jadi fitoremediasi (*phytoremediation*) merupakan suatu sistem dimana tanaman tertentu yang bekerjasama dengan mikroorganisme dalam media (tanah, koral dan air) dapat mengubah zat kontaminan (pencemar/polutan) menjadi kurang atau tidak berbahaya bahkan menjadi bahan yang berguna secara ekonomi.

Proses dalam sistem ini berlangsung secara alami dengan enam tahap proses secara serial yang dilakukan tumbuhan terhadap zat kontaminan atau pencemar yang berada disekitarnya.

1. **Phytoaccumulation (phytoextraction)** yaitu proses tumbuhan menarik zat kontaminan dari media sehingga berakumulasi disekitar akar tumbuhan, proses ini disebut juga Hyperaccumulation

2. **Rhizofiltration** (*rhizo* = akar) adalah proses adsorpsi atau pengendapan zat kontaminan oleh akar untuk menempel pada akar. Proses ini telah dibuktikan dengan percobaan menanam bunga matahari pada kolam mengandung zat radio aktif di Chernobyl Ukraina.
3. **Phytostabilization** yaitu penempelan zat-zat kontaminan tertentu pada akar yang tidak mungkin terserap kedalam batang tumbuhan. Zat-zat tersebut menempel erat (stabil) pada akar sehingga tidak akan terbawa oleh aliran air dalam media
4. **Rhizodegradation** disebut juga *enhanced rhizosphere biodegradation* atau *planted-assisted bioremediation degradation*, yaitu penguraian zat-zat kontaminan oleh aktivitas mikroba yang berada disekitar akar tumbuhan. Misalnya ragi, fungi dan bakteri.
5. **Phytodegradation** (*phyto transformation*) yaitu proses yang dilakukan tumbuhan untuk menguraikan zat kontaminan yang mempunyai rantai molekul yang kompleks menjadi bahan yang tidak berbahaya dengan dengan susunan molekul yang lebih sederhana yang dapat berguna bagi pertumbuhan tumbuhan itu sendiri. Proses ini dapat berlangsung pada daun, batang, akar atau di luar sekitar akar dengan bantuan enzim yang dikeluarkan oleh tumbuhan itu sendiri. Beberapa tumbuhan mengeluarkan enzim berupa bahan kimia yang mempercepat proses degradasi.
6. **Phytovolatilization** yaitu proses menarik dan transpirasi zat kontaminan oleh tumbuhan dalam bentuk yang telah menjadi larutan terurai sebagai bahan yang tidak berbahaya lagi untuk selanjutnya diuapkan ke atmosfer. Beberapa tumbuhan dapat menguapkan air 200 sampai dengan 1000 liter perhari untuk setiap batang (Ditjen Tata Perkotaan Dan Tata Pedesaan, 2003)

2.4 Jenis Tumbuhan Air

Menurut Ghani *et al.* (2004), salah satu kriteria dalam pemilihan tanaman yang digunakan pada *wetland* adalah dengan mempertimbangkan karakteristik tanaman terhadap karakteristik *wetland* tersebut.

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

Hipotesis

Hipotesis untuk uji korelasi adalah :

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : \rho \neq 0$$

Dimana ρ adalah korelasi antara 2 variabel.

Daerah penolakan

$$p\text{-Value} < \alpha .$$

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

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

2.6.2 Analisis Regresi

Analisis regresi sangat berguna dalam berbagai penelitian antara lain :

Berdasarkan karakteristiknya, tanaman air yang digunakan pada wetland untuk mengolah air limbah dapat digolongkan menjadi :

1. *Rooted plants*

a. *Submerged*

Tumbuhan yang hidup di dalam perairan dengan seluruh tubuh tanaman terendam di dalam air. Tanaman ini menghasilkan oksigen terlarut melalui proses fotosintesis yang digunakan dalam proses dekomposisi aerobik. Tanaman ini sangat baik beradaptasi pada air yang dalam. Contoh dari tanaman ini seperti *hydrilla (Hydrilla)*, *egeria (Egeria elodea)*, *frog's-bit (Limnobium)* dan *pondweed (Potamogeton spp.)*.

b. *Floating (stems and leaves)*

Bagian akar tanaman ini menyentuh atau melakat di bagian lapisan tanah. Tanaman dapat menutupi permukaan air yang dangkal. Permukaan air yang tertutupi oleh tanaman berpengaruh terhadap suhu air, yang mengakibatkan pengurangan populasi alga, dengan demikian konsentrasi padatan terlarut pada *effluent* berkurang. Contoh dari tanaman ini seperti *water lily (Nymphaea spp.)*, *spatterdock (Nuphar spp.)* dan *pennywort (Hydrocotyle spp.)*.

c. *Emergent herbaceous*

Bagian akar tanaman tertanam di dalam tanah sedangkan bagian batang dan daun tanaman menjulang di atas permukaan air. Sebagai tanaman kerdil, batang mereka tidak berkayu, berdiri tegak diatas permukaan air. Tanaman ini digunakan pada *constructed wetland* untuk mengolah limbah peternakan. Contoh dari tanaman ini seperti *bulrush (Scirpus spp.)*, *cattail (Typha spp.)*, *common reed (Phragmites)*, *duckpotato arrowhead (Sagittaria spp.)*, *giant cutgrass (Zizaniopsis spp.)*, *southern wild rice (Zizania)* dan *rush (Juncus spp.)*.

d. *Emergent woody*

Antara lain semak-semak, pepohonan dan batang yang menjalar. Karakteristik yang menonjol seperti batangnya mempunyai lapisan kulit yang

tebal, daunnya tidak rimbun, tahan terhadap lapisan *decay* dan relatif berumur panjang. Jenis tanaman ini efektif digunakan untuk mengolah air limbah perkotaan. Contoh dari tanaman ini seperti *cypress (Taxodium spp.)*, *willow (Salix spp.)*, *ash (Fraxinus spp.)*, *gum (Nyssa spp.)*, *birch (Betula spp.)* dan *alder (Alnus spp.)*.

2. *Free floating plants*

a. *Free floating to partly submerged*

Akar tanaman ini berada di dalam air tetapi tidak menyentuh lapisan bawah tanah. Tanaman ini dapat berproduksi dengan cepat, terutama dengan keadaan lingkungan yang kaya akan nutrisi. Ketika digunakan untuk mengolah air limbah, pemanenan tanaman menjadi faktor yang penting. Contoh dari tanaman ini seperti *duckweed (Lemna spp.)*, *water meal (Wolffia spp.)* dan *water hyacinth (Eichhorniacrassipes)*.

(USDA, 2002)

2.5.1 Tumbuhan Uji

2.5.1.1 Tumbuhan *Hydrilla Verticillata*

Hydrilla verticillata merupakan tanaman air yang terendam di dalam air, mempunyai akar yang panjang. Batangnya bercabang dan berurat yang dapat mencapai permukaan air dan terlihat seperti membentuk tikar atau alas pada permukaan air. Batangnya ditutupi daun yang tersusun dari 4 – 8 helaian sehingga membentuk gerigi yang berulir. Daunnya berwarna kemerahan dan ujung daun berbentuk lancip. Terdapat umbi kecil yang menempel pada akarnya. Bunganya berwarna putih yang tumbuh menempel pada batang di bawah permukaan air (Godfrey dan Woten, 1979). Batang *hydrilla verticillata* dapat bercang memanjang hingga mencapai 2 m sampai dengan 7,5 m (Cook dan Luond, 1982). Gambar tanaman *Hydrilla verticillata* dapat dilihat pada Gambar 2.5



Gambar 2.5 *Hydrilla Verticillata*
(www.sms.si.edu/irlspec/hydrilla_verticillata.htm)

Tanaman ini memiliki klasifikasi sebagai berikut :

- Kingdom : Plantae (Tumbuhan)
 - Subkingdom : Tracheobionta (Tumbuhan berpembuluh)
 - Super Divisi : Spermatophyta (Menghasilkan biji)
 - Divisi : Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)
 - Kelas : Liliopsida (berkeping satu / monokotil)
 - Sub Kelas : Alismatidae
 - Ordo : Hydrocharitales
 - Famili : Hydrocharitaceae
 - Genus : Hydrilla
 - Spesies : *Hydrilla verticillata* (L. f.) Royle
- (www.plantamor.com/index.php?plant=1917)

2.5.1.2 Tumbuhan *Duckweed (Lemna minor)*

Duckweed adalah nama umum yang diberikan kepada tanaman berbunga yang paling sederhana dan terkecil yang tumbuh dapat tumbuh di mana – mana baik di atas air tawar atau di air tercemar. Banyak penelitian dilakukan mengenai tanaman ini yang bertujuan untuk memahami tanaman dan mengetahui mekanisme biokimia dari tanaman duckweed. Duckweed merupakan tanaman kecil, rapuh, dan mengapung

pada permukaan air. Duckweed dapat tumbuh dan hidup di Lumpur maupun di air dengan kedalaman mencapai 3 meter. Reproduksi vegetatif mereka berkembang dengan cepat jika nutrisi yang dibutuhkan tersedia dalam jumlah optimal. Pertumbuhan vegetatif duckweed merupakan siklus penuaan dan peremajaan di bawah ketersediaan unsure hara konstan dan kondisi iklim yang konsisten (Ashbey & Wangermann, 1949 dalam Leng R.A, 1999). Daun dari Lemna memiliki jangka hidup tertentu, di mana sejumlah daun anakan diproduksi, masing-masing daun anakan memiliki massa yang lebih kecil dari daun anakan sebelumnya dan rentang hidupnya berkurang. Pengurangan ukuran ini disebabkan perubahan dalam jumlah sel. Daun anakan akhir juga menghasilkan daun keturunan yang lebih sedikit dibandingkan daun anakan awal. duckweed tumbuh pada temperature air antara 6° - 33° C. Tingkat pertumbuhan duckweed meningkat sejalan dengan temperature air, suhu optimal untuk pertumbuhan *duckweed* adalah 30° C dan tingka pertumbuhan menurun setelah mencapai batas suhu air maksimal. Duckweed dapat bertahan pada pH air antara 5 – 9, pH optimum untuk pertumbuhan duckweed yakni 6.5 – 7.5. (Leng R.A, 1999).

Dalam taksonomi tumbuhan, duckweed (*lemna minor*) diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : Plantae (Tumbuhan)
Subkingdom : Tracheobionta (Tumbuhan berpembuluh)
Super Divisi : Spermatophyta (Menghasilkan biji)
Divisi : Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)
Kelas : Liliopsida (berkeping satu / monokotil)
Sub Kelas : Arecidae
Ordo : Arralas
Famili : Lemnacea
Genus : Lemna L
Spesies : Lemna Minor L

(www.plants.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=LEMI3)



Gambar 2.6 *Duckweed (lemna minor)*
(www.en.wikipedia.org/wiki/Lemna_minor)

2.5 Metode Pengolahan Data

2.5.1 Statistika 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).

2.5.2 Analisis Korelasi

1. Model regresi dapat digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor
2. Model regresi dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh suatu atau beberapa variabel prediktor terhadap variabel respon.
3. Model regresi berguna untuk memperkirakan 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 (Iriawan dan Astuti, 2006).

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

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

2.6.3 Pengantar Desain Eksperimen

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

2.6.4.1 Langkah-langkah dalam Desain Eksperimen

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

1. Mengenali permasalahan.
2. Memilih faktor dan level.

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

2.6.4.2 Analysis of Variance

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

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan skala laboratorium.

3.2 Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Lingkungan ITN Malang.

3.3 Variabel Penelitian

Beberapa variabel yang terdapat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Variabel respon (y) :

- BOD, COD dan Deterjen.

Parameter yang dianalisis di dalam penelitian ini merupakan parameter penting berdasarkan keputusan Gubernur Jawa Timur no 45 tahun 2002 tentang baku mutu limbah cair (pengolahan limbah terpusat / kawasan industri) golongan II yaitu limbah cair yang dibuang kedalam air kelas II.

2. Variabel prediktor (x) :

- a. Kedalaman pengambilan sampel : 0 cm, 30 cm dan 60 cm.

Berdasarkan zona kedalaman wetland, jenis tanaman yang digunakan termasuk ke dalam zona shallow marsh (0-0,3 m) dan zona marsh (0,3-0,6 m) (Ghani *et al.*, 2004).

- b. Waktu pengambilan sampel : 2 hari sekali selama 10 hari.

Deterjen dapat terurai membutuhkan waktu kurang dari 10 hari (Manik dan Edward, 1987).

- c. Jenis tanaman : *hydrilla verticillata* dan *duckweed*

3.4 Alat-Alat dan Bahan

3.4.1 Alat-Alat

1. Reaktor

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah reaktor *hydroponik wetland* yang terbuat dari kaca. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 3.1. Beberapa faktor yang menentukan desain reaktor yakni :

- Ketinggian air limbah pada reaktor yakni 65 cm, ketinggian ini berdasarkan kedalaman air pada wetland yakni 60 cm (Metcalf dan Eddy, 1991) kemudian ditambah dengan ketinggian air 5 cm yang bertujuan untuk menjaga kedalaman air pada reaktor tidak kurang dari 60 cm akibat pengurangan air pada saat pengambilan sampel.
- Dimensi panjang dan lebar reaktor disesuaikan dengan volume air freeboard yang diperlukan, perhitungan dimensi panjang dan lebar dapat dilihat pada lampiran B, sedangkan dimensi tinggi disesuaikan menurut ketinggian yang diperlukan untuk reaktor.

Jumlah reaktor yang digunakan pada penelitian ini sebanyak tiga buah yang berdasarkan perlakuan pada masing – masing reaktor, yakni reaktor dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata*, yakni reaktor dengan perlakuan tanaman *duckweed* dan yakni reaktor dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed*.

2. Botol sampel

Botol sampel digunakan untuk menyimpan sampel air limbah yang akan digunakan untuk keperluan analisa BOD, COD dan deterjen. botol sampel yang digunakan yakni botol sampel dengan volume 300 ml yang digunakan untuk keperluan analisa BOD dan botol sampel dengan volume 250 ml yang digunakan untuk keperluan analisa COD dan deterjen.

3.4.2 Bahan

Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain :

- Air limbah *laundry*.

Air limbah yang digunakan diambil dari industri laundry yang berada di kawasan Sumbersari, Kota Malang.

- Aquades.
- *Hydrilla verticillata* dan *Duckweed* sebagai tumbuhan uji.

3.4.3 Aklimatisasi

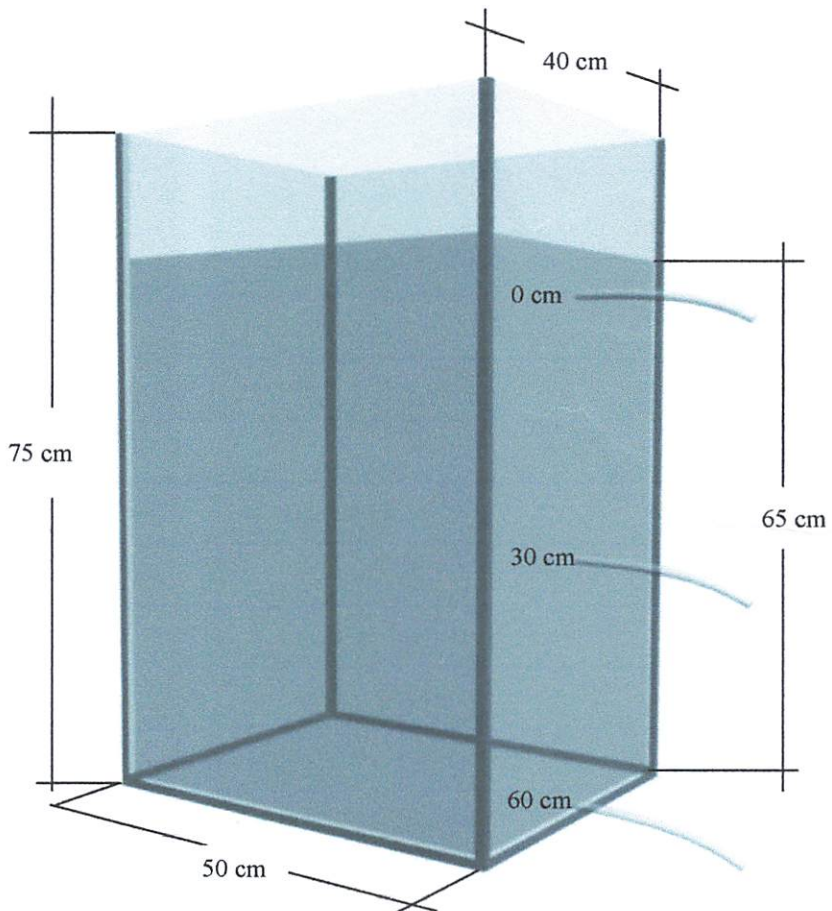
Sebelum diperlakukan, tumbuhan diaklimatisasi, tujuan aklimatisasi adalah agar tanaman dapat beradaptasi dengan media tumbuhnya yang baru. Aklimatisasi tanaman dilakukan langsung menggunakan media tanaman yang akan digunakan untuk penelitian, dengan tujuan agar media tanam pada reaktor dalam kondisi siap saat digunakan. Proses aklimatisasi tanaman dilakukan selama 3 hari, hal ini didasarkan pernyataan Leng R.A. (1999) bahwa *duckweed* dapat berkembang dalam waktu 2 hari sedangkan *hydrilla* dapat berkembang dalam waktu 1 hari (Grodowits, Doyle dan Smart, 2000). Proses aklimatisasi tanaman sebagai berikut :

1. Persiapan media tanam *Hydrilla verticillata* dan *Duckweed*.
2. Pemilihan tumbuhan *Hydrilla verticillata* dan *Duckweed* yang sehat dan segar.
3. Penanaman *Hydrilla verticillata* dan *Duckweed* pada media tanam selama 3 hari.
4. Sistem pencahayaan yang digunakan adalah sistem pencahayaan alami (sinar matahari).

Setelah dilakukan aklimatisasi selama 3 hari, dilakukan pemilihan *Hydrilla verticillata* dan *Duckweed* yang segar dan sehat selanjutnya siap untuk diaplikasikan, dimana sebelumnya dicuci terlebih dahulu.



Gambar 3.1 Reaktor *Hydroponik Wetland* (Dokumentasi 2010)



Gambar 3.1 Desain Reaktor *Hydroponik Wetland*

3.5 Pelaksanaan Penelitian

Pada penelitian ini sistem aliaran yang digunakan adalah aliran *batch*. Variasi penelitian ini yaitu kedalaman dan variasi waktu pengambilan sampel serta jenis tanaman. Kerapatan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* yang digunakan yakni masing – masing 60 mg/cm². Kerapatan tanaman *duckweed* 60 mg/cm² berdasarkan kerapatan *duckweed* dapat tumbuh secara optimal menurut Leng R.A, (1999) sedangkan kerapatan *hydrilla verticillata* 60 mg/cm² merupakan kerapatan tanaman optimum menurut Simangunsong (2009). Pada waktu yang telah ditentukan, dilakukan pengamatan untuk mengukur kandungan BOD, COD, deterjen, temperatur dan pH pada media tanaman.

3.5.1 Penelitian Dengan Variasi kedalaman *hydroponic wetland* dan Waktu Pengambilan Sampel.

Variasi kedalaman dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh kedalaman pada *hydroponic wetland* terhadap penurunan konsentrasi BOD, COD dan deterjen pada air limbah *laundry*. Prosedur untuk penelitian ini adalah :

1. Dipersiapkan sejumlah reaktor dengan perlakuan yang sama, yaitu media tanam dengan air limbah industri *laundry*.
2. *Hydrilla verticillata* dan *Duckweed* yang telah diaklimatisasi ditiriskan dan ditimbang. Kemudian *Hydrilla verticillata* dan *Duckweed* diaplikasikan pada media tanam yang telah tersedia.
3. Selanjutnya dilakukan pengamatan terhadap tanaman uji, perubahan pH, perubahan suhu, BOD, COD dan deterjen setiap 2 hari selama 10 hari.

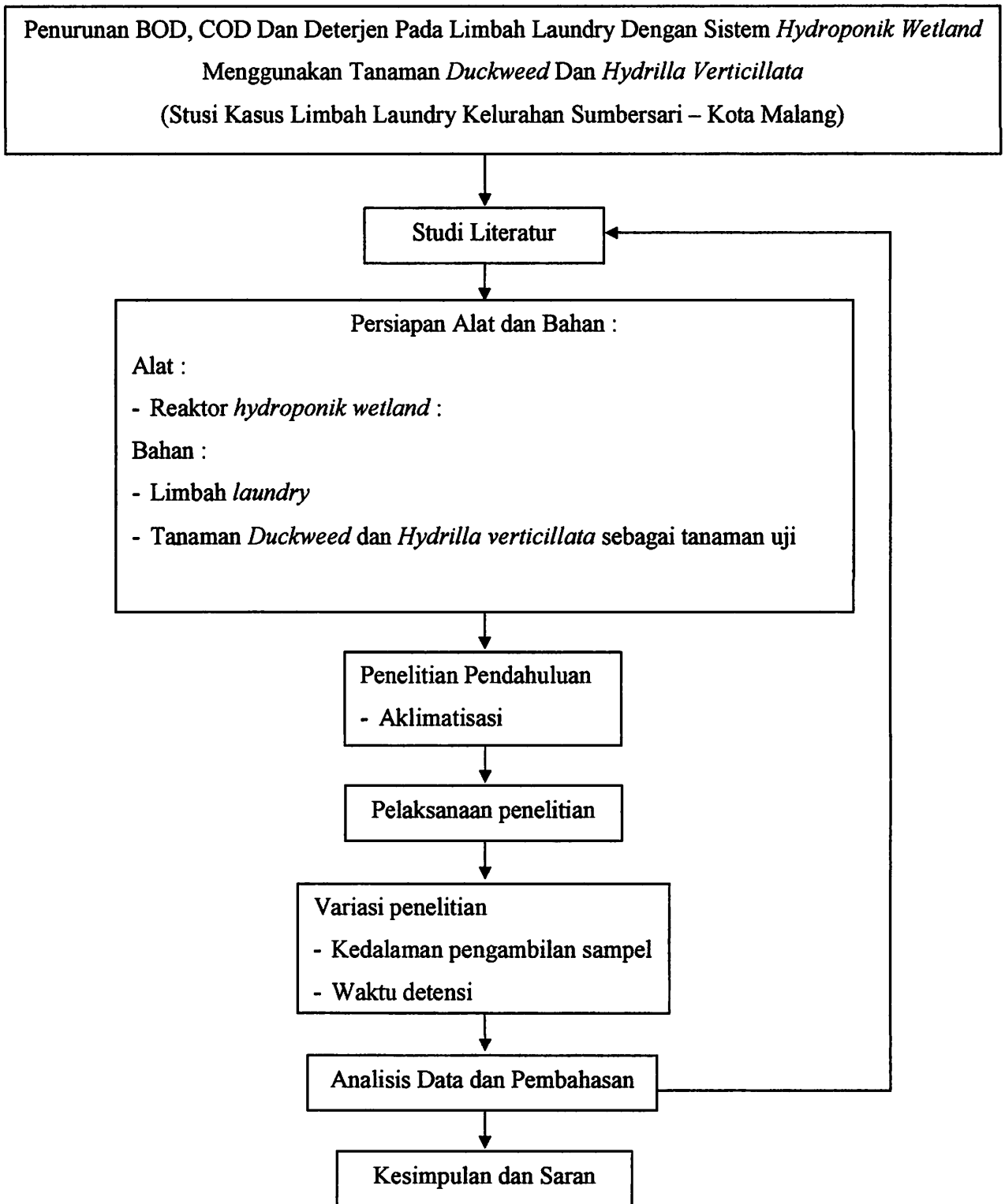
3.6 Analisis Data

Dari hasil percobaan yang didapat dilakukan analisis data dengan metode :

- Analisa korelasi bertujuan untuk mengetahui bukti empiris hubungan antara variabel yang diamati, yaitu variabel respon (BOD, COD dan deterjen) dan variabel prediktor (variasi kedalaman pengambilan sampel dan waktu pengambilan sampel).

- Analisa regresi bertujuan untuk mengetahui apakah variabel respon dapat memprediksi variabel prediktor.
- Analisa ANOVA bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan nyata atau tidak (secara statistik) antara berbagai variasi percobaan.

3.2 Kerangka Penelitian



Gambar 3.2 Kerangka Penelitian

BAB IV

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Limbah *Laundry*

Air limbah laundry yang digunakan dalam penelitian diambil dari industri *laundry* di Kelurahan Sumbersari Kota Malang . Selanjutnya dianalisis untuk mengetahui karakteristik dari air limbah. Tabel 4.1 berikut menunjukkan karakteristik air limbah *laundry* dibandingkan dengan baku mutu limbah cair menurut Kepgub Jawa Timur No. 45 Tahun 2002 Lampiran II untuk golongan II : yaitu limbah cair yang dibuang kedalam air kelas II.

Tabel 4.1 Hasil Analisis Awal Limbah *Laundry*

No	Parameter	Kadar mg/l	Kepgub Jawa Timur No. 45 Tahun 2002 Lampiran II (Golongan II)
1	BOD (mg/l)	251,7	50
2	COD (mg/l)	739,52	100
3	Deterjen	71,4	1
4	pH	8	6-9
5	Suhu	24	38

(Sumber : Hasil Penelitian, 2011)

Tabel 4.1 diatas menunjukkan kualitas air buangan limbah *laundry* tidak memenuhi standar untuk parameter BOD, COD, dan deterjen jika dibandingkan dengan standar baku mutu limbah cair menurut Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45 Tahun 2002. Apabila dengan kondisi limbah seperti ini langsung dibuang ke badan air maka akan dapat menyebabkan berkurangnya kandungan oksigen di badan air sehingga terjadinya kematian biota-biota air termasuk ikan (Alaerts dan Santika, 1987). Untuk itu, perlu dilakukan pengolahan air limbah *laundry* sebelum dibuang ke lingkungan sehingga tidak mencemari lingkungan dan sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan.

4.2. Analisis Deskriptif

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

4.2.1 Analisis Deskriptif BOD

Berdasarkan data hasil penelitian yang diperoleh tentang konsentrasi akhir BOD menunjukkan bahwa tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* yang digunakan pada reaktor *hidroponik wetland* mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi BOD.

4.2.1.1 Analisis Deskriptif BOD Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan konsentrasi BOD pada setiap ketinggian pengambilan sampel di hari ke dua sampai dengan hari kesepuluh pada reaktor dengan menggunakan tanaman *hydrilla verticillata*. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 4.2. Untuk mengetahui persentase penyisihan BOD pada reaktor air limbah dengan tanaman *hydrilla verticillata* digunakan rumus:

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Contoh Perhitungan: Pada kedalaman pengambilan sampel 0 cm hari ke 2 :

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{251,7 - 217,4}{251,7} \times 100\%$$

$$\% \text{ Penyisihan} = 13,63 \%$$

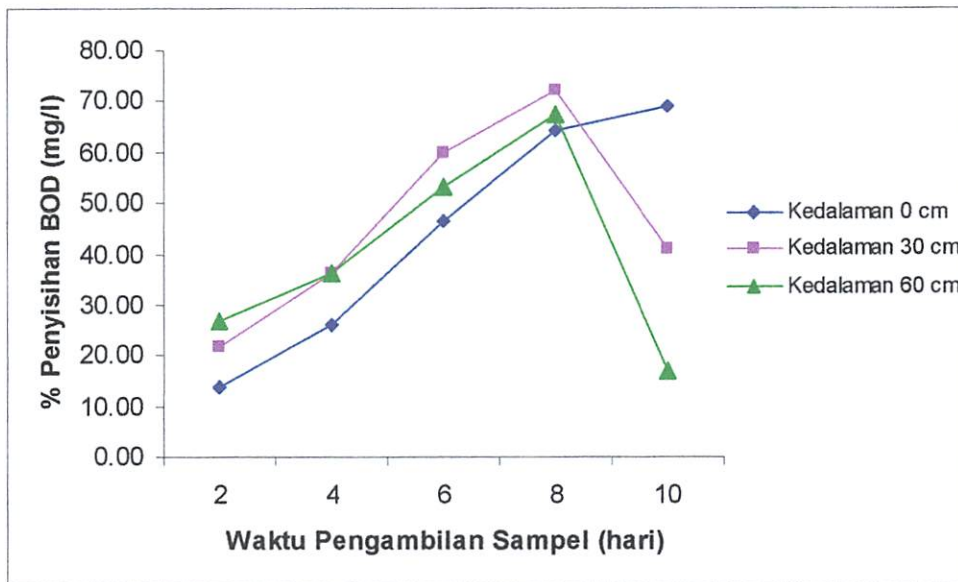
Untuk selengkapnya hasil perhitungan % penyisihan BOD reaktor air limbah dengan tanaman *hydrilla verticillata* dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data konsentrasi akhir BOD Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata*

No	Konsentrasi Awal BOD (mg/l)	Kedalaman Pengambilan Sampel (cm)	Waktu Pengambilan Sampel (hari)	Suhu (°C)	pH	Konstrasi akhir BOD (mg/l)				% Penyisihan BOD
						1	2	3	Rata-rata	
1	251.7	0	2	24	9	220.6	215.7	215.9	217.4	13.63
2			4	24	8	183.2	186.4	187.8	185.8	26.18
3			6	24	8	133.5	137.8	132.8	134.7	46.48
4			8	24	9	92.3	89.1	88.9	90.1	64.20
5			10	24	8	77.5	76.3	80.8	78.2	68.93
6		30	2	24	8	197.4	196.7	196	196.7	21.85
7			4	24	8	163.1	159.8	157.1	160	36.43
8			6	24	8	98.2	101.2	102.4	100.6	60.03
9			8	24	9	71.5	68.9	70.8	70.4	72.03
10			10	24	8	146.8	148.2	150.8	148.6	40.96
11		60	2	24	8	186.2	185.3	181.7	184.4	26.74
12			4	24	8	158.3	160.7	163.7	160.9	36.07
13			6	24	8	116.2	118.4	117.9	117.5	53.32
14			8	24	8	83.6	81.6	80.8	82	67.42
15			10	24	8	209.1	208.4	211	209.5	16.77

(Sumber : Hasil Penelitian, 2011)

Berdasarkan Tabel 4.2 data % penyisihan BOD pada reaktor air limbah dengan tanaman *hydrilla verticillata* diplotkan ke grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.1 % Penyisihan BOD Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata*

Berdasarkan Tabel 4.2 dan Gambar 4.1 persen penyisihan BOD pada reaktor air limbah dengan tanaman *hydrilla verticillata*, penyisihan BOD tertinggi terjadi pada kedalaman 30 cm hari ke 8 yakni sebesar 72,03 % sedangkan untuk penyisihan BOD terendah terjadi pada kedalaman 0 cm pada hari ke 2 yakni sebesar 13,63 %. Penyisihan BOD tertinggi untuk kedalaman 0 cm terjadi pada hari ke 10 yakni sebesar 68,93 % dan penyisihan BOD terendah untuk kedalaman 0 cm terjadi pada hari ke 2 yakni sebesar 13,63 %. Penyisihan BOD tertinggi untuk kedalaman 30 cm terjadi pada hari ke 8 yakni sebesar 72,03 % dan penyisihan BOD terendah untuk kedalaman 30 cm terjadi pada hari ke 2 yakni sebesar 21,85 %. Penyisihan BOD tertinggi untuk kedalaman 60 cm terjadi pada hari ke 8 yakni sebesar 67,42 % dan penyisihan BOD terendah untuk kedalaman 60 cm terjadi pada hari ke 10 yakni sebesar 16,77 %.

4.2.1.2 Analisis Deskriptif BOD Pada Reaktor Dengan Tanaman *Duckweed*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan konsentrasi BOD pada setiap ketinggian pengambilan sampel di hari ke dua sampai dengan hari kesepuluh pada reaktor dengan menggunakan tanaman *duckweed*. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 4.3. Untuk mengetahui persentase penyisihan BOD pada reaktor kontrol air limbah dengan tanaman *duckweed* digunakan rumus:

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Contoh Perhitungan: Pada kedalaman pengambilan sampel 0 cm hari ke 2 :

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{251,7 - 205,8}{251,7} \times 100\%$$

$$\% \text{ Penyisihan} = 18,24 \%$$

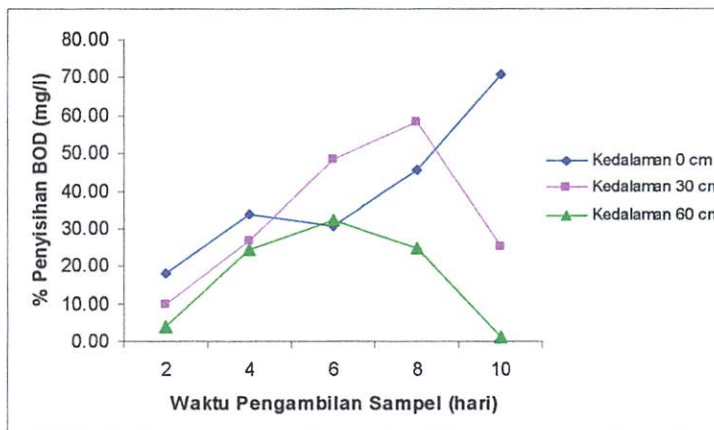
Untuk selengkapnya hasil perhitungan % penyisihan BOD reaktor air limbah dengan tanaman *duckweed* dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data konsentrasi akhir BOD Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman *Duckweed*

No	Konsentrasi Awal BOD (mg/l)	Kedalaman Pengambilan Sampel (cm)	Waktu Pengambilan Sampel (hari)	Suhu (°C)	pH	Konsentrasi akhir BOD (mg/l)				% Penyisihan BOD
						1	2	3	Rata-rata	
1	251.7	0	2	24	8	206.1	206	205.3	205.8	18.24
2			4	24	8	168.6	165.2	164.8	166.2	33.97
3			6	24	9	175.9	175.4	171.3	174.2	30.79
4			8	24	8	138.3	137.3	135.4	137	45.57
5			10	25	8	76.7	74.2	69.9	73.6	70.76
6		30	2	24	8	227.6	225.1	228.6	227.1	9.77
7			4	24	9	180.3	184.2	186.9	183.8	26.98
8			6	24	8	131.5	129.6	129.2	130.1	48.31
9			8	24	8	101.6	106.3	107.7	105.2	58.20
10			10	24	8	189.6	188.4	186.6	188.2	25.23
11		60	2	24	9	239.8	240.7	244.3	241.6	4.01
12			4	24	8	192.6	191.3	186.4	190.1	24.47
13			6	24	8	175.1	168.2	169.1	170.8	32.14
14			8	24	8	185.3	191.9	191	189.4	24.75
15			10	24	8	246.8	249.4	249.6	248.6	1.23

(Sumber : Hasil Penelitian, 2011)

Berdasarkan tabel 4.3 data % penyisihan BOD pada reaktor air limbah dengan tanaman *duckweed* diplotkan ke grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 % Penyisihan BOD Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman *Duckweed*

Berdasarkan Tabel 4.3 dan Gambar 4.2 persen penyisihan BOD pada reaktor air limbah dengan tanaman *Duckweed*, penyisihan BOD tertinggi terjadi pada kedalaman 0 cm hari ke 10 yakni sebesar 70,76 % sedangkan untuk penyisihan BOD terendah terjadi pada kedalaman 60 cm pada hari ke 2 yakni sebesar 4,01 %. Penyisihan BOD tertinggi untuk kedalaman 0 cm terjadi pada hari ke 10 yakni sebesar 70,76 % dan penyisihan BOD terendah untuk kedalaman 0 cm terjadi pada hari ke 2 yakni sebesar 18,24 %. Penyisihan BOD tertinggi untuk kedalaman 30 cm terjadi pada hari ke 8 yakni sebesar 58,20 % dan penyisihan BOD terendah untuk kedalaman 30 cm terjadi pada hari ke 2 yakni sebesar 9,77 %. Penyisihan BOD tertinggi untuk kedalaman 60 cm terjadi pada hari ke 6 yakni sebesar 32,14 % dan penyisihan BOD terendah untuk kedalaman 60 cm terjadi pada hari ke 10 yakni sebesar 1,23 %.

4.2.1.3 Analisis Deskriptif BOD Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata* Dan *Duckweed*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan konsentrasi BOD pada setiap ketinggian pengambilan sampel di hari ke dua sampai dengan hari kesepuluh pada reaktor dengan menggunakan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed*. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 4.4. Untuk mengetahui persentase penyisihan BOD pada reaktor air limbah dengan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* digunakan rumus:

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Contoh Perhitungan: Pada kedalaman pengambilan sampel 0 cm hari ke 2 :

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{251,7 - 210,3}{251,7} \times 100\%$$

$$\% \text{ Penyisihan} = 16,45 \%$$

Untuk selengkapnya hasil perhitungan % penyisihan BOD reaktor air limbah dengan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* dapat dilihat pada Tabel 4.4.

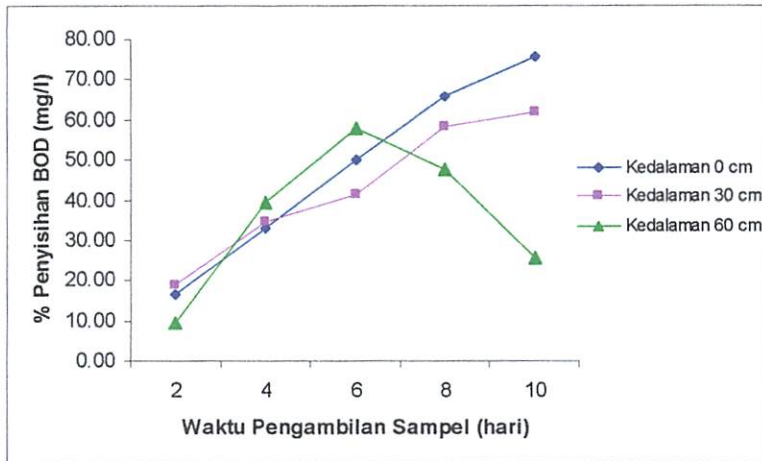
Tabel 4.4 Data konsentrasi akhir BOD Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata* Dan *Duckweed*

No	Konsentrasi Awal BOD (mg/l)	Kedalaman Pengambilan Sampel (cm)	Waktu Pengambilan Sampel (hari)	Suhu (°C)	pH	Konsetrasi akhir BOD (mg/l)				% Penyisihan BOD
						1	2	3	Rata-rata	
1	251.7	0	2	24	8	210.8	212.4	207.7	210.3	16.45
2			4	24	8	169.4	166.7	167.9	168	33.25
3			6	24	8	122.7	126.8	126.4	125.3	50.22
4			8	24	9	84	85.6	89.6	86.4	65.67

5			10	25	9	58.3	62.3	63.6	61.4	75.61
6		30	2	24	8	200.5	203.9	207	203.8	19.03
7	4		24	9	160.9	164.3	169.2	164.8	34.53	
8	6		24	8	142.2	150.9	148.5	147.2	41.52	
9	8		24	8	102.5	105.7	105	104.4	58.52	
10	10		24	8	98.8	95.2	93.1	95.7	61.98	
11		60	2	24	8	229.1	228.3	226.3	227.9	9.46
12	4		24	8	154.4	153.3	149.5	152.4	39.45	
13	6		24	8	107.2	104.8	106.6	106.2	57.81	
14	8		24	8	131.6	133.9	128.7	131.4	47.79	
15	10		24	8	184.5	186.7	191.9	187.7	25.43	

(Sumber : Hasil Penelitian, 2011)

Berdasarkan Tabel 4.4 data % penyisihan BOD pada reaktor air limbah dengan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* diplotkan ke grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 % Penyisihan BOD Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata* Dan *Duckweed*

Berdasarkan Tabel 4.4 dan Gambar 4.3 persen penyisihan BOD pada reaktor air limbah dengan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed*, penyisihan BOD tertinggi terjadi pada kedalaman 0 cm hari ke 10 yakni sebesar 75,61 % sedangkan untuk penyisihan BOD terendah terjadi pada kedalaman 60 cm pada hari ke 10 yakni sebesar 9,46 %. Penyisihan BOD tertinggi untuk kedalaman 0 cm terjadi pada hari ke 10 yakni sebesar 75,61 % dan penyisihan BOD terendah untuk kedalaman 0 cm terjadi pada hari ke 2 yakni sebesar 16,45 %. Penyisihan BOD tertinggi untuk kedalaman 30 cm terjadi pada hari ke 8 yakni sebesar 58,52 % dan penyisihan BOD terendah untuk kedalaman 30 cm terjadi pada hari ke 2 yakni sebesar 19,03 %. Penyisihan BOD tertinggi untuk kedalaman 60 cm terjadi pada hari ke 10 yakni sebesar 25,43 % dan penyisihan BOD terendah untuk kedalaman 60 cm terjadi pada hari ke 2 yakni sebesar 9,46 %.

4.2.2 Analisis Deskriptif COD

Berdasarkan data hasil penelitian yang diperoleh tentang konsentrasi akhir COD menunjukkan bahwa tanaman yang *hydrilla verticillata* dan *duckweed* yang digunakan pada reaktor *hydroponik wetland* mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi COD.

4.2.2.1 Analisis Deskriptif COD Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla*

Verticillata

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan konsentrasi COD pada setiap ketinggian pengambilan sampel di hari ke dua sampai dengan hari kesepuluh pada reaktor dengan menggunakan tanaman *hydrilla verticillata*. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 4.5. Untuk mengetahui persentase penyisihan COD pada reaktor air limbah dengan tanaman *hydrilla verticillata* digunakan rumus:

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Contoh Perhitungan: Pada kedalaman pengambilan sampel 0 cm hari ke 2 :

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{739,52 - 680,4}{739,52} \times 100\%$$

$$\% \text{ Penyisihan} = 7,99 \%$$

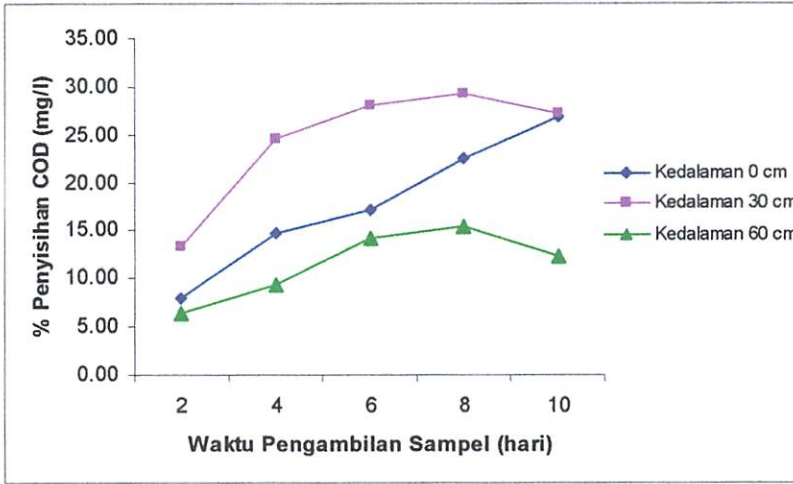
Untuk selengkapnya hasil perhitungan % penyisihan COD reaktor air limbah dengan tanaman *hydrilla verticillata* dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Data konsentrasi akhir COD Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata*

No	Konsentrasi Awal COD (mg/l)	Kedalaman Pengambilan Sampel (cm)	Waktu Pengambilan Sampel (hari)	Suhu (°C)	pH	Konsentrasi akhir COD (mg/l)				% Penyisihan COD
						1	2	3	Rata-rata	
1	739.52	0	2	24	9	681.7	683.4	676.1	680.4	7.99
2			4	24	8	634	626	630.9	630.3	14.77
3			6	24	8	610.1	615.6	613.3	613	17.11
4			8	24	9	566.8	576.1	574.3	572.4	22.60
5			10	24	8	542.4	541.7	538.3	540.8	26.87
6		30	2	24	8	637.1	640.3	644.4	640.6	13.38
7			4	24	8	552.9	558.1	560.6	557.2	24.65
8			6	24	8	534.8	530.7	529.9	531.8	28.09
9			8	24	9	520.6	523.9	523.6	522.7	29.32
10			10	24	8	536.2	531.7	546.7	538.2	27.22
11		60	2	24	8	691.6	690.2	695.7	692.5	6.36
12			4	24	8	672.1	671.4	667.7	670.4	9.35
13			6	24	8	637.9	630.3	635.3	634.5	14.20
14			8	24	8	629.5	623.5	622.9	625.3	15.45
15			10	24	8	648.7	648.1	647.5	648.1	12.36

(Sumber : Hasil Penelitian, 2011)

Berdasarkan Tabel 4.5 data % penyisihan COD pada reaktor air limbah dengan tanaman *hydrilla verticillata* diplotkan ke grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 % Penyisihan COD Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata*

Berdasarkan Tabel 4.5 dan Gambar 4.4 persen penyisihan COD pada reaktor air limbah dengan tanaman *hydrilla verticillata*, penyisihan COD tertinggi terjadi pada kedalaman 30 cm hari ke 8 yakni sebesar 29,32 % sedangkan untuk penyisihan COD terendah terjadi pada kedalaman 60 cm pada hari ke 2 yakni sebesar 6,36 %. Penyisihan COD tertinggi untuk kedalaman 0 cm terjadi pada hari ke 10 yakni sebesar 26,87 % dan penyisihan COD terendah untuk kedalaman 0 cm terjadi pada hari ke 2 yakni sebesar 7,99 %. Penyisihan COD tertinggi untuk kedalaman 30 cm terjadi pada hari ke 8 yakni sebesar 29,32 % dan penyisihan COD terendah untuk kedalaman 30 cm terjadi pada hari ke 2 yakni sebesar 13,38 %. Penyisihan COD tertinggi untuk kedalaman 60 cm terjadi pada hari ke 2 yakni sebesar 15,45 % dan penyisihan COD terendah untuk kedalaman 60 cm terjadi pada hari ke 2 yakni sebesar 6,36 %.

4.2.2.2 Analisis Deskriptif COD Pada Reaktor Dengan Tanaman *Duckweed*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan konsentrasi COD pada setiap ketinggian pengambilan sampel di hari ke dua sampai dengan hari kesepuluh pada reaktor dengan menggunakan tanaman *duckweed*. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Untuk mengetahui persentase penyisihan COD pada reaktor kontrol air limbah dengan tanaman *duckweed* digunakan rumus:

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Contoh Perhitungan: Pada kedalaman pengambilan sampel 0 cm hari ke 2 :

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{739,52 - 674,20}{739,52} \times 100\%$$

$$\% \text{ Penyisihan} = 8,83 \%$$

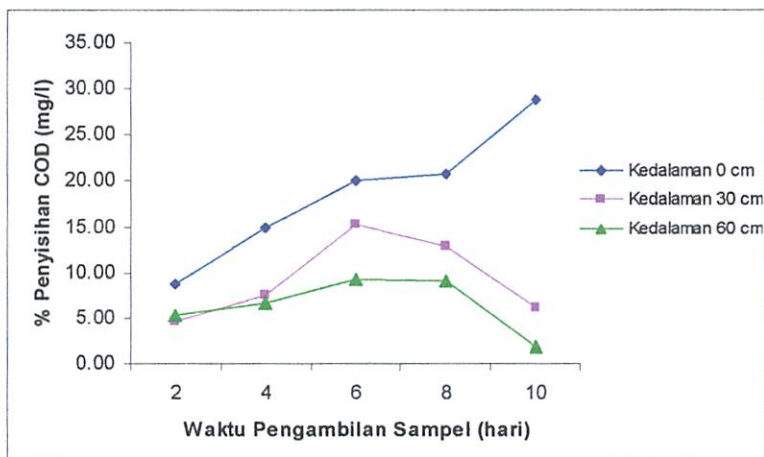
Untuk selengkapnya hasil perhitungan % penyisihan COD reaktor air limbah dengan tanaman *duckweed* dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Data konsentrasi akhir COD Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman *Duckweed*

No	Konsentrasi Awal COD (mg/l)	Kedalaman Pengambilan Sampel (cm)	Waktu Pengambilan Sampel (hari)	Suhu (°C)	pH	Konsentrasi akhir COD (mg/l)				% Penyisihan COD
						1	2	3	Rata-rata	
1	739.52	0	2	24	8	670.9	676.5	675.2	674.2	8.83
2			4	24	8	629.2	628.6	628	628.6	15.00
3			6	24	8	591.7	590.3	591.9	591.3	20.04
4			8	24	8	585.8	587.4	586.6	586.6	20.68
5			10	25	8	526.9	524.9	526.8	526.2	28.85
6		30	2	24	8	709.7	705.4	700.5	705.2	4.64
7			4	24	9	685.2	683.1	683.1	683.8	7.53
8			6	24	8	624.5	627.8	626	626.1	15.34
9			8	24	8	646	643.7	642.9	644.2	12.89
10			10	24	8	693.2	695.8	693.6	694.2	6.13
11		60	2	24	9	708.1	705.5	687.9	700.5	5.28
12			4	24	8	689.3	692.4	688.6	690.1	6.68
13			6	24	8	672.5	670.1	669.8	670.8	9.29
14			8	24	8	676.4	673.9	666.9	672.4	9.08
15			10	24	8	728.6	724.1	724.1	725.6	1.88

(Sumber : Hasil Penelitian, 2011)

Berdasarkan Tabel 4.6 data % penyisihan COD pada reaktor air limbah dengan tanaman *duckweed* diplotkan ke grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 % Penyisihan COD Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman *Duckweed*

Berdasarkan Tabel 4.6 dan Gambar 4.5 persen penyisihan COD pada reaktor air limbah dengan tanaman *Duckweed*, penyisihan COD tertinggi terjadi pada kedalaman 0 cm hari ke 10 yakni sebesar 28,85 % sedangkan untuk penyisihan COD terendah terjadi pada kedalaman 60 cm pada hari ke 10 yakni sebesar 1,88 %. Penyisihan COD tertinggi untuk kedalaman 0 cm terjadi pada hari ke 10 yakni sebesar 28,85 % dan penyisihan COD terendah untuk kedalaman 0 cm terjadi pada hari ke 2 yakni sebesar 8,83 %. Penyisihan COD tertinggi untuk kedalaman 30 cm terjadi pada hari ke 6 yakni sebesar 15,34 % dan penyisihan COD terendah untuk kedalaman 30 cm terjadi pada hari ke 2 yakni sebesar 4,64 %. Penyisihan COD tertinggi untuk kedalaman 60 cm terjadi pada hari ke 6 yakni sebesar 9,29 % dan penyisihan COD terendah untuk kedalaman 60 cm terjadi pada hari ke 10 yakni sebesar 1,88 %.

4.2.2.3 Analisis Deskriptif COD Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata* Dan *Duckweed*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan konsentrasi COD pada setiap ketinggian pengambilan sampel di hari ke dua sampai dengan hari kesepuluh pada reaktor dengan menggunakan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed*. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 4.7. Untuk mengetahui persentase penyisihan COD pada reaktor air limbah dengan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* digunakan rumus:

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Contoh Perhitungan: Pada kedalaman pengambilan sampel 0 cm hari ke 2 :

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{739,52 - 655,1}{739,52} \times 100\%$$

$$\% \text{ Penyisihan} = 11,42 \%$$

Untuk selengkapnya hasil perhitungan % penyisihan COD reaktor air limbah dengan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* dapat dilihat pada Tabel 4.7.

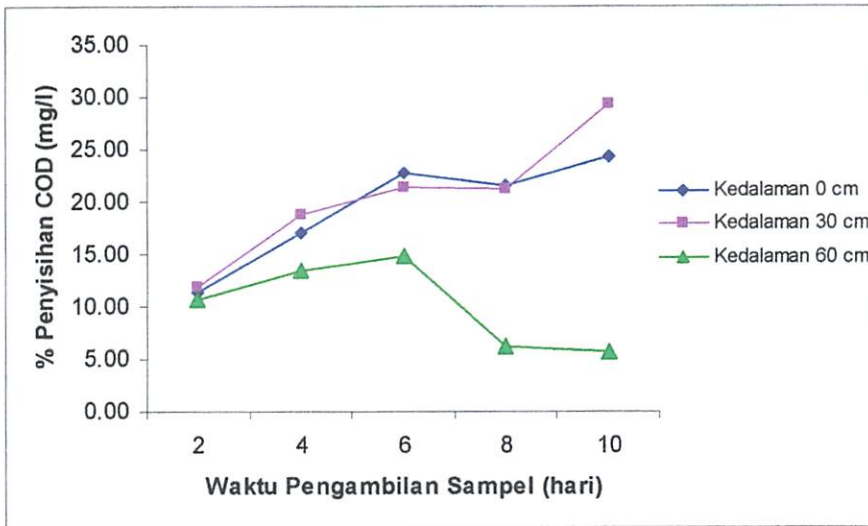
Tabel 4.7 Data konsentrasi akhir COD Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata* Dan *Duckweed*

No	Konsentrasi Awal COD (mg/l)	Kedalaman Pengambilan Sampel (cm)	Waktu Pengambilan Sampel (hari)	Suhu (°C)	pH	Konsentrasi akhir COD (mg/l)				% Penyisihan COD
						1	2	3	Rata-rata	
1	739.52	0	2	24	8	652.3	655.3	657.7	655.1	11.42
2			4	24	8	615.4	614.2	611.2	613.6	17.03
3			6	24	8	567.5	569.8	574.5	570.6	22.84

4			8	24	9	584.4	580.3	577.4	580.7	21.48
5			10	25	9	559.1	560.7	560.2	560	24.28
6		30	2	24	8	653	651.5	649.7	651.4	11.92
7			4	24	9	600.8	602.2	598.5	600.5	18.80
8			6	24	8	578.6	580.4	583.7	580.9	21.45
9			8	24	8	582.9	581.3	583	582.4	21.25
10			10	24	8	523.1	521.4	523.6	522.7	29.32
11			60	2	24	8	665.9	659.5	657.6	661
12		4		24	8	640.2	642	638.4	640.2	13.43
13		6		24	8	628.2	630.4	632.6	630.4	14.76
14		8		24	8	691.7	693.6	694.9	693.4	6.24
15		10		24	8	697.1	695.1	700.9	697.7	5.66

(Sumber : Hasil Penelitian, 2011)

Berdasarkan Tabel 4.7 data % penyisihan COD pada reaktor air limbah dengan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* diplotkan ke grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 % Penyisihan COD Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata* Dan *Duckweed*

Berdasarkan Tabel 4.7 dan Gambar 4.6 persen penyisihan COD pada reaktor air limbah dengan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed*, penyisihan COD tertinggi terjadi pada kedalaman 30 cm hari ke 10 yakni sebesar 29,32 % sedangkan untuk penyisihan COD terendah terjadi pada kedalaman 60 cm pada hari ke 10 yakni sebesar 5,66 %. Penyisihan COD tertinggi untuk kedalaman 0 cm terjadi pada hari ke 10 yakni sebesar 24,28 % dan penyisihan COD terendah untuk kedalaman 0 cm terjadi pada hari ke 2 yakni sebesar 11,42 %. Penyisihan COD tertinggi untuk kedalaman 30 cm terjadi pada hari ke 10 yakni sebesar 29,32 % dan penyisihan COD terendah untuk kedalaman 30 cm terjadi pada hari ke 2 yakni sebesar 11,92 %. Penyisihan COD tertinggi untuk kedalaman 60 cm terjadi pada hari ke 6 yakni sebesar 14,76 % dan penyisihan COD terendah untuk kedalaman 60 cm terjadi pada hari ke 10 yakni sebesar 5,66 %.

4.2.3 Analisis Deskriptif Deterjen

Berdasarkan data hasil penelitian yang diperoleh tentang konsentrasi akhir deterjen menunjukkan bahwa tanaman yang *hydrilla verticillata* dan *duckweed* yang digunakan pada reaktor *hydroponik wetland* mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi deterjen.

4.2.3.1 Analisis Deskriptif Deterjen Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla*

Verticillata

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan konsentrasi deterjen pada setiap ketinggian pengambilan sampel di hari ke dua sampai dengan hari kesepuluh pada reaktor dengan menggunakan tanaman *hydrilla verticillata*. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 4.8. Untuk mengetahui persentase penyisihan deterjen pada reaktor air limbah dengan tanaman *hydrilla verticillata* digunakan rumus:

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Contoh Perhitungan: Pada kedalaman pengambilan sampel 0 cm hari ke 2 :

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{71,4 - 65,1}{71,4} \times 100\%$$

$$\% \text{ Penyisihan} = 8,82 \%$$

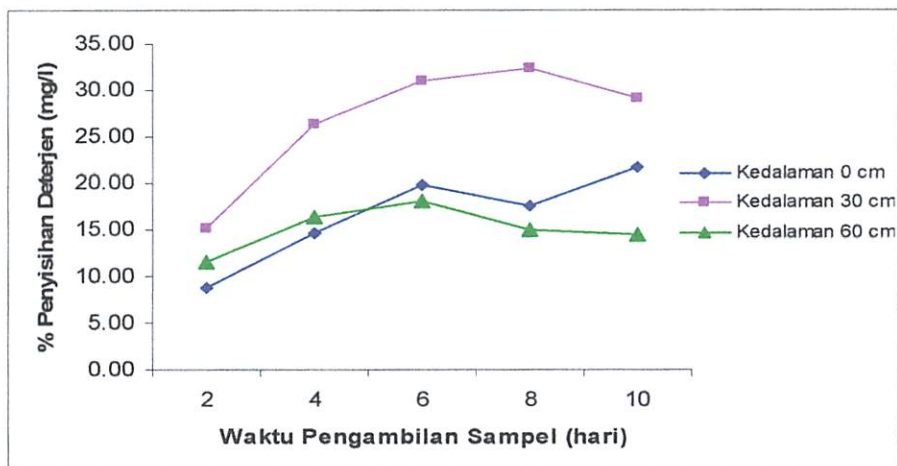
Untuk selengkapnya hasil perhitungan % penyisihan deterjen reaktor air limbah dengan tanaman *hydrilla verticillata* dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Data konsentrasi akhir Deterjen Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata*

No	Konsentrasi Awal Deterjen (mg/l)	Kedalaman Pengambilan Sampel (cm)	Waktu Pengambilan Sampel (hari)	Suhu (°C)	pH	Konsetrasi akhir Deterjen (mg/l)				% Penyisihan Deterjen
						1	2	3	Rata-rata	
1	71.4	0	2	24	9	63.5	65.9	65.9	65.1	8.82
2			4	24	8	61.3	60.1	61.3	60.9	14.71
3			6	24	8	54.8	58.5	58.3	57.2	19.89
4			8	24	9	58.1	59	59.6	58.9	17.51
5			10	24	8	58.4	55.1	54.2	55.9	21.71
6		30	2	24	8	63.2	61.3	57.3	60.6	15.13
7			4	24	8	52.4	51.7	53.7	52.6	26.33
8			6	24	8	50.6	50.3	46.7	49.2	31.09
9			8	24	9	48.1	48.6	47.9	48.2	32.49
10			10	24	8	54.2	50.2	47.4	50.6	29.13
11		60	2	24	8	64.1	64.3	61.2	63.2	11.48
12			4	24	8	60.7	59.1	59.3	59.7	16.39
13			6	24	8	60.4	57.6	57.5	58.5	18.07
14			8	24	8	62.2	60.1	59.8	60.7	14.99
15			10	24	8	63.2	60.4	59.7	61.1	14.43

(Sumber : Hasil Penelitian, 2011)

Berdasarkan Tabel 4.8 data % penyisihan Deterjen pada reaktor air limbah dengan tanaman *hydrilla verticillata* diplotkan ke grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 % Penyisihan Deterjen Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata*

Berdasarkan Tabel 4.8 dan Gambar 4.7 persen penyisihan deterjen pada reaktor air limbah dengan tanaman *hydrilla verticillata*, penyisihan deterjen tertinggi terjadi pada kedalaman 30 cm hari ke 8 yakni sebesar 32,49 % sedangkan untuk penyisihan deterjen terendah terjadi pada kedalaman 0 cm pada hari ke 2 yakni sebesar 8,82 %. Penyisihan deterjen tertinggi untuk kedalaman 0 cm terjadi pada hari ke 10 yakni sebesar 21,71 % dan penyisihan deterjen terendah untuk kedalaman 0 cm terjadi pada hari ke 2 yakni sebesar 8,82 %. Penyisihan deterjen tertinggi untuk kedalaman 30 cm terjadi pada hari ke 8 yakni sebesar 32,49 % dan penyisihan deterjen terendah untuk kedalaman 30 cm terjadi pada hari ke 2 yakni sebesar 15,13 %. Penyisihan deterjen tertinggi untuk kedalaman 60 cm terjadi pada hari ke 6 yakni sebesar 18,07 % dan penyisihan deterjen terendah untuk kedalaman 60 cm terjadi pada hari ke 2 yakni sebesar 11,48 %.

4.2.3.2 Analisis Deskriptif Deterjen Pada Reaktor Dengan Tanaman *Duckweed*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan konsentrasi deterjen pada setiap ketinggian pengambilan sampel di hari ke dua sampai dengan hari kesepuluh pada reaktor dengan menggunakan tanaman *duckweed*. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 4.9. Untuk mengetahui persentase penyisihan deterjen pada reaktor kontrol air limbah dengan tanaman *duckweed* digunakan rumus:

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Contoh Perhitungan: Pada kedalaman pengambilan sampel 0 cm hari ke 2 :

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{71,4 - 67,5}{71,4} \times 100\%$$

$$\% \text{ Penyisihan} = 5,46 \%$$

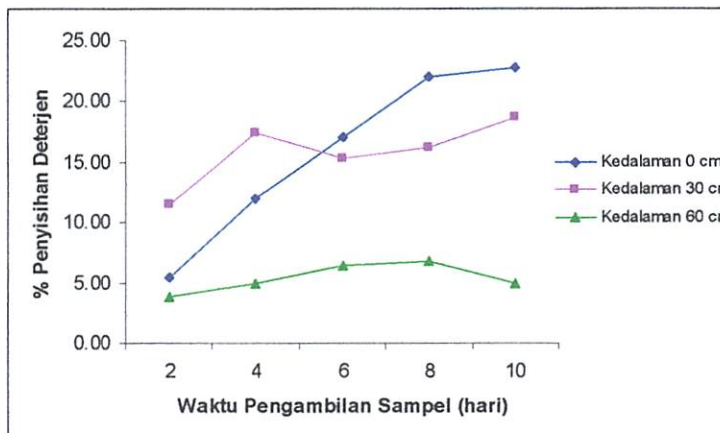
Untuk selengkapnya hasil perhitungan % penyisihan deterjen reaktor air limbah dengan tanaman *duckweed* dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Data konsentrasi akhir Deterjen Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman *Duckweed*

No	Konsentrasi Awal Deterjen (mg/l)	Kedalaman Pengambilan Sampel (cm)	Waktu Pengambilan Sampel (hari)	Suhu (°C)	pH	Konsetrasi akhir Deterjen (mg/l)				% Penyisihan Deterjen
						1	2	3	Rata-rata	
1	71.4	0	2	24	8	67.5	70.2	64.8	67.5	5.46
2			4	24	8	64	62	62.4	62.8	12.04
3			6	24	8	59.1	56.9	61.6	59.2	17.09
4			8	24	8	56.3	56.5	54.3	55.7	21.99
5			10	25	8	53.7	58.4	53.2	55.1	22.83
6		30	2	24	8	63.6	64.8	61.2	63.2	11.48
7			4	24	9	57.2	58.8	60.7	58.9	17.51
8			6	24	8	60.3	62.5	58.4	60.4	15.41
9			8	24	8	60.7	60.1	58.6	59.8	16.25
10			10	24	8	60.3	60.1	53.9	58.1	18.63
11		60	2	24	9	64.9	69.1	72.1	68.7	3.78
12			4	24	8	66.9	68.3	68.5	67.9	4.90
13			6	24	8	68.6	57.4	74.4	66.8	6.44
14			8	24	8	67.2	67.7	64.6	66.5	6.86
15			10	24	8	69.8	67.4	66.5	67.9	4.90

(Sumber : Hasil Penelitian, 2011)

Berdasarkan Tabel 4.9 data % penyisihan COD pada reaktor air limbah dengan tanaman *duckweed* diplotkan ke grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 % Penyisihan Deterjen Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman *Duckweed*

Berdasarkan Tabel 4.9 dan Gambar 4.8 persen penyisihan deterjen pada reaktor air limbah dengan tanaman *Duckweed*, penyisihan deterjen tertinggi terjadi pada kedalaman 0 cm hari ke 10 yakni sebesar 22,83 % sedangkan untuk penyisihan deterjen terendah terjadi pada kedalaman 60 cm pada hari ke 2 yakni sebesar 3,78 %. Penyisihan deterjen tertinggi untuk kedalaman 0 cm terjadi pada hari ke 10 yakni sebesar 22,83 % dan penyisihan deterjen terendah untuk kedalaman 0 cm terjadi pada hari ke 2 yakni sebesar 5,46 %. Penyisihan deterjen tertinggi untuk kedalaman 30 cm terjadi pada hari ke 10 yakni sebesar 18,63 % dan penyisihan deterjen terendah untuk kedalaman 30 cm terjadi pada hari ke 2 yakni sebesar 11,48 %. Penyisihan deterjen tertinggi untuk kedalaman 60 cm terjadi pada hari ke 8 yakni sebesar 6,86 % dan penyisihan deterjen terendah untuk kedalaman 60 cm terjadi pada hari ke 2 yakni sebesar 3,78 %.

4.2.3.3 Analisis Deskriptif Deterjen Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla*

Verticillata Dan *Duckweed*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan konsentrasi deterjen pada setiap ketinggian pengambilan sampel di hari ke dua sampai dengan hari kesepuluh pada reaktor dengan menggunakan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed*. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 4.10. Untuk mengetahui persentase penyisihan deterjen pada reaktor air limbah dengan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* digunakan rumus:

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Contoh Perhitungan: Pada kedalaman pengambilan sampel 0 cm hari ke 2 :

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{71,4 - 64,3}{71,4} \times 100\%$$

$$\% \text{ Penyisihan} = 9,94 \%$$

Untuk selengkapnya hasil perhitungan % penyisihan deterjen reaktor air limbah dengan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* dapat dilihat pada Tabel 4.10.

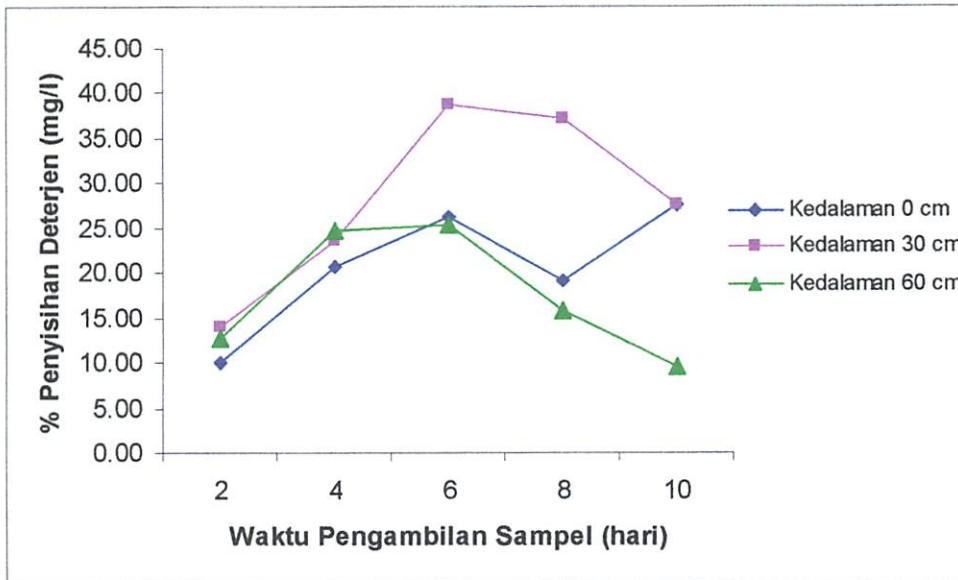
Tabel 4.10 Data konsentrasi akhir Deterjen Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata* Dan *Duckweed*

No	Konsentrasi Awal Deterjen (mg/l)	Kedalaman Pengambilan Sampel (cm)	Waktu Pengambilan Sampel (hari)	Suhu (°C)	pH	Konsetrasi akhir Deterjen (mg/l)				% Penyisihan Deterjen
						1	2	3	Rata-rata	
1	71.4	0	2	24	8	69.4	61.2	62.3	64.3	9.94
2			4	24	8	58.4	56.2	55.2	56.6	20.73
3			6	24	8	52.8	52.5	52.8	52.7	26.19

4			8	24	9	56.7	57.3	59.1	57.7	19.19
5			10	25	9	50.4	52.6	51.8	51.6	27.73
6		30	2	24	8	61.8	60.1	62.3	61.4	14.01
7			4	24	9	55.3	54	54.2	54.5	23.67
8			6	24	8	47.2	42.1	41.8	43.7	38.80
9			8	24	8	44.8	46.5	43.1	44.8	37.25
10			10	24	8	51.4	52	51.4	51.6	27.73
11		60	2	24	8	58.7	62.3	66.2	62.4	12.61
12			4	24	8	50.6	54.2	56.6	53.8	24.65
13			6	24	8	55.3	51.4	52.9	53.2	25.49
14			8	24	8	60.5	61.9	57.9	60.1	15.83
15			10	24	8	63.5	64.7	65.3	64.5	9.66

(Sumber : Hasil Penelitian, 2011)

Berdasarkan Tabel 4.10 data % penyisihan deterjen pada reaktor air limbah dengan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* diplotkan ke grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 % Penyisihan Deterjen Pada Reaktor Air Limbah Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata* Dan *Duckweed*

Berdasarkan Tabel 4.10 dan Gambar 4.9 persen penyisihan deterjen pada reaktor air limbah dengan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed*, penyisihan deterjen tertinggi terjadi pada kedalaman 30 cm hari ke 6 yakni sebesar 38,80 % sedangkan untuk penyisihan deterjen terendah terjadi pada kedalaman 60 cm pada hari ke 10 yakni sebesar 9,66 %. Penyisihan deterjen tertinggi untuk kedalaman 0 cm terjadi pada hari ke 6 yakni sebesar 27,73 % dan penyisihan deterjen terendah untuk kedalaman 0 cm terjadi pada hari ke 2 yakni sebesar 9,94 %. Penyisihan deterjen tertinggi untuk kedalaman 30 cm terjadi pada hari ke 6 yakni sebesar 38,80 % dan penyisihan deterjen terendah untuk kedalaman 30 cm terjadi pada hari ke 2 yakni sebesar 14,01 %. Penyisihan deterjen tertinggi untuk kedalaman 60 cm terjadi pada hari ke 6 yakni sebesar 25,49 % dan

penyisihan deterjen terendah untuk kedalaman 60 cm terjadi pada hari ke 10 yakni sebesar 9,66 %.

4.3 Analisis Korelasi

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

Hipotesis

- H_0 : Korelasi tidak signifikan
- H_1 : Korelasi signifikan

Pengambilan keputusan

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

Untuk mengetahui kuat lemahnya korelasi :

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

4.3.1 Analisis Korelasi Persentase Penyisihan BOD Dengan Waktu Pengambilan Sample Dan Kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla vericillata*.

Uji Korelasi persen penyisihan BOD dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11. Analisis Korelasi Antara % Penyisihan BOD Dengan Waktu Waktu Pengambilan Sample Dan Variasi kedalaman Sampel Pada Reaktor Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla verticillata*

Correlations: % Penyisihan BOD, Kedalaman Pengam, Waktu Pengambila		
	% Penyisihan	Kedalaman Pe
Kedalaman Pe	-0.081 0.775	
Waktu Pengam	0.570 0.026	0.000 1.000
Cell Contents: Pearson correlation P-Value		

Tabel 4.11 diketahui bahwa nilai korelasi antara variasi kedalaman sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* terhadap penyisihan BOD sebesar -0,081. Artinya hubungan antara variasi kedalaman sampel terhadap persentase penyisihan BOD lemah karena mendekati 0. Untuk nilai probabilitas antara variasi kedalaman sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* terhadap penyisihan BOD sebesar 0,775 ($>0,05$) maka hipotesis (H_0) diterima. Artinya nilai persentase penyisihan BOD terhadap variasi kedalaman sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* tidak signifikan. Hubungan antara kedua variabel tidak searah, hal ini di tunjukkan dengan nilai koefisien korelasi yang negatif, yang berarti jika semakin dalam pengambilan sampel maka persentase penyisihan BOD semakin menurun.

Nilai korelasi antara waktu pengambilan sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* terhadap penyisihan BOD sebesar 0,570. Artinya hubungan antara waktu pengambilan sampel terhadap persentase penyisihan BOD kuat karena mendekati 1. Untuk nilai probabilitas antara waktu pengambilan sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* terhadap penyisihan BOD sebesar 0,026 ($<0,05$) maka hipotesis (H_0) ditolak. Artinya nilai persentase penyisihan BOD terhadap waktu pengambilan sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* signifikan. Hubungan antara kedua variabel searah, hal ini di tunjukkan dengan nilai koefisien korelasi yang positif, yang berarti jika semakin lama waktu pengambilan sampel maka semakin besar peningkatan persentase penyisihan BOD.

4.3.2 Analisis Korelasi Persentase Penyisihan BOD Dengan Waktu Pengambilan Sample Dan Kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman Duckweed.

Uji Korelasi persen penyisihan BOD dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12. Analisis Korelasi Antara % Penyisihan BOD Dengan Waktu Waktu Pengambilan Sample Dan Variasi kedalamn Sampel Pada Reaktor Pada Reaktor Dengan Tanaman Duckweed

Correlations: % Penyisihan BOD, Kedalaman Pengam, Waktu Pengambila		
	% Penyisihan	Kedalaman Pe
Kedalaman Pe	-0.495 0.061	
Waktu Pengam	0.439 0.101	0.000 1.000
Cell Contents: Pearson correlation P-Value		

Tabel 4.12 diketahui bahwa nilai korelasi antara variasi kedalaman sampel pada reaktor dengan tanaman *duckweed* terhadap penyisihan BOD sebesar -0,495. Artinya hubungan antara variasi kedalaman sampel terhadap persentase penyisihan BOD lemah karena mendekati 0. Untuk nilai probabilitas antara variasi kedalaman sampel pada reaktor dengan tanaman *duckweed* terhadap penyisihan BOD sebesar 0,061 ($>0,05$) maka hipotesis (H_0) diterima. Artinya nilai persentase penyisihan BOD terhadap variasi kedalaman sampel pada reaktor dengan tanaman *duckweed* tidak signifikan. Hubungan antara kedua variabel tidak searah, hal ini di tunjukkan dengan nilai koefesien korelasi yang negatif, yang berarti jika semakin dalam pengambilan sampel maka persentase penyisihan BOD semakin menurun.

Nilai korelasi antara waktu pengambilan sampel pada reaktor dengan tanaman *duckweed* terhadap penyisihan BOD sebesar 0,439. Artinya hubungan antara waktu pengambilan sampel terhadap persentase penyisihan BOD lemah karena mendekati 0. Untuk nilai probabilitas antara waktu pengambilan sampel pada reaktor dengan tanaman *duckweed* terhadap penyisihan BOD sebesar 0,101 ($>0,05$) maka hipotesis (H_0) diterima. Artinya nilai persentase penyisihan BOD terhadap waktu pengambilan sampel pada reaktor dengan tanaman *duckweed* tidak signifikan. Hubungan antara kedua variabel searah, hal ini di tunjukkan dengan nilai koefesien

korelasi yang positif, yang berarti jika semakin lama waktu pengambilan sampel maka semakin besar peningkatan persentase penyisihan BOD.

4.3.3 Analisis Korelasi Persentase Penyisihan BOD Dengan Waktu Pengambilan Sample Dan Kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata* Dan *Duckweed*.

Uji Korelasi persen penyisihan BOD dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13. Analisis Korelasi Antara % Penyisihan BOD Dengan Waktu Waktu Pengambilan Sample Dan Variasi kedalaman Sampel Pada Reaktor Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata* Dan *Duckweed*

Correlations: % Penyisihan BOD, Kedalaman Pengam, Waktu Pengambila		
	% Penyisihan	Kedalaman Pe
Kedalaman Pe	-0.265 0.341	
Waktu Pengam	0.750 0.001	0.000 1.000
Cell Contents: Pearson correlation P-Value		

Tabel 4.13 diketahui bahwa nilai korelasi antara variasi kedalaman sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* terhadap penyisihan BOD sebesar -0,265. Artinya hubungan antara variasi kedalaman sampel terhadap persentase penyisihan BOD lemah karena mendekati 0. Untuk nilai probabilitas antara variasi kedalaman sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* terhadap penyisihan BOD sebesar 0,341 ($>0,05$) maka hipotesis (H_0) diterima. Artinya nilai persentase penyisihan BOD terhadap variasi kedalaman sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* tidak signifikan. Hubungan antara kedua variabel tidak searah, hal ini di tunjukkan dengan nilai koefisien korelasi yang negatif, yang berarti jika semakin dalam pengambilan sampel maka persentase penyisihan BOD semakin menurun.

Nilai korelasi antara waktu pengambilan sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* terhadap penyisihan BOD sebesar 0,750. Artinya hubungan antara waktu pengambilan sampel terhadap persentase penyisihan BOD kuat karena mendekati 1. Untuk nilai probabilitas antara waktu pengambilan sampel

pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* terhadap penyisihan BOD sebesar 0,001 ($<0,05$) maka hipotesis (H_0) ditolak. Artinya nilai persentase penyisihan BOD terhadap waktu pengambilan sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* signifikan. Hubungan antara kedua variabel searah, hal ini di tunjukkan dengan nilai koefisien korelasi yang positif, yang berarti jika semakin lama waktu pengambilan sampel maka semakin besar peningkatan persentase penyisihan BOD.

4.3.4 Analisis Korelasi Persentase Penyisihan COD Dengan Waktu Pengambilan Sample Dan Kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla vericillata*.

Uji Korelasi persen penyisihan COD dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14. Analisis Korelasi Antara % Penyisihan COD Dengan Waktu Waktu Pengambilan Sample Dan Variasi kedalaman Sampel Pada Reaktor Pada Reaktor

Correlations: % Penyisihan COD, Kedalaman Pengam, Waktu Pengambila		
	% Penyisihan	Kedalaman Pe
Kedalaman Pe	-0.342	0.212
Waktu Pengam	0.600	0.000
	0.118	1.000
Cell Contents: Pearson correlation		
P-Value		

Tabel 4.14 diketahui bahwa nilai korelasi antara variasi kedalaman sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* terhadap penyisihan COD sebesar -0,342. Artinya hubungan antara variasi kedalaman sampel terhadap persentase penyisihan COD lemah karena mendekati 0. Untuk nilai probabilitas antara variasi kedalaman sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* terhadap penyisihan COD sebesar 0,212 ($>0,05$) maka hipotesis (H_0) diterima. Artinya nilai persentase penyisihan COD terhadap variasi kedalaman sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* tidak signifikan. Hubungan antara kedua variabel tidak searah, hal ini di tunjukkan dengan nilai koefisien korelasi yang negatif, yang berarti jika semakin dalam pengambilan sampel maka persentase penyisihan COD semakin menurun.

Nilai korelasi antara waktu pengambilan sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* terhadap penyisihan COD sebesar 0,600. Artinya hubungan

antara waktu pengambilan sampel terhadap persentase penyisihan COD kuat karena mendekati 1. Untuk nilai probabilitas antara waktu pengambilan sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* terhadap penyisihan COD sebesar 0,018 ($<0,05$) maka hipotesis (H_0) ditolak. Artinya nilai persentase penyisihan COD terhadap waktu pengambilan sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* signifikan. Hubungan antara kedua variabel searah, hal ini di tunjukkan dengan nilai koefesien korelasi yang positif, yang berarti jika semakin lama waktu pengambilan sampel maka semakin besar peningkatan persentase penyisihan COD.

4.3.5 Analisis Korelasi Persentase Penyisihan COD Dengan Waktu Pengambilan Sample Dan Kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Duckweed*.

Uji Korelasi persen penyisihan COD dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15. Analisis Korelasi Antara % Penyisihan COD Dengan Waktu Waktu Pengambilan Sample Dan Variasi kedalamn Sampel Pada Reaktor Pada Reaktor Dengan Tanaman *Duckweed*

Correlations: % Penyisihan COD, Kedalaman Pengam, Waktu Pengambila		
	% Penyisihan	Kedalaman Pe
Kedalaman Pe	-0.706 0.003	
Waktu Pengam	0.331 0.028	0.000 1.000
Cell Contents: Pearson correlation P-Value		

Tabel 4.15 diketahui bahwa nilai korelasi antara variasi kedalaman sampel pada reaktor dengan tanaman *duckweed* terhadap penyisihan COD sebesar -0,706. Artinya hubungan antara variasi kedalaman sampel terhadap persentase penyisihan COD kuat karena mendekati -1. Untuk nilai probabilitas antara variasi kedalaman sampel pada reaktor dengan tanaman *duckweed* terhadap penyisihan COD sebesar 0,003 ($<0,05$) maka hipotesis (H_0) ditolak. Artinya nilai persentase penyisihan COD terhadap variasi kedalaman sampel pada reaktor dengan tanaman *duckweed* signifikan. Hubungan antara kedua variabel tidak searah, hal ini di tunjukkan dengan nilai koefesien korelasi yang negatif, yang berarti jika semakin dalam pengambilan sampel maka persentase penyisihan COD semakin menurun.

Nilai korelasi antara waktu pengambilan sampel pada reaktor dengan tanaman *duckweed* terhadap penyisihan COD sebesar 0,331. Artinya hubungan antara waktu pengambilan sampel terhadap persentase penyisihan COD lemah karena mendekati 0. Untuk nilai probabilitas antara waktu pengambilan sampel pada reaktor dengan tanaman *duckweed* terhadap penyisihan COD sebesar 0,228 ($>0,05$) maka hipotesis (H_0) diterima. Artinya nilai persentase penyisihan COD terhadap waktu pengambilan sampel pada reaktor dengan tanaman *duckweed* tidak signifikan. Hubungan antara kedua variabel searah, hal ini di tunjukkan dengan nilai koefisien korelasi yang positif, yang berarti jika semakin lama waktu pengambilan sampel maka semakin besar peningkatan persentase penyisihan COD.

4.3.6 Analisis Korelasi Persentase Penyisihan COD Dengan Waktu Pengambilan Sample Dan Kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata* Dan *Duckweed*.

Uji Korelasi persen penyisihan COD dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16. Analisis Korelasi Antara % Penyisihan COD Dengan Waktu Waktu Pengambilan Sample Dan Variasi kedalamn Sampel Pada Reaktor Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata* Dan *Duckweed*

Correlations: % Penyisihan COD, Kedalaman Pengam, Waktu Pengambila		
	% Penyisihan	Kedalaman Pe
Kedalaman Pe	-0.571 0.026	
Waktu Pengam	0.358 0.190	0.000 1.000
Cell Contents: Pearson correlation P-Value		

Tabel 4.17 diketahui bahwa nilai korelasi antara variasi kedalaman sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* terhadap penyisihan COD sebesar -0,571. Artinya hubungan antara variasi kedalaman sampel terhadap persentase penyisihan COD kuat karena mendekati -1. Untuk nilai probabilitas antara variasi kedalaman sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* terhadap penyisihan COD sebesar 0,026 ($<0,05$) maka hipotesis (H_0) diterima. Artinya nilai persentase penyisihan COD terhadap variasi kedalaman sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* signifikan.

Hubungan antara kedua variabel tidak searah, hal ini di tunjukkan dengan nilai koefisien korelasi yang negatif, yang berarti jika semakin dalam pengambilan sampel maka persentase penyisihan COD semakin menurun.

Nilai korelasi antara waktu pengambilan sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* terhadap penyisihan COD sebesar 0,358. Artinya hubungan antara waktu pengambilan sampel terhadap persentase penyisihan COD lemah karena mendekati 0. Untuk nilai probabilitas antara waktu pengambilan sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* terhadap penyisihan COD sebesar 0,190 ($>0,05$) maka hipotesis (H_0) diterima. Artinya nilai persentase penyisihan COD terhadap waktu pengambilan sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* tidak signifikan. Hubungan antara kedua variabel searah, hal ini di tunjukkan dengan nilai koefisien korelasi yang positif, yang berarti jika semakin lama waktu pengambilan sampel maka semakin besar peningkatan persentase penyisihan COD.

4.3.7 Analisis Korelasi Persentase Penyisihan Deterjen Dengan Waktu Pengambilan Sample Dan Kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla vericillata*.

Uji Korelasi persen penyisihan Deterjen dapat dilihat pada Ttabel 4.17

Tabel 4.17. Analisis Korelasi Antara % Penyisihan Deterjen Dengan Waktu Waktu Pengambilan Sample Dan Variasi kedalamn Sampel Pada Reaktor Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla vericillata*

Correlations: % Penyisihan Det, Kedalaman Pengam, Waktu Pengambila		
	% Penyisihan	Kedalaman Pe
Kedalaman Pe	-0.085 0.043	
Waktu Pengam	0.454 0.089	0.000 1.000
Cell Contents: Pearson correlation P-Value		

Tabel 4.17 diketahui bahwa nilai korelasi antara variasi kedalaman sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* terhadap penyisihan deterjen sebesar - 0,085. Artinya hubungan antara variasi kedalam sampel terhadap persentase penyisihan deterjen lemah karena mendekati 0. Untuk nilai probabilitas

antara variasi kedalaman sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* terhadap penyisihan deterjen sebesar 0,043 ($>0,05$) maka hipotesis (H_0) ditolak. Artinya nilai persentase penyisihan deterjen terhadap variasi kedalaman sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* signifikan. Hubungan antara kedua variabel tidak searah, hal ini di tunjukkan dengan nilai koefisien korelasi yang negatif, yang berarti jika semakin dalam pengambilan sampel maka persentase penyisihan deterjen semakin menurun.

Nilai korelasi antara waktu pengambilan sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* terhadap penyisihan deterjen sebesar 0,454. Artinya hubungan antara waktu pengambilan sampel terhadap persentase penyisihan deterjen lemah karena mendekati 0. Untuk nilai probabilitas antara waktu pengambilan sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* terhadap penyisihan deterjen sebesar 0,089 ($>0,05$) maka hipotesis (H_0) diterima. Artinya nilai persentase penyisihan deterjen terhadap waktu pengambilan sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* tidak signifikan. Hubungan antara kedua variabel searah, hal ini di tunjukkan dengan nilai koefisien korelasi yang positif, yang berarti jika semakin lama waktu pengambilan sampel maka semakin besar peningkatan persentase penyisihan deterjen.

4.3.8 Analisis Korelasi Persentase Penyisihan Deterjen Dengan Waktu Pengambilan Sample Dan Kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Duckweed*.

Uji Korelasi persen penyisihan Deterjen dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18. Analisis Korelasi Antara % Penyisihan Deterjen Dengan Waktu Waktu Pengambilan Sample Dan Variasi kedalamn Sampel Pada Reaktor Pada Reaktor Dengan Tanaman *Duckweed*

Correlations: % Penyisihan Det, Kedalaman Pengam, Waktu Pengambila		
	% Penyisihan	Kedalaman Pe
Kedalaman Pe	-0.671 0.006	
Waktu Pengam	0.456 0.087	0.000 1.000
Cell Contents: Pearson correlation P-Value		

Tabel 4.18 diketahui bahwa nilai korelasi antara variasi kedalaman sampel pada reaktor dengan tanaman *duckweed* terhadap penyisihan deterjen sebesar -0,671 Artinya hubungan antara variasi kedalaman sampel terhadap persentase penyisihan deterjen kuat karena mendekati -1. Untuk nilai probabilitas antara variasi kedalaman sampel pada reaktor dengan tanaman *duckweed* terhadap penyisihan deterjen sebesar 0,006 ($<0,05$) maka hipotesis (H_0) ditolak. Artinya nilai persentase penyisihan deterjen terhadap variasi kedalaman sampel pada reaktor dengan tanaman *duckweed* signifikan. Hubungan antara kedua variabel tidak searah, hal ini di tunjukkan dengan nilai koefisien korelasi yang negatif, yang berarti jika semakin dalam pengambilan sampel maka persentase penyisihan deterjen semakin menurun.

Nilai korelasi antara waktu pengambilan sampel pada reaktor dengan tanaman *duckweed* terhadap penyisihan deterjen sebesar 0,456. Artinya hubungan antara waktu pengambilan sampel terhadap persentase penyisihan deterjen lemah karena mendekati 0. Untuk nilai probabilitas antara waktu pengambilan sampel pada reaktor dengan tanaman *duckweed* terhadap penyisihan deterjen sebesar 0,087 ($>0,05$) maka hipotesis (H_0) diterima. Artinya nilai persentase penyisihan deterjen terhadap waktu pengambilan sampel pada reaktor dengan tanaman *duckweed* tidak signifikan. Hubungan antara kedua variabel searah, hal ini di tunjukkan dengan nilai koefisien korelasi yang positif, yang berarti jika semakin lama waktu pengambilan sampel maka semakin besar peningkatan persentase penyisihan deterjen.

4.3.9 Analisis Korelasi Persentase Penyisihan Deterjen Dengan Waktu Pengambilan Sample Dan Kedalaman Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata* Dan *Duckweed*.

Uji Korelasi persen penyisihan Deterjen dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19. Analisis Korelasi Antara % Penyisihan Deterjen Dengan Waktu Waktu Pengambilan Sample Dan Variasi kedalamn Sampel Pada Reaktor Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata* Dan *Duckweed*

Correlations: % Penyisihan Det, Kedalaman Pengam, Waktu Pengambila		
	% Penyisihan	Kedalaman Pe
Kedalaman Pe	-0.147 0.601	
Waktu Pengam	0.330 0.230	0.000 1.000
Cell Contents: Pearson correlation P-Value		

Tabel 4.19 diketahui bahwa nilai korelasi antara variasi kedalaman sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* terhadap penyisihan deterjen sebesar -0,147. Artinya hubungan antara variasi kedalaman sampel terhadap persentase penyisihan deterjen lemah karena mendekati 0. Untuk nilai probabilitas antara variasi kedalaman sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* terhadap penyisihan deterjen sebesar 0,601 ($>0,05$) maka hipotesis (H_0) diterima. Artinya nilai persentase penyisihan deterjen terhadap variasi kedalaman sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* tidak signifikan. Hubungan antara kedua variabel tidak searah, hal ini di tunjukkan dengan nilai koefisien korelasi yang negatif, yang berarti jika semakin dalam pengambilan sampel maka persentase penyisihan deterjen semakin menurun.

Nilai korelasi antara waktu pengambilan sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* terhadap penyisihan deterjen sebesar 0,330. Artinya hubungan antara waktu pengambilan sampel terhadap persentase penyisihan deterjen lemah karena mendekati 0. Untuk nilai probabilitas antara waktu pengambilan sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* terhadap penyisihan deterjen sebesar 0,230 ($>0,05$) maka hipotesis (H_0) diterima. Artinya nilai persentase penyisihan deterjen terhadap waktu pengambilan sampel pada reaktor dengan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* tidak signifikan. Hubungan antara kedua variabel searah, hal ini di tunjukkan dengan nilai koefisien korelasi yang positif, yang berarti jika semakin lama waktu pengambilan sampel maka semakin besar peningkatan persentase penyisihan deterjen.

4.4 Analisis Regresi

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

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

Hipotesis

H_0 : koefisien regresi tidak signifikan

H_1 : koefisien regresi signifikan

Pengambilan keputusan

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

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

Untuk nilai Probabilitas

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

4.4.1 Analisis Regresi Persentase Penyisihan BOD Dengan Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla verticillata*.

Uji Koefisien Regresi persen penyisihan BOD dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20. Analisis Regresi Antara % Penyisihan BOD Dengan Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla verticillata*

Regression Analysis: % Penyisihan versus Kedalaman Pe, Waktu Pengam					
The regression equation is					
% Penyisihan BOD Hydrilla = 21.9 - 0.064 Kedalaman Pengambilan Sampel + 3.90 Waktu Pengambilan Sampel					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	21.93	12.07	1.82	0.094	
Kedalaman Pengambilan Sampel	-0.0637	0.1863	-0.34	0.738	1.0
Waktu Pengambilan Sampel	3.898	1.613	2.42	0.033	1.0
S = 17.6737 R-Sq = 33.2% R-Sq(adj) = 22.0%					

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

Pada Tabel 4.20 dapat kita ketahui :

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

$$Y = 21,9 - 0,064 X_1 + 3,90 X_2$$

Dimana :

Y = Persentase penyisihan BOD

X_1 = Kedalaman pengambilan sampel

X_2 = Waktu pengambilan sampel

Tabel 4.20 dapat dilihat dari nilai VIF, yaitu sebesar 1,0. Apabila $VIF < 5$ maka tidak adanya multikolinear dalam model. Sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat. Berdasarkan hasil persamaan regresi diatas Y adalah persentase penyisihan BOD (%), X_1 adalah kedalaman pengambilan sampel sebesar -0,064 dan X_2 adalah waktu pengambilan sampel sebesar 3,90. Artinya setiap penambahan kedalaman sampel sedalam 30 cm akan menurunkan persentase penyisihan BOD sebesar 0,064 dan setiap penambahan waktu pengambilan sampel selama 2 hari akan meningkatkan persentase penyisihan BOD sebesar 3,90. angka 21,9 % menunjukkan bahwa jika variasi kedalaman sampel dan waktu pengambilan sampel bernilai konstan (0), maka presentase penyisihan BOD adalah 21,9 %.

B. Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 33,2 %. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi BOD dipengaruhi oleh variasi kedalaman sampel dan waktu pengambilan sampel sedangkan sisanya 66,8% penurunan penyisihan BOD dipengaruhi oleh faktor lainnya.

C. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas

o Berdasarkan nilai t

Pada Tabel 4.35 statistik t hitung output untuk variasi kedalaman pengambilan sampel sebesar -0,34, untuk waktu pengambilan sampel sebesar 2,42 dan nilai t hitung output untuk konstanta sebesar 1,82. Dari tabel diketahui nilai $t_{(0,05,12)}$ adalah 1,782. Untuk variasi kedalaman pengambilan sampel t hitung output < statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi tidak signifikan. Untuk waktu pengambilan sampel t hitung output > statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi signifikan. Untuk konstanta t hitung output > statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi signifikan

o Berdasarkan probabilitas

Terlihat bahwa pada kolom signifikan untuk variasi kedalaman pengambilan sampel sebesar 0,738, untuk waktu pengambilan sampel sebesar 0,033 dan

untuk konstanta sebesar 0,094. Untuk variasi kedalaman pengambilan sampel probabilitasnya $> 0,05$ sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak atau koefisien regresi tidak signifikan. Untuk variasi waktu pengambilan sampel probabilitasnya $< 0,05$ sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan. Untuk konstanta probabilitasnya $> 0,05$ sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak atau koefisien regresi tidak signifikan.

4.4.2 Analisis Regresi Persentase Penyisihan BOD Dengan Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Duckweed*.

Uji Koefisien Regresi persen penyisihan BOD dapat dilihat pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21. Analisis Regresi Antara % Penyisihan BOD Dengan Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Duckweed*

Regression Analysis: % Penyisihan versus Kedalaman Pe, Waktu Pengam						
The regression equation is						
% Penyisihan BOD Duckweed = 24.2 - 0.376 Kedalaman Pengambilan Sampel + 2.89 Waktu Pengambilan Sampel						
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF	
Constant	24.22	10.66	2.27	0.042		
Kedalaman Pengambilan Sampel	-0.3758	0.1644	-2.29	0.051	1.0	
Waktu Pengambilan Sampel	2.892	1.424	2.03	0.065	1.0	
S = 15.6005 R-Sq = 43.8% R-Sq(adj) = 34.4%						

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

Pada Tabel 4.21 dapat kita ketahui :

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

$$Y = 24,2 - 0,376 X_1 + 2,89 X_2$$

Dimana :

Y = Persentase penyisihan BOD

X_1 = Kedalaman pengambilan sampel

X_2 = Waktu pengambilan sampel

Tabel 4.21 dapat dilihat dari nilai VIF, yaitu sebesar 1,0. Apabila $VIF < 5$ maka tidak adanya multikolinear dalam model. Sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat. Berdasarkan hasil persamaan regresi diatas Y adalah persentase penyisihan BOD (%), X_1 adalah kedalaman pengambilan sampel sebesar -0,376 dan X_2 adalah waktu pengambilan sampel sebesar 2,89. Artinya setiap penambahan kedalaman sampel sedalam 30 cm akan menurunkan persentase penyisihan BOD sebesar 0,376 dan setiap penambahan waktu pengambilan sampel selama 2 hari akan meningkatkan persentase penyisihan BOD sebesar 2,89. angka 24,2 % menunjukkan bahwa jika variasi kedalaman sampel dan waktu pengambilan sampel bernilai konstan (0), maka presentase penyisihan BOD adalah 24,2 %.

B. Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi ($R\text{ Square} = r^2$) sebesar 43,8 %. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi BOD dipengaruhi oleh variasi kedalaman sampel dan waktu pengambilan sampel sedangkan sisanya 56,2% penurunan penyisihan BOD dipengaruhi oleh faktor lainnya.

C. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas

- o Berdasarkan nilai t

Pada Tabel 4.36 statistik t hitung output untuk variasi kedalaman pengambilan sampel sebesar -2,29, untuk waktu pengambilan sampel sebesar 2,03 dan nilai t hitung output untuk konstanta sebesar 2,27. Dari tabel diketahui nilai $t_{(0,05,12)}$ adalah 1,782. Untuk variasi kedalaman pengambilan sampel t hitung output < statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi tidak signifikan. Untuk waktu pengambilan sampel t hitung output > statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi signifikan. Untuk konstanta t hitung output > statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi signifikan.

- o Berdasarkan probabilitas

Terlihat bahwa pada kolom signifikan untuk variasi kedalaman pengambilan sampel sebesar 0,051, untuk waktu pengambilan sampel sebesar 0,065 dan untuk konstanta sebesar 0,042. Untuk variasi kedalaman pengambilan sampel probabilitasnya > 0,05 sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak atau koefisien

regresi tidak signifikan. Untuk variasi waktu pengambilan sampel probabilitasnya $> 0,05$ sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak atau koefisien regresi tidak signifikan. Untuk konstanta probabilitasnya $< 0,05$ sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan

4.4.3 Analisis Regresi Persentase Penyisihan BOD Dengan Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Duckweed* Dan *Hydrilla Verticillata*.

Uji Koefisien Regresi persen penyisihan BOD dapat dilihat pada Tabel 4.22

Tabel 4.22. Analisis Regresi Antara % Penyisihan BOD Dengan Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Duckweed* Dan *Hydrilla Verticillata*

Regression Analysis: % Penyisihan versus Kedalaman Pe, Waktu Pengam					
The regression equation is					
% Penyisihan BOD $H + D = 18.5 - 0.204$ Kedalaman Pengambilan Sampel + 5.02 Waktu Pengambilan Sampel					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	18.483	8.752	2.11	0.056	
Kedalaman Pengambilan Sampel	-0.2042	0.1350	-1.51	0.156	1.0
Waktu Pengambilan Sampel	5.015	1.169	4.29	0.001	1.0
S = 12.8111 R-Sq = 63.3% R-Sq(adj) = 57.2%					

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

Pada Tabel 4.22 dapat kita ketahui :

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

$$Y = 18,5 - 0,204 X_1 + 5,02 X_2$$

Dimana :

Y = Persentase penyisihan BOD

X_1 = Kedalaman pengambilan sampel

X_2 = Waktu pengambilan sampel

Tabel 4.22 dapat dilihat dari nilai VIF, yaitu sebesar 1,0. Apabila $VIF < 5$ maka tidak adanya multikolinear dalam model. Sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat. Berdasarkan hasil persamaan regresi diatas Y adalah persentase penyisihan BOD (%), X_1 adalah kedalaman pengambilan sampel sebesar -0,204 dan X_2 adalah waktu pengambilan sampel sebesar 5,02. Artinya setiap penambahan kedalaman sampel sedalam 30 cm akan menurunkan persentase penyisihan BOD sebesar 0,204 dan setiap penambahan waktu pengambilan sampel selama 2 hari akan meningkatkan persentase penyisihan BOD sebesar 5,02. angka 18,5 % menunjukkan bahwa jika variasi kedalaman sampel dan waktu pengambilan sampel bernilai konstan (0), maka presentase penyisihan BOD adalah 18,5 %.

E. Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 63,3 %. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi BOD dipengaruhi oleh variasi kedalaman sampel dan waktu pengambilan sampel sedangkan sisanya 36,7 % penurunan penyisihan BOD dipengaruhi oleh faktor lainnya.

F. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas

o Berdasarkan nilai t

Pada Tabel 4.37 statistik t hitung output untuk variasi kedalaman pengambilan sampel sebesar -1,51, untuk waktu pengambilan sampel sebesar 4,29 dan untuk konstanta sebesar 2,11. Dari tabel diketahui nilai $t_{(0,05,12)}$ adalah 1,782. Untuk variasi kedalaman pengambilan sampel t hitung output < statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi tidak signifikan. Untuk waktu pengambilan sampel t hitung output > statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi signifikan. Untuk konstanta t hitung output > statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi signifikan

o Berdasarkan probabilitas

Terlihat bahwa pada kolom signifikan untuk variasi kedalaman pengambilan sampel sebesar 0,156, untuk waktu pengambilan sampel sebesar 0,001 dan untuk konstanta sebesar 0,056. Untuk variasi kedalaman pengambilan sampel probabilitasnya > 0,05 sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak atau koefisien regresi tidak signifikan. Untuk variasi waktu pengambilan sampel probabilitasnya < 0,05 sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien

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

4.4.4 Analisis Regresi Persentase Penyisihan COD Dengan Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla verticillata*.

➤ Uji Koefisien Regresi persen penyisihan COD dapat dilihat pada Tabel 4.23

Tabel 4.23. Analisis Regresi Antara % Penyisihan COD Dengan Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla verticillata*

Regression Analysis: % Penyisihan versus Kedalaman Pe, Waktu Pengam					
The regression equation is					
% Penyisihan COD Hydrilla = 11.5 - 0.105 Kedalaman Pengambilan Sampel + 1.60 Waktu Pengambilan Sampel					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	11.539	4.171	2.77	0.017	
Kedalaman Pengambilan Sampel	-0.10540	0.06436	-1.64	0.127	1.0
Waktu Pengambilan Sampel	1.6007	0.5574	2.87	0.014	1.0
S = 6.10606 R-Sq = 47.7% R-Sq(adj) = 38.9%					

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

Pada Tabel 4.23 dapat kita ketahui :

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

$$Y = 11,5 - 0,105 X_1 + 1,60 X_2$$

Dimana :

Y = Persentase penyisihan COD

X_1 = Kedalaman pengambilan sampel

X_2 = Waktu pengambilan sampel

Tabel 4.23 dapat dilihat dari nilai VIF, yaitu sebesar 1,0. Apabila $VIF < 5$ maka tidak adanya multikolinear dalam model. Sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat. Berdasarkan hasil persamaan regresi diatas Y adalah persentase penyisihan COD (%), X_1 adalah kedalaman pengambilan sampel sebesar -0,105 dan X_2 adalah waktu pengambilan sampel sebesar 1,60. Artinya setiap penambahan kedalaman sampel sedalam 30 cm akan menurunkan persentase penyisihan COD sebesar 0,105 dan setiap penambahan waktu pengambilan sampel selama 2 hari akan meningkatkan persentase penyisihan COD sebesar 1,60. Angka 11,5 % menunjukkan bahwa jika variasi kedalaman sampel dan waktu pengambilan sampel bernilai konstan (0), maka presentase penyisihan COD adalah 11,5 %.

B. Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 47,7 %. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi COD dipengaruhi oleh variasi kedalaman sampel dan waktu pengambilan sampel sedangkan sisanya 52,3% penurunan penyisihan COD dipengaruhi oleh faktor lainnya.

C. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas

o Berdasarkan nilai t

Pada Tabel 4.38 statistik t hitung output untuk variasi kedalaman pengambilan sampel sebesar -1,64, untuk waktu pengambilan sampel sebesar 2,87 dan untuk konstanta sebesar 2,77. Dari tabel diketahui nilai $t_{(0,05,12)}$ adalah 1,782. Untuk variasi kedalaman pengambilan sampel t hitung output < statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi tidak signifikan. Untuk waktu pengambilan sampel t hitung output > statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi signifikan. Untuk konstanta t hitung output > statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi signifikan

o Berdasarkan probabilitas

Terlihat bahwa pada kolom signifikan untuk variasi kedalaman pengambilan sampel sebesar 0,127, untuk waktu pengambilan sampel sebesar 0,014 dan untuk konstanta sebesar 0,017. Untuk variasi kedalaman pengambilan sampel probabilitasnya > 0,05 sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak atau koefisien regresi tidak signifikan. Untuk variasi waktu pengambilan sampel probabilitasnya < 0,05 sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan. Untuk konstanta probabilitasnya < 0,05 sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan

4.4.5 Analisis Regresi Persentase Penyisihan COD Dengan Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Duckweed*.

➤ Uji Koefisien Regresi persen penyisihan COD dapat dilihat pada Tabel 4.24

Tabel 4.24. Analisis Regresi Antara % Penyisihan COD Dengan Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Duckweed*

Regression Analysis: % Penyisihan versus Kedalaman Pe, Waktu Pengam						
The regression equation is						
% Penyisihan COD Duckweed = 12.6 - 0.204 Kedalaman Pengambilan Sampel + 0.828 Waktu Pengambilan Sampel						
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF	
Constant	12.629	3.384	3.73	0.003		
Kedalaman Pengambilan Sampel	-0.20397	0.05222	-3.91	0.002	1.0	
Waktu Pengambilan Sampel	0.8277	0.4522	1.83	0.092	1.0	
S = 4.95406 R-Sq = 60.8% R-Sq(adj) = 54.3%						

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

Pada Tabel 4.24 dapat kita ketahui :

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

$$Y = 12,6 - 0,204 X_1 + 0,828 X_2$$

Dimana :

Y = Persentase penyisihan COD

X_1 = Kedalaman pengambilan sampel

X_2 = Waktu pengambilan sampel

Tabel 4.24 dapat dilihat dari nilai VIF, yaitu sebesar 1,0. Apabila $VIF < 5$ maka tidak adanya multikolinear dalam model. Sehingga model regresi ini dikatakan sudah

tepat. Berdasarkan hasil persamaan regresi diatas Y adalah persentase penyisihan COD (%), X_1 adalah kedalaman pengambilan sampel sebesar -0,204 dan X_2 adalah waktu pengambilan sampel sebesar 0,828. Artinya setiap penambahan kedalaman sampel sedalam 30 cm akan menurunkan persentase penyisihan COD sebesar 0,204 dan setiap penambahan waktu pengambilan sampel selama 2 hari akan meningkatkan persentase penyisihan COD sebesar 0,828. Angka 12,6 % menunjukkan bahwa jika variasi kedalaman sampel dan waktu pengambilan sampel bernilai konstan (0), maka presentase penyisihan COD adalah 12,6 %.

B. Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R Square = r^2) sebesar 60,8 %. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi COD dipengaruhi oleh variasi kedalaman sampel dan waktu pengambilan sampel sedangkan sisanya 39,2% penurunan penyisihan COD dipengaruhi oleh faktor lainnya.

C. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas

- o Berdasarkan nilai t

Pada Tabel 4.8 statistik t hitung output untuk variasi kedalaman pengambilan sampel sebesar -3,91, untuk waktu pengambilan sampel sebesar 1,83 dan untuk konstanta sebesar 3,73. Dari tabel diketahui nilai $t_{(0,05,12)}$ adalah 1,782. Untuk variasi kedalaman pengambilan sampel t hitung output < statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi tidak signifikan. Untuk waktu pengambilan sampel t hitung output > statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi signifikan. Untuk konstanta t hitung output > statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi signifikan.

- o Berdasarkan probabilitas

Terlihat bahwa pada kolom signifikan untuk variasi kedalaman pengambilan sampel sebesar 0,002, untuk waktu pengambilan sampel sebesar 0,092 dan untuk konstanta sebesar 0.003. Untuk variasi kedalaman pengambilan sampel probabilitasnya < 0,05 sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan. Untuk variasi waktu pengambilan sampel probabilitasnya > 0,05 sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak atau koefisien regresi tidak signifikan. Untuk konstanta probabilitasnya < 0,05 sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan

4.4.6 Analisis Regresi Persentase Penyisihan COD Dengan Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Duckweed* Dan *Hydrilla Verticillata*.

Uji Koefisien Regresi persen penyisihan COD dapat dilihat pada Tabel 4.25

Tabel 4.25. Analisis Regresi Antara % Penyisihan COD Dengan Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Duckweed* Dan *Hydrilla Verticillata*

Regression Analysis: % Penyisihan versus Kedalaman Pe, Waktu Pengam					
The regression equation is					
% Penyisihan COD H + D = 16.3 - 0.154 Kedalaman Pengambilan Sampel + 0.838 Waktu Pengambilan Sampel					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	16.303	3.738	4.36	0.001	
Kedalaman Pengambilan Sampel	-0.15447	0.05769	-2.68	0.020	1.0
Waktu Pengambilan Sampel	0.8385	0.4996	1.68	0.119	1.0
S = 5.47255 R-Sq = 45.4% R-Sq(adj) = 36.3%					

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

Pada Tabel 4.25 dapat kita ketahui :

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

$$Y = 16,3 - 0,154 X_1 + 0,838 X_2$$

Dimana :

Y = Persentase penyisihan COD

X_1 = Kedalaman pengambilan sampel

X_2 = Waktu pengambilan sampel

Tabel 4.25 dapat dilihat dari nilai VIF, yaitu sebesar 1,0. Apabila $VIF < 5$ maka tidak adanya multikolinear dalam model. Sehingga model regresi ini dikatakan sudah

tepat. Berdasarkan hasil persamaan regresi diatas Y adalah persentase penyisihan COD (%), X_1 adalah kedalaman pengambilan sampel sebesar -0,154 dan X_2 adalah waktu pengambilan sampel sebesar 0,838. Artinya setiap penambahan kedalaman sampel sedalam 30 cm akan menurunkan persentase penyisihan COD sebesar 0,154 dan setiap penambahan waktu pengambilan sampel selama 2 hari akan meningkatkan persentase penyisihan COD sebesar 0,838. Angka 16,3 % menunjukkan bahwa jika variasi kedalaman sampel dan waktu pengambilan sampel bernilai konstan (0), maka presentase penyisihan COD adalah 16,3 %.

B. Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R Square = r^2) sebesar 45,4 %. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi COD dipengaruhi oleh variasi kedalaman sampel dan waktu pengambilan sampel sedangkan sisanya 54,6% penurunan penyisihan COD dipengaruhi oleh faktor lainnya.

C. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas

o Berdasarkan nilai t

Pada Tabel 4.40 statistik t hitung output untuk variasi kedalaman pengambilan sampel sebesar -2,68, untuk waktu pengambilan sampel sebesar 1,68 dan untuk konstanta sebesar 4,36. Dari tabel diketahui nilai $t_{(0,05,12)}$ adalah 1,782. Untuk variasi kedalaman pengambilan sampel t hitung output < statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi tidak signifikan. Untuk waktu pengambilan sampel t hitung output < statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi tidak signifikan. Untuk konstanta t hitung output > statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi signifikan.

o Berdasarkan probabilitas

Terlihat bahwa pada kolom signifikan untuk variasi kedalaman pengambilan sampel sebesar 0,020, untuk waktu pengambilan sampel sebesar 0,119 dan untuk konstanta sebesar 0.001. Untuk variasi kedalaman pengambilan sampel probabilitasnya < 0,05 sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan. Untuk variasi waktu pengambilan sampel probabilitasnya > 0,05 sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak atau koefisien regresi tidak signifikan. Untuk konstanta probabilitasnya < 0,05 sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan

4.4.7 Analisis Regresi Persentase Penyisihan Deterjen Dengan Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla verticillata*.

Uji Koefisien Regresi persen penyisihan Deterjen dapat dilihat pada Tabel 4.26

Tabel 4.26. Analisis Regresi Antara % Penyisihan Deterjen Dengan Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla verticillata*

Regression Analysis: % Penyisihan versus Kedalaman Pe, Waktu Pengam						
The regression equation is						
% Penyisihan Deterjen Hydrilla = 13.5 - 0.0243 Kedalaman Pengambilan Sampel						
+ 1.12 Waktu Pengambilan Sampel						
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF	
Constant	13.482	4.723	2.85	0.015		
Kedalaman Pengambilan Sampel	-0.02427	0.07288	-0.33	0.745	1.0	
Waktu Pengambilan Sampel	1.1207	0.6311	1.78	0.101	1.0	
S = 6.91389 R-Sq = 21.4% R-Sq(adj) = 8.3%						

- Keterangan :
- S = Standar deviasi model.
 - R-Sq (R²) = Koefisien determinasi.
 - R-Sq (adj) = Koefisien determinasi yang disesuaikan.
 - T = Nilai statistik.
 - P = Nilai probabilitas
 - DF = Derajat bebas
 - SS = Variasi residual
 - MS = Mean Square
 - F = Nilai statistic Uji
 - P = Nilai probabilitas
 - VIF = Variance Inflation Factor

Pada Tabel 4.26 dapat kita ketahui :

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

$$Y = 13,5 - 0,0243 X_1 + 1,12 X_2$$

Dimana :

Y = Persentase penyisihan deterjen

X₁ = Kedalaman pengambilan sampel

X₂ = Waktu pengambilan sampel

Tabel 4.26 dapat dilihat dari nilai VIF, yaitu sebesar 1,0. Apabila VIF < 5 maka tidak adanya multikolinear dalam model. Sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat. Berdasarkan hasil persamaan regresi diatas Y adalah persentase penyisihan

deterjen (%), X_1 adalah kedalaman pengambilan sampel sebesar -0,0243 dan X_2 adalah waktu pengambilan sampel sebesar 1,12. Artinya setiap penambahan kedalaman sampel sedalam 30 cm akan menurunkan persentase penyisihan deterjen sebesar 0,0243 dan setiap penambahan waktu pengambilan sampel selama 2 hari akan meningkatkan persentase penyisihan deterjen sebesar 1,12. Angka 13,5 % menunjukkan bahwa jika variasi kedalaman sampel dan waktu pengambilan sampel bernilai konstan (0), maka persentase penyisihan deterjen adalah 13,5 %.

B. Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 21,4 %. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi deterjen dipengaruhi oleh variasi kedalaman sampel dan waktu pengambilan sampel sedangkan sisanya 78,6% penurunan penyisihan deterjen dipengaruhi oleh faktor lainnya.

C. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas

- o Berdasarkan nilai t

Pada Tabel 4.8 statistik t hitung output untuk variasi kedalaman pengambilan sampel sebesar -0,33, untuk waktu pengambilan sampel sebesar 1,78 dan untuk konstanta sebesar 2,85. Dari tabel diketahui nilai $t_{(0,05,12)}$ adalah 1,782. Untuk variasi kedalaman pengambilan sampel t hitung output < statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi tidak signifikan. Untuk waktu pengambilan sampel t hitung output < statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi tidak signifikan. Untuk konstanta t hitung output > statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi signifikan.

- o Berdasarkan probabilitas

Terlihat bahwa pada kolom signifikan untuk variasi kedalaman pengambilan sampel sebesar 0,745, untuk waktu pengambilan sampel sebesar 0,101 dan untuk konstanta sebesar 0,015. Untuk variasi kedalaman pengambilan sampel probabilitasnya > 0,05 sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak atau koefisien regresi tidak signifikan. Untuk variasi waktu pengambilan sampel probabilitasnya > 0,05 sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak atau koefisien regresi tidak signifikan. Untuk konstanta probabilitasnya < 0,05 sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan.

4.4.8 Analisis Regresi Persentase Penyisihan Deterjen Dengan Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Duckweed*.

➤ Uji Koefisien Regresi persen penyisihan Deterjen dapat dilihat pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27. Analisis Regresi Antara % Penyisihan Deterjen Dengan Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Duckweed*

Regression Analysis: % Penyisihan versus Kedalaman Pe, Waktu Pengam					
The regression equation is					
% Penyisihan Deterjen <i>Duckweed</i> = 11.4 - 0.175 Kedalaman Pengambilan Sampel					
+ 1.03 Waktu Pengambilan Sampel					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	11.431	2.857	4.00	0.002	
Kedalaman Pengambilan Sampel	-0.17510	0.04409	-3.97	0.002	1.0
Waktu Pengambilan Sampel	1.0322	0.3818	2.70	0.059	1.0
S = 4.18248 R-Sq = 65.8% R-Sq(adj) = 60.1%					

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

Pada Tabel 4.27 dapat kita ketahui :

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

$$Y = 11,4 - 0,175 X_1 + 1,03 X_2$$

Dimana :

Y = Persentase penyisihan deterjen

X_1 = Kedalaman pengambilan sampel

X_2 = Waktu pengambilan sampel

Tabel 4.27 dapat dilihat dari nilai VIF, yaitu sebesar 1,0. Apabila $VIF < 5$ maka tidak adanya multikolinear dalam model. Sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat. Berdasarkan hasil persamaan regresi diatas Y adalah persentase penyisihan

deterjen (%), X_1 adalah kedalaman pengambilan sampel sebesar -0,175 dan X_2 adalah waktu pengambilan sampel sebesar 1,03. Artinya setiap penambahan kedalaman sampel sedalam 30 cm akan menurunkan persentase penyisihan deterjen sebesar 0,175 dan setiap penambahan waktu pengambilan sampel selama 2 hari akan meningkatkan persentase penyisihan deterjen sebesar 1,03. Angka 11,4 % menunjukkan bahwa jika variasi kedalaman sampel dan waktu pengambilan sampel bernilai konstan (0), maka presentase penyisihan deterjen adalah 11,4 %.

B. Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 65,8 %. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi deterjen dipengaruhi oleh variasi kedalaman sampel dan waktu pengambilan sampel sedangkan sisanya 34,2% penurunan penyisihan deterjen dipengaruhi oleh faktor lainnya.

C. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas

- o Berdasarkan nilai t

Pada Tabel 4.42 statistik t hitung output untuk variasi kedalaman pengambilan sampel sebesar -3,97, untuk waktu pengambilan sampel sebesar 2,70 dan konstanta sebesar 4,00. Dari tabel diketahui nilai $t_{(0,05,12)}$ adalah 1,782. Untuk variasi kedalaman pengambilan sampel t hitung output < statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi tidak signifikan. Untuk waktu pengambilan sampel t hitung output > statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi signifikan. Untuk konstanta t hitung output > statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi signifikan.

- o Berdasarkan probabilitas

Terlihat bahwa pada kolom signifikan untuk variasi kedalaman pengambilan sampel sebesar 0,002, untuk waktu pengambilan sampel sebesar 0,059 dan untuk konstanta sebesar 0,002. Untuk variasi kedalaman pengambilan sampel probabilitasnya < 0,05 sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan. Untuk variasi waktu pengambilan sampel probabilitasnya > 0,05 sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak atau koefisien regresi tidak signifikan. Untuk konstanta probabilitasnya < 0,05 sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan.

4.4.9 Analisis Regresi Persentase Penyisihan Deterjen Dengan Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Duckweed* Dan *Hydrilla Verticillata*.

➤ Uji Koefisien Regresi persen penyisihan Deterjen dapat dilihat pada Tabel 4.28

Tabel 4.28. Analisis Regresi Antara % Penyisihan Deterjen Dengan Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Duckweed* Dan *Hydrilla Verticillata*

Regression Analysis: % Penyisihan versus Kedalaman Pe, Waktu Pengam					
The regression equation is					
% Penyisihan Deterjen H + D = 17.8 - 0.0518 Kedalaman Pengambilan Sampel					
+ 1.01 Waktu Pengambilan Sampel					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	17.752	6.145	2.89	0.014	
Kedalaman Pengambilan Sampel	-0.05180	0.09482	-0.55	0.595	1.0
Waktu Pengambilan Sampel	1.0057	0.8212	1.22	0.244	1.0
S = 8.99539 R-Sq = 13.0% R-Sq(adj) = 0.0%					

- Keterangan :
- S = Standar deviasi model.
 - R-Sq (R²) = Koefisien determinasi.
 - R-Sq (adj) = Koefisien determinasi yang disesuaikan.
 - T = Nilai statistik.
 - P = Nilai probabilitas
 - DF = Derajat bebas
 - SS = Variasi residual
 - MS = Mean Square
 - F = Nilai statistic Uji
 - P = Nilai probabilitas
 - VIF = Variance Inflation Factor

Pada Tabel 4.28 dapat kita ketahui :

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

$$Y = 17,8 - 0,0518 X_1 + 1,01 X_2$$

Dimana :

Y = Persentase penyisihan deterjen

X₁ = Kedalaman pengambilan sampel

X₂ = Waktu pengambilan sampel

Tabel 4.28 dapat dilihat dari nilai VIF, yaitu sebesar 1,0. Apabila VIF < 5 maka tidak adanya multikolinear dalam model. Sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat. Berdasarkan hasil persamaan regresi diatas Y adalah persentase penyisihan

deterjen (%), X_1 adalah kedalaman pengambilan sampel sebesar -0,0158 dan X_2 adalah waktu pengambilan sampel sebesar 1,01. Artinya setiap penambahan kedalaman sampel sedalam 30 cm akan menurunkan persentase penyisihan deterjen sebesar 0,0158 dan setiap penambahan waktu pengambilan sampel selama 2 hari akan meningkatkan persentase penyisihan deterjen sebesar 1,01. Angka 17,8 % menunjukkan bahwa jika variasi kedalaman sampel dan waktu pengambilan sampel bernilai konstan (0), maka presentase penyisihan deterjen adalah 17,8 %.

B. Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 13 %. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi deterjen dipengaruhi oleh variasi kedalaman sampel dan waktu pengambilan sampel sedangkan sisanya 87 % penurunan penyisihan deterjen dipengaruhi oleh faktor lainnya.

C. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas

- o Berdasarkan nilai t

Pada Tabel 4.43 statistik t hitung output untuk variasi kedalaman pengambilan sampel sebesar -0,55, untuk waktu pengambilan sampel sebesar 1,22 dan untuk konstanta sebesar 2,89. Dari tabel diketahui nilai $t_{(0,05,12)}$ adalah 1,782. Untuk variasi kedalaman pengambilan sampel t hitung output < statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi tidak signifikan. Untuk waktu pengambilan sampel t hitung output < statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi tidak signifikan. Untuk konstanta t hitung output > statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi signifikan.

- o Berdasarkan probabilitas

Terlihat bahwa pada kolom signifikan untuk variasi kedalaman pengambilan sampel sebesar 0,595, untuk waktu pengambilan sampel sebesar 0,244 dan untuk konstanta sebesar 0,014. Untuk variasi kedalaman pengambilan sampel probabilitasnya > 0,05 sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak atau koefisien regresi tidak signifikan. Untuk variasi waktu operasi probabilitasnya > 0,05 sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak atau koefisien regresi tidak signifikan. Untuk variasi waktu pengambilan sampel probabilitasnya < 0,05 sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan.

4.5 Analisis Anova

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh antara variasi kedalaman sampel dan waktu pengambilan sampel terhadap persentase penyisihan BOD, COD dan deterejen maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA. Dalam uji anova ini terdapat :

Hipotesis untuk variasi kedalaman pengambilan sampel :

H_0 : Ke - 3 rata - rata perlakuan sama.

H_1 : Ke - 3 rata - rata perlakuan tidak sama.

Hipotesis untuk variasi waktu pengambilan sampel :

H_0 : Ke - 5 rata - rata perlakuan sama.

H_1 : Ke - 5 rata - rata perlakuan tidak sama.

Pengambilan keputusan

Untuk nilai Probabilitas

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

Untuk nilai F

- Jika stasistik hitung (nilai F hitung) $>$ statistik tabel (tabel F), maka H_0 ditolak
- Jika stasistik hitung (nilai F hitung) $<$ statistik tabel (tabel F), maka H_0 diterima

4.5.1. Analisis Anova Persentase Penyisihan BOD Dengan Variasi Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata*.

- Hasil uji ANOVA dengan minitab 15, persen penyisihan BOD dapat dilihat pada Tabel 4.29 dan 4.30.

Tabel 4.29. Uji Anova % Penyisihan BOD Terhadap Variasi Kedalaman Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata*

One-way ANOVA: % Penyisihan BOD versus Kedalaman Pengambilan Sampel (cm)					
Source	DF	SS	MS	F	P
Kedalaman Pengam	2	98	49	0.11	0.900
Error	12	5510	459		
Total	14	5608			

S = 21.43 R-Sq = 1.74% R-Sq(adj) = 0.00%

Keterangan :

DF	=	Derajat Bebas	F	=	Nilai Statistik Uji
SS	=	Variasi Residual	P	=	Nilai Probabilitas
MS	=	Mean Square	Mean	=	Nilai rata-rata

Berdasarkan Tabel 2.29 nilai F hitung sebesar 0,11 dan jika dilihat dari tabel distribusi F, nilai $F_{(0.05,3,11)}$ adalah 3,59. Karena nilai F hitung lebih kecil dari nilai F tabel maka keputusannya adalah menerima hipotesis awal (H_0). Dengan nilai probabilitas 0,9 ($>0,05$), maka H_0 diterima Artinya ketiga perlakuan adalah sama.

Tabel 4.30. Uji Anova % Penyisihan BOD Terhadap waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata*

One-way ANOVA: % Penyisihan BOD versus Waktu Pengambilan Sampel (Hari)					
Source	DF	SS	MS	F	P
Waktu Pengambila	4	3967	992	6.04	0.010
Error	10	1641	164		
Total	14	5608			

S = 12.81 R-Sq = 70.74% R-Sq(adj) = 59.03%

Keterangan :

DF	=	Derajat Bebas	F	=	Nilai Statistik Uji
SS	=	Variasi Residual	P	=	Nilai Probabilitas
MS	=	Mean Square	Mean	=	Nilai rata-rata

Berdasarkan Tabel 2.30 nilai F hitung sebesar 6,04 dan jika dilihat dari tabel distribusi F, nilai $F_{(0.05,5,6)}$ adalah 4,39. Karena nilai F hitung lebih besar dari nilai F tabel maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0). Dengan nilai probabilitas 0,01 ($<0,05$), maka H_0 ditolak Artinya kelima perlakuan adalah tidak sama atau ada perbedaan.

4.5.2. Analisis Anova Persentase Penyisihan BOD Dengan Variasi Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Duckweed*.

➤ Hasil uji ANOVA dengan minitab 15, persen penyisihan BOD dapat dilihat pada Tabel 4.31 dan 4.32.

Tabel 4.31. Uji Anova % Penyisihan BOD Terhadap Variasi Kedalaman Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Duckweed*

One-way ANOVA: % Penyisihan BOD versus Kedalaman Pengambilan Sampel					
Source	DF	SS	MS	F	P
Kedalaman Pengam	2	1358	679	2.12	0.162
Error	12	3837	320		
Total	14	5195			

S = 17.88 R-Sq = 26.14% R-Sq(adj) = 13.82%

Keterangan :

DF	= Derajat Bebas	F	= Nilai Statistik Uji
SS	= Variasi Residual	P	= Nilai Probabilitas
MS	= Mean Square	Mean	= Nilai rata-rata

Berdasarkan Tabel 2.31 nilai F hitung sebesar 2,12 dan jika dilihat dari tabel distribusi F, nilai $F_{(0,05,3,11)}$ adalah 3,59. Karena nilai F hitung lebih kecil dari nilai F tabel maka keputusannya adalah menerima hipotesis awal (H_0). Dengan nilai probabilitas 0,162 ($>0,05$), maka H_0 diterima Artinya ketiga perlakuan adalah sama.

Tabel 4.32. Uji Anova % Penyisihan BOD Terhadap waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Duckweed*

One-way ANOVA: % Penyisihan BOD versus Waktu Pengambilan Sampel (Hari)					
Source	DF	SS	MS	F	P
Waktu Pengambilan Sampel	4	1789	447	1.31	0.330
Error	10	3406	341		
Total	14	5195			

S = 18.46 R-Sq = 34.43% R-Sq(adj) = 8.20%

Keterangan :

DF	= Derajat Bebas	F	= Nilai Statistik Uji
SS	= Variasi Residual	P	= Nilai Probabilitas
MS	= Mean Square	Mean	= Nilai rata-rata

Berdasarkan Tabel 2.32 nilai F hitung sebesar 1,31 dan jika dilihat dari tabel distribusi F, nilai $F_{(0,05,5,6)}$ adalah 4,39. Karena nilai F hitung lebih kecil dari nilai F tabel maka keputusannya adalah menerima hipotesis awal (H_0). Dengan nilai probabilitas 0,33 ($>0,05$), maka H_0 diterima Artinya kelima perlakuan adalah sama.

4.5.3. Analisis Anova Persentase Penyisihan BOD Dengan Variasi Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata* Dan *Duckweed*.

➤ Hasil uji ANOVA dengan minitab 15, persen penyisihan BOD dapat dilihat pada Tabel 4.33 dan 4.34.

Tabel 4.33. Uji Anova % Penyisihan BOD Terhadap Variasi Kedalaman Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata* Dan *Duckweed*

One-way ANOVA: % Penyisihan BOD versus Kedalaman Pengambilan Sampel					
Source	DF	SS	MS	F	P
Kedalaman Pengam	2	379	189	0.46	0.644
Error	12	4984	415		
Total	14	5363			

S = 20.38 R-Sq = 7.06% R-Sq(adj) = 0.00%

Keterangan :

DF	= Derajat Bebas	F	= Nilai Statistik Uji
SS	= Variasi Residual	P	= Nilai Probabilitas
MS	= Mean Square	Mean	= Nilai rata-rata

Berdasarkan Tabel 2.33 nilai F hitung sebesar 0,46 dan jika dilihat dari tabel distribusi F, nilai $F_{(0,05,3,11)}$ adalah 3,59. Karena nilai F hitung lebih kecil dari nilai F tabel maka keputusannya adalah menerima hipotesis awal (H_0). Dengan nilai probabilitas 0,644 ($>0,05$), maka H_0 diterima Artinya ketiga perlakuan adalah sama.

Tabel 4.34. Uji Anova % Penyisihan BOD Terhadap waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata* Dan *Duckweed*

One-way ANOVA: % Penyisihan BOD versus Waktu Pengambilan Sampel (Hari)					
Source	DF	SS	MS	F	P
Waktu Pengambila	4	3651	913	5.33	0.015
Error	10	1712	171		
Total	14	5363			

S = 13.08 R-Sq = 68.08% R-Sq(adj) = 55.31%

Keterangan :

DF	= Derajat Bebas	F	= Nilai Statistik Uji
SS	= Variasi Residual	P	= Nilai Probabilitas
MS	= Mean Square	Mean	= Nilai rata-rata

Berdasarkan Tabel 2.34 nilai F hitung sebesar 5,33 dan jika dilihat dari tabel distribusi F, nilai $F_{(0,05,5,6)}$ adalah 4,39. Karena nilai F hitung lebih besar dari nilai F tabel maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0). Dengan nilai probabilitas 0,015

(<0,05), maka H_0 ditolak Artinya kelima perlakuan adalah tidak sama atau ada perbedaan.

4.5.4. Analisis Anova Persentase Penyisihan COD Dengan Variasi Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata*.

➤ Hasil uji ANOVA dengan minitab 15, persen penyisihan COD dapat dilihat pada Tabel 4.35 dan 4.36.

Tabel 4.35. Uji Anova % Penyisihan COD Terhadap Variasi Kedalaman Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata*

One-way ANOVA: % Penyisihan COD versus Kedalaman Pengambilan Sampel					
Source	DF	SS	MS	F	P
Kedalaman Pengam	2	421.8	210.9	2.84	0.057
Error	12	433.0	36.1		
Total	14	854.8			

S = 6.007 R-Sq = 49.34% R-Sq(adj) = 40.90%

Keterangan :

DF	= Derajat Bebas	F	= Nilai Statistik Uji
SS	= Variasi Residual	P	= Nilai Probabilitas
MS	= Mean Square	Mean	= Nilai rata-rata

Berdasarkan Tabel 2.35 nilai F hitung sebesar 2,84 dan jika dilihat dari tabel distribusi F, nilai $F_{(0.05,3,11)}$ adalah 3,59. Karena nilai F hitung lebih kecil dari nilai F tabel maka keputusannya adalah menerima hipotesis awal (H_0). Dengan nilai probabilitas 0,057 (>0,05), maka H_0 ditolak Artinya ketiga perlakuan adalah sama atau tidak terdapat perbedaan.

Tabel 4.36. Uji Anova % Penyisihan COD Terhadap waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata*

One-way ANOVA: % Penyisihan COD versus Waktu Pengambilan Sampel (Hari)					
Source	DF	SS	MS	F	P
Waktu Pengambila	4	360.1	90.0	1.82	0.202
Error	10	494.7	49.5		
Total	14	854.8			

S = 7.034 R-Sq = 42.13% R-Sq(adj) = 18.98%

Keterangan :

DF	= Derajat Bebas	F	= Nilai Statistik Uji
SS	= Variasi Residual	P	= Nilai Probabilitas
MS	= Mean Square	Mean	= Nilai rata-rata

Berdasarkan Tabel 2.36 nilai F hitung sebesar 1,82 dan jika dilihat dari tabel distribusi F, nilai $F_{(0,05,5,6)}$ adalah 4,39. Karena nilai F hitung lebih kecil dari nilai F tabel maka keputusannya adalah menerima hipotesis awal (H_0). Dengan nilai probabilitas 0,202 ($>0,05$), maka H_0 diterima, artinya kelima perlakuan adalah sama.

4.5.5. Analisis Anova Persentase Penyisihan COD Dengan Variasi Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Duckweed*.

- Hasil uji ANOVA dengan minitab 15, persen penyisihan COD dapat dilihat pada Tabel 4.37 dan 4.38.

Tabel 4.37. Uji Anova % Penyisihan COD Terhadap Variasi Kedalaman Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Duckweed*

One-way ANOVA: % Penyisihan COD versus Kedalaman Pengambilan Sampel					
Source	DF	SS	MS	F	P
Kedalaman Pengam	2	409.7	204.9	7.20	0.009
Error	12	341.4	28.4		
Total	14	751.1			

S = 5.334 R-Sq = 54.55% R-Sq(adj) = 46.97%

Keterangan :

DF	= Derajat Bebas	F	= Nilai Statistik Uji
SS	= Variasi Residual	P	= Nilai Probabilitas
MS	= Mean Square	Mean	= Nilai rata-rata

Berdasarkan Tabel 2.37 nilai F hitung sebesar 7,20 dan jika dilihat dari tabel distribusi F, nilai $F_{(0,05,3,11)}$ adalah 3,59. Karena nilai F hitung lebih besar dari nilai F tabel maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0). Dengan nilai probabilitas 0,009 ($<0,05$), maka H_0 ditolak, artinya dari ketiga perlakuan adalah tidak sama atau terdapat perbedaan.

Tabel 4.38. Uji Anova % Penyisihan COD Terhadap waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Duckweed*

One-way ANOVA: % Penyisihan COD versus Waktu Pengambilan Sampel (Hari)					
Source	DF	SS	MS	F	P
Waktu Pengambila	4	150.5	37.6	4.63	0.045
Error	10	600.7	60.1		
Total	14	751.1			

S = 7.750 R-Sq = 20.03% R-Sq(adj) = 0.00%

Keterangan :

DF	= Derajat Bebas	F	= Nilai Statistik Uji
SS	= Variasi Residual	P	= Nilai Probabilitas
MS	= Mean Square	Mean	= Nilai rata-rata

Berdasarkan Tabel 2.38 nilai F hitung sebesar 4,63 dan jika dilihat dari tabel distribusi F, nilai $F_{(0,05,5,6)}$ adalah 4,39. Karena nilai F hitung lebih besar dari nilai F tabel maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0). Dengan nilai probabilitas 0,045 ($<0,05$), maka H_0 diterima Artinya kelima perlakuan adalah tidak sama.

4.5.6. Analisis Anova Persentase Penyisihan COD Dengan Variasi Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata* Dan *Duckweed*.

➤ Hasil uji ANOVA dengan minitab 15, persen penyisihan COD dapat dilihat pada Tabel 4.39 dan 4.40.

Tabel 4.39. Uji Anova % Penyisihan COD Terhadap Variasi Kedalaman Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata* Dan *Duckweed*

One-way ANOVA: % Penyisihan COD versus Kedalaman Pengambilan Sampel					
Source	DF	SS	MS	F	P
Kedalaman Pengam	2	325.8	162.9	5.88	0.017
Error	12	332.7	27.7		
Total	14	658.5			

S = 5.265 R-Sq = 49.48% R-Sq(adj) = 41.05%

Keterangan :

DF	= Derajat Bebas	F	= Nilai Statistik Uji
SS	= Variasi Residual	P	= Nilai Probabilitas
MS	= Mean Square	Mean	= Nilai rata-rata

Berdasarkan Tabel 2.39 nilai F hitung sebesar 5,88 dan jika dilihat dari tabel distribusi F, nilai $F_{(0,05,3,11)}$ adalah 3,59. Karena nilai F hitung lebih besar dari nilai F tabel maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0). Dengan nilai probabilitas 0,017 ($<0,05$), maka H_0 ditolak, artinya ketiga perlakuan adalah tidak sama atau terdapat perbedaan.

Tabel 4.40. Uji Anova % Penyisihan COD Terhadap waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata* Dan *Duckweed*

One-way ANOVA: % Penyisihan COD versus Waktu Pengambilan Sampel (Hari)					
Source	DF	SS	MS	F	P
Waktu Pengambila	4	142.2	35.5	0.69	0.616
Error	10	516.3	51.6		
Total	14	658.5			

S = 7.186 R-Sq = 21.59% R-Sq(adj) = 0.00%

Keterangan :

DF	= Derajat Bebas	F	= Nilai Statistik Uji
SS	= Variasi Residual	P	= Nilai Probabilitas
MS	= Mean Square	Mean	= Nilai rata-rata

Berdasarkan Tabel 2.40 nilai F hitung sebesar 0,69 dan jika dilihat dari tabel distribusi F, nilai $F_{(0,05,5,6)}$ adalah 4,39. Karena nilai F hitung lebih kecil dari nilai F tabel maka keputusannya adalah menerima hipotesis awal (H_0). Dengan nilai probabilitas 0,616 ($>0,05$), maka H_0 diterima, artinya kelima perlakuan adalah sama.

4.5.6. Analisis Anova Persentase Penyisihan Deterjen Dengan Variasi Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata*.

- Hasil uji ANOVA dengan minitab 15, persen penyisihan Deterjen dapat dilihat pada Tabel 4.41 dan 4.42.

Tabel 4.41. Uji Anova % Penyisihan Deterjen Terhadap Variasi Kedalaman Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata*

One-way ANOVA: % Penyisihan Deterjen versus Kedalaman Pengambilan Sampel					
Source	DF	SS	MS	F	P
Kedalaman Pengam	2	411.1	205.6	7.75	0.007
Error	12	318.5	26.5		
Total	14	729.6			

S = 5.152 R-Sq = 56.35% R-Sq(adj) = 49.07%

Keterangan :

DF	= Derajat Bebas	F	= Nilai Statistik Uji
SS	= Variasi Residual	P	= Nilai Probabilitas
MS	= Mean Square	Mean	= Nilai rata-rata

Berdasarkan Tabel 2.41 nilai F hitung sebesar 7,75 dan jika dilihat dari tabel distribusi F, nilai $F_{(0,05,3,11)}$ adalah 3,59. Karena nilai F hitung lebih besar dari nilai F tabel maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0). Dengan nilai probabilitas 0,007 ($<0,05$), maka H_0 ditolak Artinya ketiga perlakuan adalah tidak sama atau terdapat perbedaan.

Tabel 4.42. Uji Anova % Penyisihan Deterjen Terhadap waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata*

One-way ANOVA: % Penyisihan Deterjen versus Waktu Pengambilan Sampel (Hari)					
Source	DF	SS	MS	F	P
Waktu Pengambilan	4	244.2	61.1	1.26	0.348
Error	10	485.4	48.5		
Total	14	729.6			

S = 6.967 R-Sq = 33.47% R-Sq(adj) = 6.86%

Keterangan :

DF	= Derajat Bebas	F	= Nilai Statistik Uji
SS	= Variasi Residual	P	= Nilai Probabilitas
MS	= Mean Square	Mean	= Nilai rata-rata

Berdasarkan Tabel 2.42 nilai F hitung sebesar 1,89 dan jika dilihat dari tabel distribusi F, nilai $F_{(0,05,5,6)}$ adalah 4,39. Karena nilai F hitung lebih kecil dari nilai F tabel maka

keputusannya adalah menerima hipotesis awal (H_0). Dengan nilai probabilitas 0,348 ($>0,05$), maka H_0 diterima, artinya kelima perlakuan adalah sama.

4.5.7. Analisis Anova Persentase Penyisihan Deterjen Dengan Variasi Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Duckweed*.

➤ Hasil uji ANOVA dengan minitab 15, persen penyisihan Deterjen dapat dilihat pada Tabel 4.43 dan 4.44.

Tabel 4.43. Uji Anova % Penyisihan Deterjen Terhadap Variasi Kedalaman Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Duckweed*

One-way ANOVA: % Penyisihan Deterjen versus Kedalaman Pengambilan Sampel					
Source	DF	SS	MS	F	P
Kedalaman Pengam	2	367.0	183.5	8.93	0.004
Error	12	246.7	20.6		
Total	14	613.7			

S = 4.534 R-Sq = 59.80% R-Sq(adj) = 53.10%

Keterangan :
 DF = Derajat Bebas F = Nilai Statistik Uji
 SS = Variasi Residual P = Nilai Probabilitas
 MS = Mean Square Mean = Nilai rata-rata

Berdasarkan Tabel 2.43 nilai F hitung sebesar 8,93 dan jika dilihat dari tabel distribusi F, nilai $F_{(0.05,3,11)}$ adalah 3,59. Karena nilai F hitung lebih besar dari nilai F tabel maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0). Dengan nilai probabilitas 0,004 ($<0,05$), maka H_0 ditolak, artinya dari ketiga perlakuan adalah tidak sama atau terdapat perbedaan.

Tabel 4.44. Uji Anova % Penyisihan Deterjen Terhadap waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Duckweed*

One-way ANOVA: % Penyisihan Deterjen versus Waktu Pengambilan Sampel (Hari)					
Source	DF	SS	MS	F	P
Waktu Pengamb;an	4	142.8	35.7	0.76	0.575
Error	10	470.9	47.1		
Total	14	613.7			

S = 6.862 R-Sq = 23.27% R-Sq(adj) = 0.00%

Keterangan :

DF	= Derajat Bebas	F	= Nilai Statistik Uji
SS	= Variasi Residual	P	= Nilai Probabilitas
MS	= Mean Square	Mean	= Nilai rata-rata

Berdasarkan Tabel 2.44 nilai F hitung sebesar 0,76 dan jika dilihat dari tabel distribusi F, nilai $F_{(0,05,5,6)}$ adalah 4,39. Karena nilai F hitung lebih kecil dari nilai F tabel maka keputusannya adalah menerima hipotesis awal (H_0). Dengan nilai probabilitas 0,575 ($>0,05$), maka H_0 diterima Artinya kelima perlakuan adalah sama.

4.5.8. Analisis Anova Persentase Penyisihan Deterjen Dengan Variasi Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata* Dan *Duckweed*.

➤ Hasil uji ANOVA dengan minitab 15, persen penyisihan Deterjen dapat dilihat pada Tabel 4.45 dan 4.46.

Tabel 4.45. Uji Anova % Penyisihan Deterjen Terhadap Variasi Kedalaman Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata* Dan *Duckweed*

One-way ANOVA: % Penyisihan Deterjen versus Kedalaman Pengambilan Sampel					
Source	DF	SS	MS	F	P
Kedalaman Pengam	2	299.6	149.8	2.20	0.153
Error	12	816.9	68.1		
Total	14	1116.5			

S = 8.251 R-Sq = 26.83% R-Sq(adj) = 14.64%

Keterangan :

DF	= Derajat Bebas	F	= Nilai Statistik Uji
SS	= Variasi Residual	P	= Nilai Probabilitas
MS	= Mean Square	Mean	= Nilai rata-rata

Berdasarkan Tabel 2.45 nilai F hitung sebesar 2,20 dan jika dilihat dari tabel distribusi F, nilai $F_{(0,05,3,11)}$ adalah 3,59. Karena nilai F hitung lebih kecil dari nilai F tabel maka keputusannya adalah menerima hipotesis awal (H_0). Dengan nilai probabilitas 0,153 ($>0,05$), maka H_0 diterima, artinya ketiga perlakuan adalah sama.

Tabel 4.46. Uji Anova % Penyisihan Deterjen Terhadap waktu Pengambilan Sampel Pada Reaktor Dengan Tanaman *Hydrilla Verticillata* Dan *Duckweed*

One-way ANOVA: % Penyisihan Deterjen versus Waktu Pengambilan Sampel (Hari)					
Source	DF	SS	MS	F	P
Waktu Pengambilan	4	504.3	126.1	2.06	0.161
Error	10	612.2	61.2		
Total	14	1116.5			

S = 7.824 R-Sq = 45.17% R-Sq(adj) = 23.24%

Keterangan :

- | | | | |
|----|--------------------|------|-----------------------|
| DF | = Derajat Bebas | F | = Nilai Statistik Uji |
| SS | = Variasi Residual | P | = Nilai Probabilitas |
| MS | = Mean Square | Mean | = Nilai rata-rata |

Berdasarkan Tabel 2.46 nilai F hitung sebesar 2,06 dan jika dilihat dari tabel distribusi F, nilai $F_{(0,05,5,6)}$ adalah 4,39. Karena nilai F hitung lebih kecil dari nilai F tabel maka keputusannya adalah menerima hipotesis awal (H_0). Dengan nilai probabilitas 0,161 ($>0,05$), maka H_0 ditolak, artinya kelima perlakuan adalah tidak sama atau terdapat perbedaan.

4.6 Pembahasan

4.6.1 Pengaruh Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Jenis Tanaman Terhadap Persentase Penyisihan BOD

Hasil analisa statistik pada reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata*, untuk analisa regresi menunjukkan tidak adanya model multikolinear dengan koefisien regresi antara kedalaman pengambilan sampel terhadap persen penyisihan BOD tidak signifikan. Selain itu uji korelasi menunjukkan pengaruh kedalaman pengambilan sampel terhadap persen penyisihan konsentrasi BOD adalah tidak signifikan. Uji anova menunjukkan variasi kedalaman pengambilan sampel terhadap persentase penyisihan BOD adalah sama tidak mempunyai range yang cukup untuk membedakan persentase penyisihan BOD dari kedalaman 0 cm ke kedalaman 60 cm. Gambaran hasil analisa statistik diatas menunjukkan bahwa terjadi fluktuasi persen penyisihan BOD di antara level ketinggian pengambilan sampel. Pada pengambilan sampel dari 0 cm - 30, terjadi peningkatan persen penyisihan BOD, sedangkan pada pengambilan sampel dari 30 cm – 60 cm terjadi penurunan persen penyisihan BOD. Terjadinya fluktuasi menyebabkan perbedaan persentase penyisihan BOD kedalaman 0 cm sampai kedalaman 60 cm tidak terlalu besar. Tanaman air pada constructed wetland berperan sebagai penyedia oksigen bagi proses penguraian zat pencemar, media tumbuh dan berkembangnya mikroorganisme serta melakukan penyerapan nutrient dan bahan - bahan pencemar lainnya (Puspita, L *et al.*, 2005). Karakteristik tanaman *hydrilla verticillata* sebagai tumbuhan melayang dengan bagian tanaman seluruhnya tenggelam di dalam air menyebabkan aktivitas mikroorganisme dalam mendegradasi bahan organik terjadi pada kedalaman air di 30 cm, karena mikroorganisme tersebut terlekat di bagian permukaan tanaman *hydrilla verticillata* yang berada di dalam air. Penyerapan bahan organik yang terkandung pada air limbah sebagai nutrient oleh tanaman juga lebih besar terjadi di kedalaman air 30 cm, karena penyerapan nutrient pada tanaman *hydrilla verticillata* dilakukan oleh sistem perakarannya yang berada di dalam air. Oksigen yang disediakan oleh tanaman *hydrilla verticillata* melalui sistem perakarannya ditransfer di dalam air, sehingga menciptakan zona aerobik di kedalaman air 30 cm. Terjadinya penurunan persen penyisihan konsentrasi BOD pada kedalaman 30 cm – 60 cm kemungkinan disebabkan

ketersediaan oksigen yang terbatas pada kedalaman 60 cm, karena semakin dalam air limbah maka jumlah oksigen semakin berkurang.

Hasil analisa statistik pada reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *duckweed*, untuk uji anova menunjukkan variasi kedalaman pengambilan sampel terhadap persentase penyisihan BOD adalah sama atau tidak adanya perbedaan pada ketiga perlakuan variasi kedalaman sampel. Tidak adanya perbedaan ini menunjukkan bahwa variasi pengambilan sampel tidak mempunyai range yang cukup untuk membedakan persentase penyisihan BOD dari kedalaman 0 cm sampai kedalaman 60 cm. Selain itu uji korelasi menunjukkan pengaruh kedalaman pengambilan sampel terhadap persen penyisihan konsentrasi BOD adalah tidak signifikan dan nilai negatif pada hubungan kedalaman pengambilan sampel terhadap persen penyisihan BOD menunjukkan hubungan yang tidak searah. Hasil analisa regresi menunjukkan tidak adanya model multikolinear dengan nilai koefisien regresi negatif dengan koefisien regresi antara kedalaman pengambilan sampel terhadap persen penyisihan BOD tidak signifikan. Hasil analisis uji statistik diatas dapat diketahui bahwa terjadi penurunan persentase penyisihan BOD seiring dengan bertambahnya kedalaman pengambilan sampel. Gambaran hasil analisa statistik diatas menunjukkan bahwa untuk reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *duckweed*, terjadi penurunan persen penyisihan BOD di setiap level ketinggian pengambilan sampel. Tanaman air pada constructed wetland berperan sebagai penyedia oksigen bagi proses penguraian zat pencemar, media tumbuh dan berkembangnya mikroorganisme serta melakukan penyerapan nutrient dan bahan - bahan pencemar lainnya (Puspita, L *et al.*, 2005) Karakteristik tanaman *duckweed* sebagai tumbuhan terapung dengan bagian tanaman mengapung di permukaan air menyebabkan aktivitas mikroorganisme dalam mendegradasi bahan organik terjadi pada kedalaman air di 0 cm, karena mikroorganisme tersebut terlekat di bagian perakaran *duckweed* yang menggantung di bawah permukaan air. Penyerapan bahan organik yang terkandung pada air limbah sebagai nutrient oleh tanaman juga lebih besar terjadi di kedalaman air 0 cm, karena penyerapan nutrient pada tanaman *duckweed* dilakukan oleh sistem perakarannya yang berada di dalam air. Oksigen yang disediakan oleh tanaman *duckweed* melalui sistem perakarannya ditransfer di dalam air, sehingga menciptakan zona aerobik di kedalaman air 0 cm. Terjadinya penurunan

persen penyisihan konsentrasi BOD pada kedalaman 30 cm – 60 cm kemungkinan disebabkan ketersediaan oksigen yang terbatas pada kedalaman 60 cm, karena semakin dalam air limbah maka jumlah oksigen semakin berkurang. Sifat morfologi tanaman *duckweed* yang kecil dengan akar tanaman yang pendek menyebabkan efektifitas dari tanaman ini juga tidak terlalu besar, sehingga perbedaan persentase penyisihan BOD di setiap level ketinggian pengambilan sampel tidak terlalu besar.

Hasil analisa statistik pada reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed*, hasil analisa regresi menunjukkan tidak adanya model multikolinear dengan koefisien regresi antara kedalaman pengambilan sampel terhadap persen penyisihan BOD tidak signifikan. Selain itu uji korelasi menunjukkan pengaruh kedalaman pengambilan sampel terhadap persen penyisihan konsentrasi BOD adalah tidak signifikan. Uji anova menunjukkan variasi kedalaman pengambilan sampel terhadap persentase penyisihan BOD adalah sama atau tidak mempunyai range yang cukup untuk membedakan persentase penyisihan BOD dari kedalaman 0 cm ke kedalaman 60 cm. Gambaran hasil analisa statistik diatas menunjukkan bahwa untuk reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed*, terjadi penurunan persen penyisihan BOD di setiap level ketinggian pengambilan sampel. Pada pengambilan sampel dari kedalaman 0 cm sampai 60, terjadi penurunan persen penyisihan BOD. Oksigen merupakan elemen penting dalam transformasi bahan organik dan senyawa pencemar lainnya melalui proses biokimia, tersedianya oksigen pada sistem wetland dikarenakan fotosintesis yang dilakukan oleh tanaman (Oppelt, E, T, 2000). Tanaman berfungsi menghasilkan oksigen yang dihasilkan dari sistem akar ke dalam air di sekitarnya sehingga mendukung mikroorganisme yang mencerna dan mengkonsumsi nutrisi dan padatan dalam aliran air limbah (Hondulas, J, L. 1994). Karakteristik *duckweed* sebagai tumbuhan terapung menghalangi masuknya sinar matahari kedalam air limbah, hal ini berpengaruh terhadap proses fotosintesi tumbuhan *hydrilla verticillata*, mengakibatkan terbatasnya oksigen yang dihasilkan sehingga mempengaruhi efektifitas tanaman *hydrilla verticillata* dalam mendegradasi bahan organik. Karakteristik *duckweed* sebagai tumbuhan terapung yang mempengaruhi efektifitas tanaman *hydrilla verticillata* dalam mendegradasi bahan organik mengakibatkan perbedaan persentase penyisihan BOD di setiap level

ketinggian pengambilan sampel tidak terlalu besar, sehingga tidak mempunyai range yang cukup untuk membedakan persentase penyisihan BOD pada setiap level ketinggian pengambilan sampel.

Constructed wetland memiliki kemampuan yang cukup tinggi dalam menghilangkan bahan pencemar, kemampuan penyisihan BOD oleh suatu *constructed wetland* berkisar antara 80 % – 95 % (Puspita, L *et al.*, 2005), jika dibandingkan dengan kemampuan penyisihan BOD pada penelitian ini, maka kemampuan penyisihan BOD oleh *hydroponik wetland* sangat kecil, yakni berkisar antara 9,46 % - 75,61 %. Hal ini disebabkan sistem aliran yang digunakan pada *hydroponik wetland* di penelitian ini menggunakan sistem aliran *batch*. Dibandingkan dengan sistem aliran kontinyu, sistem aliran *batch* tidak terjadi aliran air limbah yang masuk ke dalam reaktor selama waktu operasi, sehingga tidak adanya penambahan nutrisi. Nutrien diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan oleh tanaman maupun mikroorganisme, tanaman yang digunakan pada sistem *wetland* memerlukan nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangannya (Metcalf dan Eddy, 1991) sedangkan mikroorganisme memerlukan nutrisi sebagai sumber energi dan akseptor elektron untuk elektron yang dilepaskan selama reaksi biokimia (Slamet, A dan Masduqi, A, 2000). Sistem aliran kontinyu juga berpengaruh terhadap ketersediaan oksigen di dalam air limbah, karena aliran air pada sistem kontinyu menyebabkan terjadinya kontak antara air dan udara sehingga terjadi peningkatan kadar oksigen.

4.6.2 Pengaruh Waktu Pengambilan Sampel Dan Jenis Tanaman Terhadap Persentase Penyisihan BOD.

Berdasarkan hasil analisa statistik pada reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata* serta pada reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed*, hasil analisa regresi menunjukkan koefisien regresi antara waktu pengambilan sampel terhadap persen penyisihan BOD signifikan. Selain itu uji korelasi menunjukkan pengaruh waktu pengambilan sampel terhadap persen penyisihan konsentrasi BOD adalah signifikan. Uji anova menunjukkan variasi waktu pengambilan sampel terhadap persentase penyisihan BOD adalah tidak sama atau adanya perbedaan pada kelima perlakuan variasi waktu pengambilan sampel. Pada

reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *duckweed* hasil analisa regresi menunjukkan koefisien regresi antara waktu pengambilan sampel terhadap persen penyisihan BOD tidak signifikan. Selain itu uji korelasi menunjukkan pengaruh waktu pengambilan sampel terhadap persen penyisihan konsentrasi BOD adalah tidak signifikan. Uji anova menunjukkan variasi waktu pengambilan sampel terhadap persentase penyisihan BOD adalah sama atau tidak adanya perbedaan pada kelima perlakuan variasi waktu pengambilan sampel. Terdapatnya perbedaan hasil statistik antara reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *duckweed* dibandingkan dengan reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata* serta reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* disebabkan perbedaan struktur morfologis dari kedua tanaman sehingga berpengaruh terhadap efektifitas tanaman dalam menurunkan konsentrasi BOD. Tanaman *duckweed* dengan akar yang menggantung di permukaan air memiliki efektifitas yang lebih kecil dibandingkan tanaman *hydrilla verticillata* dengan seluruh bagian tanaman berada di dalam air dan akar yang lebih panjang. Selain menggunakan akarnya tanaman *hydrilla verticillata* menggunakan daunnya untuk menyerap nutrient yang diperoleh dalam air limbah, sehingga efektifitas penurunan BOD oleh tanaman *hydrilla verticillata* lebih besar dari pada tanaman *duckweed*.

Berdasarkan Tabel 4.2 dan Gambar 4.1 untuk reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata*, terjadi peningkatan konsentrasi BOD dan penurunan persentase penyisihan BOD pada waktu pengambilan sampel setelah hari ke delapan. Berdasarkan Tabel 4.3 dan Gambar 4.2 untuk reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *duckweed*, terjadi peningkatan konsentrasi BOD dan penurunan persentase penyisihan BOD pada waktu pengambilan sampel setelah hari ke delapan dan hari ke enam. Berdasarkan Tabel 4.4. dan Gambar 4.3 untuk reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed*, terjadi peningkatan konsentrasi BOD dan penurunan persentase penyisihan BOD pada waktu pengambilan sampel setelah hari ke enam. Mengingat percobaan dilakukan dengan sistem curah (*bacth*), maka dalam bak reaktor tidak ada penambahan nutrient baru yang dapat mendukung kehidupan mikroorganisme dan tanaman. Setelah hari ke enam dan ke delapan waktu pengambilan sampel pertumbuhan mikroorganisme telah mencapai titik

optimal terhadap ketersediaan nutrient. Kondisi ini menyebabkan terjadi keseimbangan antara pertumbuhan dan kematian mikroorganisme / bakteri atau sering disebut sebagai *Stationary Phase*. Bagian tanaman yang mati akan menambah jumlah bahan organik di dalam air dan meningkatkan jumlah bakteri aerob sehingga menurunkan jumlah oksigen terlarut (sastrawijaya, 2009), dimana setelah hari ke delapan tanaman uji yang digunakan pada penelitian kondisinya menurun. Penurunan kondisi tanaman setelah waktu pengambilan sampel hari ke enam dan ke delapan kemungkinan juga dipengaruhi oleh faktor suhu dan pH pada air limbah. Tanaman *duckweed* mempunyai suhu optimal untuk tumbuh yakni pada 30° C sedangkan pH optimal untuk *duckweed* merupakan 6,5 – 7,5 (Leng, R, A, 1999). Suhu optimal untuk tanaman *hydrilla verticillata* yakni 20° – 24° C sedangkan pH optimalnya 7 ([www.sms.si.edu/irlspec/hydrilla_verticillata .htm](http://www.sms.si.edu/irlspec/hydrilla_verticillata.htm)). Hasil pengamatan suhu air limbah selama sepuluh hari waktu operasi yakni 24° C sedangkan pH berkisar antara 8 – 9. Akibat suhu dan pH yang tidak sesuai untuk pertumbuhan optimal *hydrilla verticillata* dan *duckweed*, maka kedua tanaman yang digunakan kondisinya menurun pada waktu pengambilan sampel setelah hari ke enam dan kedelapan.

Reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *duckweed* pada waktu pengambilan sampel setelah hari ke empat, terjadi peningkatan konsentrasi BOD dan penurunan persentase penyisihan BOD, namun pada waktu pengambilan sampel setelah hari ke enam terjadi penurunan konsentrasi BOD dan peningkatan persentase penyisihan BOD. Kenaikan konsentrasi BOD pada waktu pengambilan sampel setelah hari ke empat kemungkinan dipengaruhi oleh pH air yang berubah menjadi 9, Slamet, A dan Masduqi, A (1999) menyatakan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan biomassa di dalam suatu kultur mikroorganisme adalah lingkungan fisik – kimia, dalam air limbah pH merupakan suatu ukuran kimia, sehingga mempengaruhi mekanisme mikroorganisme yang terlekat pada tanaman dan menyebabkan terjadinya peningkatan konsentrasi BOD setelah pengambilan sampel hari ke 4. Penurunan kembali konsentrasi BOD pada waktu pengambilan sampel setelah hari ke 8 diduga karena pH air berubah kembali menjadi pH awal yakni 8, sehingga mekanisme mikroorganisme kembali normal.

Reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata*, *duckweed* maupun dengan perlakuan tananaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed*, terjadi penurunan konsentrasi BOD dan peningkatan persentase penyisihan BOD sampai dengan hari ke sepuluh waktu pengambilan sampel. Hal ini disebabkan karena pada permukaan air limbah terjadi proses volatilisasi, volatilisasi merupakan proses pelepasan suatu senyawa dari permukaan cairan ke atmosphere (USDA, 2002). Volatilisasi juga bertanggung jawab terhadap pengurangan bahan organik, dalam reaksinya bahan organik terlepas ke udara (Oppelt, 2000). Selain itu pada permukaan air limbah juga terjadi transfer oksigen, wetland dapat teraerasi melalui transfer oksigen yang berasal dari atmosfer udara di sekitar permukaan air (EPA, 1999).

Dari hasil analisis uji statistik dapat diketahui bahwa terjadi penurunan persentase penyisihan BOD seiring dengan bertambahnya waktu pengambilan sampel. Semakin lama waktu kontak antara tanaman dengan air limbah maka semakin besar pula kesempatan tanaman dalam menurunkan persentase penyisihan BOD, hal ini dapat dilihat pada hasil analisa deskriptif untuk reaktor air limbah pada masing-masing perlakuan dengan tanaman yang berbeda, diketahui bahwa seiring dengan penambahan waktu pengambilan sampel yakni dari hari ke dua sampai dengan hari ke enam dan ke delapan, terjadi peningkatan persentase penyisihan air limbah.

Berdasarkan Keputusan Gubernur Jawa Timur No: 45 Tahun 2002 tentang Standar Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau Kegiatan Usaha Lainnya di Jawa Timur pada Lampiran II untuk golongan II dimana parameter BOD sebesar 50 mg/l. Jika dibandingkan dengan hasil analisis konsentrasi penyisihan BOD terendah pada reaktor *hidroponik wetland* dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata* sebesar 61,4 mg/l yang terjadi pada kedalaman 30 cm hari kedelapan, reaktor *hidroponik wetland* dengan perlakuan tanaman *duckweed* sebesar 69,9 mg/l pada kedalaman 0 cm pada hari ke sepuluh dan pada reaktor *hidroponik wetland* dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* sebesar 61,4 mg/l pada kedalaman 0 cm pada hari ke sepuluh, maka hasil pengolahan limbah *laundry* belum memenuhi standar baku mutu limbah cair. Sehingga pengolahan ini tidak dapat dijadikan sebagai teknologi alternatif dalam pengolahan limbah cair.

4.6.3 Pengaruh Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Jenis Tanaman Terhadap Persentase Penyisihan COD.

Hasil analisa statistik pada reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata*, untuk analisa regresi menunjukkan tidak adanya model multikolinear dengan koefesien regresi antara kedalaman pengambilan sampel terhadap persen penyisihan COD tidak signifikan. Selain itu uji korelasi menunjukkan pengaruh kedalaman pengambilan sampel terhadap persen penyisihan konsentrasi COD adalah tidak signifikan. Uji anova menunjukkan variasi kedalaman pengambilan sampel terhadap persentase penyisihan COD adalah sama atau tidak mempunyai range yang cukup untuk membedakan persentase penyisihan COD dari kedalaman 0 cm ke kedalaman 60 cm. Hasil statistik diatas menunjukkan pada ketinggian pengambilan sampel yang terendah hingga yang terdalam, perbedaan persentase penyisihan COD tidak terlalu besar. Gambaran hasil analisa statistik diatas menunjukkan bahwa untuk reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata*, terjadi fluktuasi persen penyisihan COD di antara level ketinggian pengambilan sampel. Pada pengambilan sampel dari 0 cm – 30 cm, terjadi peningkatan persen penyisihan COD, sedangkan pada pengambilan dari 30 cm – 60 cm terjadi penurunan persen penyisihan COD. Terjadinya fluktuasi menyebabkan perbedaan persentase penyisihan COD kedalaman 0 cm sampai kedalaman 60 cm tidak terlalu besar. Tanaman air pada *constructed wetland* berperan sebagai penyedia oksigen bagi proses penguraian zat pencemar, media tumbuh dan berkembangnya mikroorganisme serta melakukan penyerapan nutrient dan bahan - bahan pencemar lainnya (Puspita, L *et al.*, 2005). Karakteristik tanaman *hydrilla verticillata* sebagai tumbuhan melayang dengan bagian tanaman seluruhnya tenggelam di dalam air menyebabkan aktivitas mikroorganisme dalam mendegradasi bahan organik terjadi pada kedalaman air di 30 cm, karena mikroorganisme tersebut terlekat di bagian permukaan tanaman *hydrilla verticillata* yang berada di dalam air. Penyerapan bahan organik yang terkandung pada air limbah sebagai nutrient oleh tanaman juga lebih besar terjadi di kedalaman air 30 cm, karena penyerapan nutrient pada tanaman *hydrilla verticillata* dilakukan oleh sistem perakarannya yang berada di dalam air. Oksigen yang disediakan oleh tanaman

hydrilla verticillata melalui sistem perakarannya ditransfer di dalam air, sehingga menciptakan zona aerobik di kedalaman air 30 cm. Terjadinya penurunan persen penyisihan konsentrasi COD pada kedalaman 30 cm – 60 cm kemungkinan disebabkan ketersediaan oksigen yang terbatas pada kedalaman 60 cm, karena semakin dalam air limbah maka jumlah oksigen semakin berkurang.

Hasil analisa statistik pada reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *duckweed*, untuk uji anova menunjukkan variasi kedalaman pengambilan sampel terhadap persentase penyisihan COD adalah tidak sama atau mempunyai range yang cukup untuk membedakan persentase penyisihan COD dari kedalaman 0 cm sampai kedalaman 60 cm. Selain itu uji korelasi menunjukkan pengaruh kedalaman pengambilan sampel terhadap persen penyisihan konsentrasi COD adalah signifikan dan nilai negatif pada hubungan kedalaman pengambilan sampel terhadap persen penyisihan COD menunjukkan hubungan yang tidak searah. Hasil analisa regresi menunjukkan tidak adanya model multikolinear dengan nilai koefisien regresi negatif dengan koefisien regresi antara kedalaman pengambilan sampel terhadap persen penyisihan COD signifikan. Hasil analisis uji statistik diatas dapat diketahui bahwa terjadi penurunan persentase penyisihan COD seiring dengan bertambahnya kedalaman pengambilan sampel. Tanaman air pada *constructed wetland* berperan sebagai penyedia oksigen bagi proses penguraian zat pencemar, media tumbuh dan berkembangnya mikroorganisme serta melakukan penyerapan nutrient dan bahan - bahan pencemar lainnya (Puspita, L *et al.*, 2005) Karakteristik tanaman *duckweed* sebagai tumbuhan terapung dengan bagian tanaman mengapung di permukaan air menyebabkan aktivitas mikroorganisme dalam mendegradasi bahan organik terjadi pada kedalaman air di 0 cm, karena mikroorganisme tersebut terlekat di bagian perakaran *duckweed* yang menggantung di bawah permukaan air. Penyerapan bahan organik yang terkandung pada air limbah sebagai nutrient oleh tanaman juga lebih besar terjadi di kedalaman air 0 cm, karena penyerapan nutrient pada tanaman *duckweed* dilakukan oleh sistem perakarannya yang berada di dalam air. Oksigen yang disediakan oleh tanaman *duckweed* melalui sistem perakarannya ditransfer di dalam air, sehingga menciptakan zona aerobik di kedalaman air 0 cm. Terjadinya penurunan persen penyisihan konsentrasi COD pada kedalaman 30 cm – 60 cm kemungkinan

disebabkan ketersediaan oksigen yang terbatas pada kedalaman 60 cm, karena semakin dalam air limbah maka jumlah oksigen semakin berkurang.

Hasil analisa statistik pada reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata*, untuk analisa regresi menunjukkan tidak adanya model multikolinear dengan koefisien regresi antara kedalaman pengambilan sampel terhadap persen penyisihan BOD signifikan. Selain itu uji korelasi menunjukkan pengaruh kedalaman pengambilan sampel terhadap persen penyisihan konsentrasi BOD adalah signifikan. Uji anova menunjukkan variasi kedalaman pengambilan sampel terhadap persentase penyisihan BOD adalah tidak sama atau mempunyai range yang cukup untuk membedakan persentase penyisihan BOD dari kedalaman 0 cm ke kedalaman 60 cm. Gambaran hasil analisa statistik menunjukkan bahwa untuk reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed*, terjadi penurunan persen penyisihan COD di setiap level ketinggian pengambilan sampel. Pada pengambilan sampel dari kedalaman 0 cm - 30, terjadi peningkatan persen penyisihan COD dan pada pengambilan sampel dari kedalaman 30 cm - 60, terjadi penurunan persen penyisihan COD. Reaktor dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed*, hal ini disebabkan oleh perbedaan karakteristik kedua tanaman yang digunakan, dimana *duckweed* tanaman yang terapung di permukaan air limbah dengan akar kecil yang menggantung di permukaan air limbah sedangkan *hydrilla verticillata* merupakan tanaman melayang, tanaman melayang memberikan lebih banyak oksigen terlarut karena fotosintesis yang lebih besar dan aerasi permukaan (Oppelt, 1999) sehingga terjadi peningkatan persen penyisihan COD dari kedalaman 0 cm - 30 cm. Terjadinya penurunan persen penyisihan konsentrasi COD pada kedalaman 30 cm – 60 cm kemungkinan disebabkan ketersediaan oksigen yang terbatas pada kedalaman 60 cm, karena semakin dalam air limbah maka jumlah oksigen semakin berkurang.

Constructed wetland memiliki kemampuan yang cukup tinggi dalam menghilangkan bahan pencemar, kemampuan penyisihan COD oleh suatu *constructed wetland* berkisar antara 73 % – 97 % (Puspita, L *et al.*, 2005), jika dibandingkan dengan kemampuan penyisihan COD pada penelitian ini, maka kemampuan penyisihan COD oleh *hydroponik wetland* sangat kecil, yakni berkisar antara 5,66 % - 29,32 %. Hal ini disebabkan sistem aliran yang digunakan pada *hydronik wetland* di penelitian

ini menggunakan sistem aliran *batch*. Dibandingkan dengan sistem aliran kontinyu, sistem aliran *batch* tidak terjadi aliran air limbah yang masuk ke dalam reaktor selama waktu operasi, sehingga tidak adanya penambahan nutrient. Nutrient diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan oleh tanaman maupun mikroorganisme, tanaman yang digunakan pada sistem *wetland* memerlukan nutrient untuk pertumbuhan dan perkembangannya (Metcalf dan Eddy, 1991) sedangkan mikroorganisme memerlukan nutrient sebagai sumber energi dan akseptor elektron untuk elektron yang dilepaskan selama reaksi biokimia (Slamet, A dan Masduqi, A, 2000).

Perbandingan antara penyisihan COD dan BOD pada reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata*, dengan perlakuan tanaman *duckweed* dan reaktor air limbah dengan perlakuan *hydrilla verticillata* dan *duckweed* menunjukkan bahwa penyisihan COD lebih kecil bila dibandingkan dengan penyisihan BOD. Hal ini disebabkan karena penyisihan COD tidak dapat membedakan antara zat-zat yang sebenarnya tidak teroksidasi (inert) dan zat-zat yang teroksidasi secara biologis. COD hanya merupakan suatu analisa yang menggunakan suatu reaksi oksidasi kimia yang menirukan oksidasi biologis (yang sebenarnya terjadi di alam), sehingga merupakan suatu pendekatan saja (Alaerts dan Santika, 1987). Sistem aliran kontinyu juga berpengaruh terhadap ketersediaan oksigen di dalam air limbah, karena aliran air pada sistem kontinyu menyebabkan terjadinya kontak antara air dan udara sehingga terjadi peningkatan kadar oksigen.

4.6.4 Pengaruh Waktu Pengambilan Sampel Dan Jenis Tanaman Terhadap

Persentase Penyisihan COD.

Berdasarkan hasil analisa statistik pada reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata* serta pada reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed*, hasil analisa regresi menunjukkan koefesien regresi antara waktu pengambilan sampel terhadap persen penyisihan COD tidak signifikan. Selain itu uji korelasi menunjukkan pengaruh waktu pengambilan sampel terhadap persen penyisihan konsentrasi COD adalah tidak signifikan. Uji anova menunjukkan variasi waktu pengambilan sampel terhadap persentase penyisihan COD adalah tidak sama atau adanya perbedaan pada kelima perlakuan variasi waktu pengambilan

sampel. Pada reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *duckweed* hasil analisa regresi menunjukkan koefisien regresi antara waktu pengambilan sampel terhadap persen penyisihan COD signifikan. Selain itu uji korelasi menunjukkan pengaruh waktu pengambilan sampel terhadap persen penyisihan konsentrasi COD adalah signifikan. Uji anova menunjukkan variasi waktu pengambilan sampel terhadap persentase penyisihan COD adalah tidak sama atau adanya perbedaan pada kelima perlakuan variasi waktu pengambilan sampel. Adanya perbedaan pada hasil analisa tersebut kemungkinan dipengaruhi oleh kemampuan tanaman *duckweed* tidak sebesar kemampuan tanaman *hydrilla verticillata* dalam menurunkan konsentrasi COD, sehingga mempengaruhi besarnya persen konsentrasi COD di setiap penambahan waktu pengambilan sampel.

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa terjadi peningkatan persentase penyisihan COD air limbah di setiap waktu pengambilan sampel yang dapat dilihat pada Gambar 4.4 untuk reaktor dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata*, Gambar 4.5 untuk reaktor dengan perlakuan tanaman *duckweed* dan Gambar 4.6 untuk reaktor dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed*. Tetapi setelah hari ke delapan waktu pengambilan sampel, terjadi penurunan konsentrasi COD pada air limbah. Penurunan penyisihan COD yang terjadi pada waktu awal percobaan yang diduga dipengaruhi oleh kandungan nutrient yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroorganisme cukup melimpah, sehingga akan terjadi fase pertumbuhan dipercepat (*Exponential growth phase*). Mengingat percobaan dilakukan dengan sistem curah (*bacth*), maka dalam bak reaktor tidak ada penambahan nutrient baru yang dapat mendukung kehidupan mikroorganisme, sehingga setelah hari ke delapan waktu pengambilan sampel pertumbuhan mikroorganisme telah mencapai titik optimal terhadap ketersediaan nutrient. Kondisi ini menyebabkan terjadi keseimbangan antara pertumbuhan dan kematian mikroorganisme / bakteri atau sering disebut sebagai *Stationary Phase*. Kondisi tanaman kemungkinan juga mempengaruhi terjadinya peningkatan konsentrasi COD. Bagian tanaman yang mati akan menambah jumlah bahan organik di dalam air dan meningkatkan jumlah bakteri *aerob* sehingga menurunkan jumlah oksigen terlarut (sastrawijaya, 2009), dimana setelah hari ke delapan tanaman uji yang digunakan pada penelitian kondisinya menurun.

Reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* mengalami peningkatan konsentrasi COD pada waktu pengambilan sampel setelah hari ke enam dan mengalami penurunan konsentrasi COD kembali pada waktu pengambilan sampel setelah hari ke delapan, hal ini kemungkinan dipengaruhi oleh perubahan pH pada air limbah. Slamet, A dan Masduqi, A (1999) menyatakan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan biomassa di dalam suatu kultur mikroorganisme adalah lingkungan fisik – kimia, dalam air limbah pH merupakan suatu ukuran kimia, sehingga mempengaruhi mekanisme mikroorganisme yang terlekat pada tanaman dan menyebabkan terjadinya peningkatan konsentrasi COD.

Dari hasil analisis uji statistik dapat diketahui bahwa terjadi penurunan persentase penyisihan COD seiring dengan bertambahnya waktu pengambilan sampel. Semakin lama waktu kontak antara tanaman dengan air limbah maka semakin besar pula kesempatan tanaman dalam menurunkan persentase penyisihan COD, hal ini dapat dilihat pada hasil analisa deskriptif untuk reaktor air limbah pada masing-masing perlakuan dengan tanaman yang berbeda, diketahui bahwa seiring dengan penambahan waktu pengambilan sampel yakni dari hari ke dua sampai dengan hari ke enam dan ke delapan, terjadi peningkatan persentase penyisihan air limbah.

Berdasarkan Keputusan Gubernur Jawa Timur No: 45 Tahun 2002 tentang Standar Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau Kegiatan Usaha Lainnya di Jawa Timur pada Lampiran II untuk golongan II dimana parameter COD sebesar 100 mg/l. Jika dibandingkan dengan hasil analisis konsentrasi penyisihan COD terendah pada reaktor *hidroponik wetland* dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata* sebesar 522,7 mg/l yang terjadi pada kedalaman 30 cm hari kedelapan, reaktor *hidroponik wetland* dengan perlakuan tanaman *duckweed* sebesar 526,2 mg/l pada kedalaman 0 cm pada hari ke sepuluh dan pada reaktor *hidroponik wetland* dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* sebesar 522,7 mg/l pada kedalaman 30 cm pada hari ke delapan, maka hasil pengolahan limbah *laundry* belum memenuhi standar baku mutu limbah cair. Sehingga pengolahan ini tidak dapat dijadikan sebagai teknologi alternatif dalam pengolahan limbah cair.

4.6.5 Pengaruh Kedalaman Pengambilan Sampel Dan Jenis Tanaman Terhadap Persentase Penyisihan Deterjen.

Hasil analisa statistik pada reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata*, untuk analisa regresi menunjukkan tidak adanya model multikolinear dengan koefisien regresi antara kedalaman pengambilan sampel terhadap persen penyisihan deterjen tidak signifikan. Selain itu uji korelasi menunjukkan pengaruh kedalaman pengambilan sampel terhadap persen penyisihan konsentrasi deterjen adalah signifikan. Uji anova menunjukkan variasi kedalaman pengambilan sampel terhadap persentase penyisihan deterjen adalah tidak sama atau mempunyai range yang cukup untuk membedakan persentase penyisihan deterjen di antara level ketinggian pengambilan sampel. Gambaran hasil analisa deskriptif menunjukkan bahwa untuk reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata*, terjadi fluktuasi persen penyisihan deterjen di antara level ketinggian pengambilan sampel. Pada pengambilan sampel dari 0 cm – 30 cm, terjadi peningkatan persen penyisihan deterjen, sedangkan pada pengambilan dari 30 cm – 60 cm terjadi penurunan persen penyisihan deterjen.. Terjadinya fluktuasi menyebabkan perbedaan persentase penyisihan deterjen kedalaman pada seriap level kedalaman pengambilan sampel terlihat nyata. *Builder* yang merupakan salah satu bahan penyusun deterjen adalah *sodium tri poly phosphat* (STPP). STPP ini merupakan sumber fosfat yang diserap oleh tumbuhan sebagai nutrien. Kemampuan *tri poly phosphat* terhidrolisis dalam bentuk *orthophosphate* kemudian diasimilasi oleh tumbuhan air dan alga (Hera, 2003). Karakteristik tanaman *hydrilla verticillata* sebagai tumbuhan melayang dengan bagian tanaman seluruhnya tenggelam di dalam air menyebabkan aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan deterjen terjadi pada kedalaman air di 30 cm, karena mikroorganisme tersebut terlekat di bagian permukaan tanaman *hydrilla verticillata* yang berada di dalam air. Penyerapan deterjen yang terkandung pada air limbah sebagai nutrient oleh tanaman juga lebih besar terjadi di kedalaman air 30 cm, karena penyerapan nutrient pada tanaman *hydrilla verticillata* dilakukan oleh sistem perakarannya yang berada di dalam air. Terjadinya penurunan persen penyisihan

konsentrasi deterjen pada kedalaman 30 cm – 60 cm kemungkinan disebabkan karena bagian tanaman hydrilla tidak mencapai kedalaman ini.

Hasil analisa statistik pada reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *duckweed*, untuk uji anova menunjukkan variasi kedalaman pengambilan sampel terhadap persentase penyisihan deterjen adalah tidak sama atau mempunyai range yang cukup untuk membedakan persentase penyisihan deterjen dari kedalaman 0 cm sampai kedalaman 60 cm. Selain itu uji korelasi menunjukkan pengaruh kedalaman pengambilan sampel terhadap persen penyisihan konsentrasi deterjen adalah signifikan dan nilai negatif pada hubungan kedalaman pengambilan sampel terhadap persen penyisihan deterjen menunjukkan hubungan yang tidak searah. Hasil analisa regresi menunjukkan tidak adanya model multikolinear dengan nilai koefisien regresi negatif dengan koefisien regresi antara kedalaman pengambilan sampel terhadap persen penyisihan deterjen signifikan. Hasil analisis uji statistik diatas dapat diketahui bahwa terjadi penurunan persentase penyisihan deterjen seiring dengan bertambahnya kedalaman pengambilan sampel. Gambaran hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *duckweed*, terjadi penurunan persen penyisihan deterjen di setiap level ketinggian pengambilan sampel. Pada pengambilan sampel dari 0 cm – 60 cm, terjadi penurunan persen penyisihan deterjen. Reaktor dengan perlakuan tanaman *duckweed* menunjukkan terjadi penurunan persentase penyisihan deterjen di setiap kedalaman sampel, hal ini disebabkan karakteristik tanaman *duckweed* yang mengapung dengan akar yang menggantung di bawah permukaan air, memungkinkan penyerapan fosfat sebagai nutrient dan mekanisme biokimia oleh mikroorganisme dalam mendegradasi deterjen lebih besar di daerah sekitar permukaan air, sehingga persentase penyisihan deterjen lebih besar terjadi pada kedalaman 0 cm. Penurunan persen penyisihan deterjen di kedalaman 30 cm – 60 cm kemungkinan disebabkan kecilnya mekanisme biokimia yang terjadi di tingkat kedalaman tersebut, sehingga terjadi penurunan persen penyisihan deterjen di setiap tingkat kedalaman pengambilan sampel. Aktifitas biokimia yang kecil pada kedalaman 30 cm – 60 cm menyebabkan perbedaan persen penyisihan deterjen di setiap tingkatan kedalaman pengambilan sampel cukup besar.

Hasil analisa statistik pada reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed*, hasil analisa regresi menunjukkan tidak adanya model multikolinear dengan koefisien regresi antara kedalaman pengambilan sampel terhadap persen penyisihan deterjen tidak signifikan. Selain itu uji korelasi menunjukkan pengaruh kedalaman pengambilan sampel terhadap persen penyisihan konsentrasi deterjen adalah tidak signifikan. Uji anova menunjukkan variasi kedalaman pengambilan sampel terhadap persentase penyisihan deterjen adalah sama atau tidak mempunyai range yang cukup untuk membedakan persentase penyisihan deterjen dari kedalaman 0 cm ke kedalaman 60 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed*, terjadi fluktuasi persen penyisihan deterjen di antara level ketinggian pengambilan sampel. Pada pengambilan sampel dari 0 cm – 30 cm, terjadi peningkatan persen penyisihan deterjen, sedangkan pada pengambilan dari 30 cm – 60 cm terjadi penurunan persen penyisihan deterjen. Reaktor dengan perlakuan tanaman *duckweed* menunjukkan terjadi penurunan persentase penyisihan deterjen di setiap kedalaman sampel, hal ini disebabkan karakteristik tanaman *duckweed* yang mengapung dengan akar yang menggantung di bawah permukaan air, memungkinkan penyerapan fosfat sebagai nutrient dan mekanisme biokimia oleh mikroorganisme dalam mendegradasi deterjen lebih besar di daerah sekitar permukaan air, sehingga persentase penyisihan deterjen lebih besar terjadi pada kedalaman 0 cm. Penurunan persen penyisihan deterjen di kedalaman 30 cm – 60 cm kemungkinan disebabkan kecilnya mekanisme biokimia yang terjadi di tingkat kedalaman tersebut, sehingga terjadi penurunan persen penyisihan deterjen di setiap tingkat kedalaman pengambilan sampel. Aktifitas biokimia yang kecil pada kedalaman 30 cm – 60 cm menyebabkan perbedaan persen penyisihan deterjen di setiap tingkatan kedalaman pengambilan sampel cukup besar.

4.6.6 Pengaruh Waktu Pengambilan Sampel Dan Jenis Tanaman Terhadap Persentase Penyisihan Deterjen.

Berdasarkan Tabel 4.8 dan Gambar 4.71 untuk reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata*, terjadi peningkatan konsentrasi deterjen dan penurunan persentase penyisihan deterjen pada waktu pengambilan sampel setelah hari

ke enam. Berdasarkan Tabel 4.9 dan Gambar 4.8 untuk reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *duckweed*, terjadi peningkatan konsentrasi deterjen dan penurunan persentase penyisihan deterjen pada waktu pengambilan sampel setelah hari ke delapan. Berdasarkan Tabel 4.10. dan Gambar 4.9 untuk reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed*, terjadi peningkatan konsentrasi deterjen dan penurunan persentase penyisihan deterjen pada waktu pengambilan sampel setelah hari ke enam. Mengingat percobaan dilakukan dengan sistem curah (*bacth*), maka dalam bak reaktor tidak ada penambahan nutrient baru yang dapat mendukung kehidupan mikroorganisme dan tanaman. Setelah hari ke enam dan ke delapan waktu pengambilan sampel pertumbuhan mikroorganisme telah mencapai titik optimal terhadap ketersediaan nutrient. Kondisi ini menyebabkan terjadi keseimbangan antara pertumbuhan dan kematian mikroorganisme / bakteri atau sering disebut sebagai *Stationary Phase*. Menurut zeng *et al.* (2005) konsentrasi deterjen berlebih dapat bersifat toxic pada biota air, kondisi tanaman yang menurun setelah hari ke enam dan ke delapan dapat, dapat meningkatkan konsentrasi deterjen di dalam air limbah karena tanaman melepaskan kembali senyawa polutan yang diserap ke dalam air limbah.

Reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata* pada waktu pengambilan sampel setelah hari ke enam, terjadi peningkatan konsentrasi deterjen dan penurunan persentase penyisihan deterjen, namun pada waktu pengambilan sampel setelah hari ke delapan terjadi penurunan konsentrasi deterjen dan peningkatan persentase penyisihan deterjen. Reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *duckweed* pada waktu pengambilan sampel setelah hari ke empat, terjadi peningkatan konsentrasi deterjen dan penurunan persentase penyisihan deterjen, namun pada waktu pengambilan sampel setelah hari ke enam terjadi penurunan konsentrasi deterjen dan peningkatan persentase penyisihan deterjen. Reaktor air limbah dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* pada waktu pengambilan sampel setelah hari ke enam, terjadi peningkatan konsentrasi deetrjen dan penurunan persentase penyisihan deterjen, namun pada waktu pengambilan sampel setelah hari ke delapan terjadi penurunan konsentrasi deterjen dan peningkatan persentase penyisihan deterjen. Kenaikan konsentrasi deterjen pada waktu kemungkinan dipengaruhi oleh perubahan

pH air, Slamet, A dan Masduqi, A (1999) menyatakan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan biomassa di dalam suatu kultur mikroorganisme adalah lingkungan fisik – kimia, dalam air limbah pH merupakan suatu ukuran kimia, sehingga mempengaruhi mekanisme mikroorganisme yang terlekat pada tanaman dan menyebabkan terjadinya peningkatan konsentrasi deterjen.

Hasil analisa statistik untuk reaktor air limbah pada masing - masing perlakuan tanaman yang berbeda, menunjukkan semakin lama waktu kontak antara tanaman dengan air limbah maka semakin besar pula kesempatan tanaman dalam menurunkan persentase penyisihan deterjen, hal ini dapat dilihat pada hasil analisa deskriptif untuk reaktor air limbah pada masing-masing perlakuan dengan tanaman yang berbeda, diketahui bahwa seiring dengan penambahan waktu pengambilan sampel yakni dari hari ke dua sampai dengan hari ke enam dan ke delapan, terjadi peningkatan persentase penyisihan air limbah.

Berdasarkan Keputusan Gubernur Jawa Timur No: 45 Tahun 2002 tentang Standar Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau Kegiatan Usaha Lainnya di Jawa Timur pada Lampiran II untuk golongan II dimana parameter deterjen sebesar 1 mg/l. Jika dibandingkan dengan hasil analisis konsentrasi penyisihan deterjen terendah pada reaktor *hidroponik wetland* dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata* sebesar 48,2 mg/l yang terjadi pada kedalaman 30 cm hari kedelapan, reaktor *hidroponik wetland* dengan perlakuan tanaman *duckweed* sebesar 55,1 mg/l pada kedalaman 0 cm pada hari ke sepuluh dan pada reaktor *hidroponik wetland* dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed* sebesar 43,7 mg/l pada kedalaman 30 cm pada hari ke enam, maka hasil pengolahan limbah *laundry* belum memenuhi standar baku mutu limbah cair. Sehingga pengolahan ini tidak dapat dijadikan sebagai teknologi alternatif dalam pengolahan limbah cair.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian diketahui bahwa jenis tanaman yang digunakan, kedalaman pengambilan sampel dan waktu pengambilan sampel mempengaruhi penurunan konsentrasi BOD, COD dan deterjen pada *hydroponik wetland*. Pada reaktor dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata*, persentase penyisihan BOD berkisar antara 13,63 % - 72,03 %, COD berkisar antara 6,36 % – 29,32 % dan deterjen berkisar antara 8,82 % - 32,49 %, dimana persentase penyisihan tertinggi terjadi di kedalaman pengambilan sampel 30 cm dan persentase penyisihan terendah terjadi di kedalaman pengambilan sampel 60 cm. Pada reaktor dengan perlakuan tanaman *duckweed*, persentase penyisihan BOD berkisar antara 4,01 % - 70,76 %, COD 1,88 % – 28,85 % dan deterjen berkisar antara 3,78 % - 22,83 %, dimana persentase penyisihan tertinggi terjadi di kedalaman pengambilan sampel 0 cm dan persentase penyisihan terendah terjadi di kedalaman pengambilan sampel 60 cm. Pada reaktor dengan perlakuan tanaman *hydrilla verticillata* dan *duckweed*, persentase penyisihan BOD berkisar antara 9,46 % - 75,61 %, COD berkisar antara 5,66 % – 29,32 % dan deterjen berkisar antara 9,66 % - 38,80 %, dimana persentase penyisihan tertinggi terjadi di kedalaman pengambilan sampel 0 cm untuk parameter BOD, 30 cm untuk parameter COD dan deterjen, sedangkan persentase penyisihan terendah terjadi di kedalaman pengambilan sampel 60 cm.

5.2. Saran

Saran yang dapat diusulkan sehubungan dengan penelitian lebih lanjut adalah :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan memperkecil rentang kedalaman pengambilan sampel sehingga diketahui seberapa besar pengaruh kedalaman yang optimal pada *hydroponik wetland*.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada limbah *laundry* dengan parameter lain seperti nitrogen dan phospat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G dan Santika, S.S, 1987. *Metode Penelitian Air*. Penerbit Usaha Nasional. Surabaya.
- Anonim, 2002. *Baku Mutu Limbah Cair Industri dan Kegiatan Usaha Lainnya*. Keputusan Gubernur Jawa Timur No.45.
- Cogley, D.R., Wechsler, B.A. 2005. *Occuarence and Treatability of Priority Pollutans in Industrial Laundry Wastewater*. U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio.
- Ditjen Tata Perkotaan Dan Tata Pedesaan, 2003. *Fitoremediasi : Upaya Mengolah Air Limbah Dengan Media Tanaman*. Departemen Pemukiman Dan Prasarana Wilayah, Jakarta
- Fatoni , S, T, 2008. *Uji Perbandingan Cr Total (Cr^{6+}) Pada Limbah Tekstil Dengan Menggunakan Tanaman Terapung (*Salvina Molesta*) Dan Tanaman Melayang (*Hydrilla Verticillata*)*. Jurusan Teknik Lingkungan. FTSP – ITN Malang.
- Fitriasari, I, D dan Wisan, A, D, 2009. *Pengaruh Kedalaman Terhadap Proses Penghilangan Deterjen Pada Limbah Laundry Menggunakan Enceng Gondok (*Eichhorna Crassipes*) Dan Kiambang (*Salvina Molesta*)*. Jurusan Teknik Kimia Universitas Surabaya.
- Ghani, A, A, etc, 2004. *Garis Panduan Sistem Saliran Bio-Ekologikal di Malaysia (Reka Bentuk Komponen Bioecods)*. Pusat Penyelidikan Kejuruteraan Sungai dan Saliran Bandar (REDAC). Universiti Sains Malaysia.

- Grodowits, M, J, Doyle, R dan Smart, R, M, 2000. *Potential Use Of Insect Biocontrol Agent For Reducing Competitive Ability Of Hydrilla Verticillata*. U.S Army Corp Of Engineers, Washington, DC.
- Gunarta, I, Nyoman, 2009. *Penurunan COD Dan TSS Pada Limbah Cair Menggunakan Elektrokoagulasi Konfigurasi Bipolar Aliran Kontinyu (Studi Kasus: Limbah Laundry Kelurahan Sumbersari - Kota Malang)*. Jurusan Teknik Lingkungan. FTSP – ITN Malang.
- Gustafson, D, M, Anerson L, J, Christopherson, S, H, Axler, K, 2001. *Constructed Wetlands*. www.extension.umn.edu/distribution/naturalresources/DD7671.html, Diakses 11 Agustus 2011 jam 10:39 PM
- HERA, 2003. HERA Targeted Risk Assessment of Sodium Tripolyphosphate (STPP). Human & Environmental Risk Assessment.
- Hondulas, J, L, 1994. Treatment Of Polluted Water Using Wetland Plants In A Floating Habitat. www.patentstorm.us/patents/5337516/claims.html, Diakses 17 Agustus 2001 Jam 8:29 PM
- Hui, Y, B, 2005. *Penggunaan Tumbuhan Aquatik Untuk Mengolah Air Sisa Domestik*. Fakultas Kejuruteraan Awam Universitas Malaysia.
- Iriawan dan Astuti, 2006. *Mengolah Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Iqbal S, 1999. *Duckweed Aquaculture, Potentials, Possibilities and Limitations Or Combined Wastewater Treatment and Animal Feed Production in Developing Countries*. Departement Of Water And Sanitation In Developing Countries, Switzerland

- Leng, R, A, 1999. *Duckweed : A Tiny Aquatic Plant With Enormous Potential For Agriculture And Environment*. FAO. Rome
- Manik, M, J dan Edward, 1987. *Sifat-Sifat Deterjen Dan dampaknya Terhadap Perairan*. Lipi, Jakarta.
- Metcalf and Eddy. 1991 *Wastewater Engineering, Treatment Disposal Reuse*. Third Edition. McGraw-Hill. New York
- Mietto, A, 2009. *Phytoremediation Efficiency : Assessment OF Removal Processes And Hydraulic Performance in Constructed Wetlands*. Università Ca' Foscari di Venezia Dipartimento di Scienze Ambientali, Sweden.
- Oppelt, E, T, 2000. *Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters*. U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio.
- Puspita, L, Ratnawati, E, Suryadiputra, I, N, N, Muetia, A, A 2005. *Lahan Basah Buatan Di Indonesia*. Wetlands International – Indonesia Programme, Bogor.
- Sanaky, N, A, 2008. *Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Dengan metode Fitoremediasi Menggunakan Tumbuhan Duckweed (Lemna Minor)*. Jurusan Teknik Lingkungan. FTSP – ITN Malang.
- Simangunsong, T, A, 2009. *Penurunan Konsentrasi Warna Limbah Tekstil Menggunakan Tumbuhan Air*. Pusat Studi Lingkungan, Ubaya. Surabaya
- Slamet, A. dan Masduqi, A. 2002. *Modul Ajar Satuan Operasi*. Jurusan Teknik Lingkungan. FTSP – ITS Surabaya

Sugiharto, 1987. *Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah*, UI Press Jakarta.

Susana, T dan Rosita, R, 2009. *Dampak Deterjen Terhadap Foraminera Di Kepulauan Seribu Bagian Selatan, Teluk Jakarta*. Pusat Penelitian Oseanografi, LIPI.

Susana, T dan Suyarso, 2008. *Penyebaran Fosfat Dan Deterjen Di Perairan Pesisir Dan Laut Sekitar Cirebon, Jawa Barat*. Pusat Penelitian Oseanografi, LIPI.

Taufikurrahman, 2006. *Penurunan TSS, Warna dan COD Pada Limbah Laundry Menggunakan Membran Mikrofiltrasi (MF) Dengan Pretreatment Koagulasi-Flokulasi-Sedimentasi*. Jurusan Teknik Lingkungan. FTSP – ITN Malang.

UN-HABITAT, 2008. *Constructed Wetlands Manual*. UN-HABITAT Water For Asian Cities Programme Nepal, Kathmandu.

USDA, 2002. *Environmental Engineering National Engineering Handbook Constructed Wetlands*. USDA, Washington, D C.

www.e-aquarium.com.au/aquarium-plant-nutrients.htm, Diakses 14 Agustus 2011 jam 9:21 PM

www.ncagr.gov/cyber/kidswrld/plant/nutrient.htm, Diakses 14 Agustus 2011 jam
4:51 PM

www.plants.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=LEMI3,
Diakses 11 Agustus 2011 jam 7:52 PM

www.plantamor.com/index.php?plant=1911, Diakses 10 Agustus 2011 jam 8:58 PM

www.sms.si.edu/irlspec/hydrilla_verticillata.htm, Diakses 10 Agustus 2011 jam
9:08 PM

www.en.wikipedia.org/wiki/Lemna_minor, Diakses 22 Agustus 2011 jam 10.09 PM

LAMPIRAN A
HASIL ANALISIS PENELITIAN

**LABORATORIUM TEKNIK LINGKUNGAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2

Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax. (0341) 553015 Extension 187

Malang 65145



HASIL ANALISIS SAMPEL

a.n. : ANSFRIDUS OKY (NIM : 04.26.003)
Alamat : Mahasiswa Teknik Lingkungan ITN Malang
Lokasi : Limbah Laundry di Kibiklin Jln. MT Haryono, Malang
Sampling : Oleh konsumen
Analisis : Oleh konsumen
Tanggal Analisis Sampel : 8 Desember – 21 Desember 2011

Hasil Analisa BOD

Tanggal 8 Desember 2010

No	Reaktor	Satuan	Hasil 1	Hasil 2	Hasil 3
1	Reaktor Hydrilla 0 cm	mg/l	220.6	215.7	215.9
2	Reaktor Hydrilla 30 cm	mg/l	197.4	196.7	196
3	Reaktor Hydrilla 60 cm	mg/l	186.2	185.3	181.7
4	Reaktor Duckweed 0 cm	mg/l	206.1	206	205.3
5	Reaktor Duckweed 30 cm	mg/l	227.6	225.1	228.6
6	Reaktor Duckweed 60 cm	mg/l	239.8	240.4	244.3
7	Reaktor Hydrilla + Duckweed 0 cm	mg/l	210.8	212.4	207.7
8	Reaktor Hydrilla + Duckweed 30 cm	mg/l	200.5	203.9	207
9	Reaktor Hydrilla + Duckweed 60 cm	mg/l	229.1	228.3	226.3

Tanggal 10 Desember 2010

No	Reaktor	Satuan	Hasil 1	Hasil 2	Hasil 3
1	Reaktor Hydrilla 0 cm	mg/l	183.2	186.4	187.8
2	Reaktor Hydrilla 30 cm	mg/l	163.1	159.8	157.1
3	Reaktor Hydrilla 60 cm	mg/l	158.3	160.7	163.7
4	Reaktor Duckweed 0 cm	mg/l	168.6	165.2	14.8
5	Reaktor Duckweed 30 cm	mg/l	180.3	184.2	186.9
6	Reaktor Duckweed 60 cm	mg/l	192.6	191.3	186.4
7	Reaktor Hydrilla + Duckweed 0 cm	mg/l	169.4	166.7	167.9
8	Reaktor Hydrilla + Duckweed 30 cm	mg/l	160.9	164.3	169.2
9	Reaktor Hydrilla + Duckweed 60 cm	mg/l	154.4	53.3	149.5

Tanggal 12 Desember 2010

No	Reaktor	Satuan	Hasil 1	Hasil 2	Hasil 3
1	Reaktor Hydrilla 0 cm	mg/l	133.5	137.8	132.8
2	Reaktor Hydrilla 30 cm	mg/l	98.2	101.2	102.4
3	Reaktor Hydrilla 60 cm	mg/l	116.2	118.4	117.9
4	Reaktor Duckweed 0 cm	mg/l	175.9	175.4	171.3
5	Reaktor Duckweed 30 cm	mg/l	131.5	129.6	129.2
6	Reaktor Duckweed 60 cm	mg/l	175.1	168.2	169.1
7	Reaktor Hydrilla + Duckweed 0 cm	mg/l	122.7	126.8	126.4
8	Reaktor Hydrilla + Duckweed 30 cm	mg/l	142.2	150.9	148.5
9	Reaktor Hydrilla + Duckweed 60 cm	mg/l	107.2	104.8	106.6


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


Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2

Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax. (0341) 553015 Extention 187

Malang 65145

AGAMA MALANG

Tanggal 14 Desember 2010

No	Reaktor	Satuan	Hasil 1	Hasil 2	Hasil 3
1	Reaktor Hydrilla 0 cm	mg/l	92.3	89.1	88.9
2	Reaktor Hydrilla 30 cm	mg/l	71.5	68.9	70.8
3	Reaktor Hydrilla 60 cm	mg/l	83.6	81.6	80.4
4	Reaktor Duckweed 0 cm	mg/l	138.3	137.3	135.4
5	Reaktor Duckweed 30 cm	mg/l	101.6	106.3	107.7
6	Reaktor Duckweed 60 cm	mg/l	185.3	191.9	191
7	Reaktor Hydrilla + Duckweed 0 cm	mg/l	84	85.6	89.6
8	Reaktor Hydrilla + Duckweed 30 cm	mg/l	102.5	105.7	105
9	Reaktor Hydrilla + Duckweed 60 cm	mg/l	131.6	133.9	128.7

Tanggal 16 Desember 2010

No	Reaktor	Satuan	Hasil 1	Hasil 2	Hasil 3
1	Reaktor Hydrilla 0 cm	mg/l	77.5	76.3	80.8
2	Reaktor Hydrilla 30 cm	mg/l	146.8	148.2	150.8
3	Reaktor Hydrilla 60 cm	mg/l	209.1	208.4	211
4	Reaktor Duckweed 0 cm	mg/l	76.7	74.2	69.9
5	Reaktor Duckweed 30 cm	mg/l	189.6	188.4	186.6
6	Reaktor Duckweed 60 cm	mg/l	246.8	249.4	249.6
7	Reaktor Hydrilla + Duckweed 0 cm	mg/l	58.3	62.3	63.6
8	Reaktor Hydrilla + Duckweed 30 cm	mg/l	98.8	95.2	93.1
9	Reaktor Hydrilla + Duckweed 60 cm	mg/l	184.5	186.7	191.9

Hasil Analisa COD

Tanggal 8 Desember 2010

No	Reaktor	Satuan	Hasil 1	Hasil 2	Hasil 3
1	Reaktor Hydrilla 0 cm	mg/l	681.7	683.4	676.1
2	Reaktor Hydrilla 30 cm	mg/l	637.1	640.3	644.4
3	Reaktor Hydrilla 60 cm	mg/l	691.6	690.2	695.7
4	Reaktor Duckweed 0 cm	mg/l	670.9	676.5	675.2
5	Reaktor Duckweed 30 cm	mg/l	709.7	705.4	700.5
6	Reaktor Duckweed 60 cm	mg/l	708.1	705.5	687.9
7	Reaktor Hydrilla + Duckweed 0 cm	mg/l	562.3	655.3	657.7
8	Reaktor Hydrilla + Duckweed 30 cm	mg/l	653	651.5	649.7
9	Reaktor Hydrilla + Duckweed 60 cm	mg/l	665.9	659.5	657.6

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

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2
 Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax. (0341) 553015 Extension 187
 Malang 65145



Tanggal 10 Desember 2010

No	Reaktor	Satuan	Hasil 1	Hasil 2	Hasil 3
1	Reaktor Hydrilla 0 cm	mg/l	634	626	630.9
2	Reaktor Hydrilla 30 cm	mg/l	552.9	558.1	560.6
3	Reaktor Hydrilla 60 cm	mg/l	672.1	671.4	667.7
4	Reaktor Duckweed 0 cm	mg/l	629.2	628.6	628
5	Reaktor Duckweed 30 cm	mg/l	685.2	683.1	683.1
6	Reaktor Duckweed 60 cm	mg/l	689.3	692.4	688.6
7	Reaktor Hydrilla + Duckweed 0 cm	mg/l	615.4	614.2	611.2
8	Reaktor Hydrilla + Duckweed 30 cm	mg/l	600.8	602.2	598.5
9	Reaktor Hydrilla + Duckweed 60 cm	mg/l	640.2	642	638.4

Tanggal 12 Desember 2010

No	Reaktor	Satuan	Hasil 1	Hasil 2	Hasil 3
1	Reaktor Hydrilla 0 cm	mg/l	610.1	615.6	613.3
2	Reaktor Hydrilla 30 cm	mg/l	534.8	530.7	529.9
3	Reaktor Hydrilla 60 cm	mg/l	637.9	630.3	635.3
4	Reaktor Duckweed 0 cm	mg/l	591.7	590.3	591.9
5	Reaktor Duckweed 30 cm	mg/l	624.5	627.8	626
6	Reaktor Duckweed 60 cm	mg/l	672.5	670.1	669.8
7	Reaktor Hydrilla + Duckweed 0 cm	mg/l	567.5	569.8	574.5
8	Reaktor Hydrilla + Duckweed 30 cm	mg/l	578.6	580.4	583.7
9	Reaktor Hydrilla + Duckweed 60 cm	mg/l	628.2	630.4	632.6

Tanggal 14 Desember 2010

No	Reaktor	Satuan	Hasil 1	Hasil 2	Hasil 3
1	Reaktor Hydrilla 0 cm	mg/l	566.8	576.1	574.3
2	Reaktor Hydrilla 30 cm	mg/l	520.6	523.9	523.6
3	Reaktor Hydrilla 60 cm	mg/l	629.5	623.5	622.9
4	Reaktor Duckweed 0 cm	mg/l	585.8	587.4	586.6
5	Reaktor Duckweed 30 cm	mg/l	646	643.7	642.9
6	Reaktor Duckweed 60 cm	mg/l	676.4	673.9	661.9
7	Reaktor Hydrilla + Duckweed 0 cm	mg/l	584.4	580.3	577.4
8	Reaktor Hydrilla + Duckweed 30 cm	mg/l	582.9	581.3	583
9	Reaktor Hydrilla + Duckweed 60 cm	mg/l	691.7	693.6	694.9

LABORATORIUM TEKNIK LINGKUNGAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2

Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax. (0341) 553015 Extension 187

Malang 65145



SIAGA MALANG

Tanggal 16 Desember 2010

No	Reaktor	Satuan	Hasil 1	Hasil 2	Hasil 3
1	Reaktor Hydrilla 0 cm	mg/l	542.4	541.7	538.3
2	Reaktor Hydrilla 30 cm	mg/l	536.2	531.7	546.7
3	Reaktor Hydrilla 60 cm	mg/l	648.7	648.1	647.5
4	Reaktor Duckweed 0 cm	mg/l	526.9	524.9	526.8
5	Reaktor Duckweed 30 cm	mg/l	693.2	695.8	693.6
6	Reaktor Duckweed 60 cm	mg/l	728.6	724.1	724.1
7	Reaktor Hydrilla + Duckweed 0 cm	mg/l	559.1	560.7	560.2
8	Reaktor Hydrilla + Duckweed 30 cm	mg/l	523.1	521.4	523.6
9	Reaktor Hydrilla + Duckweed 60 cm	mg/l	697.1	695.1	7009

Hasil analisis ini hanya berlaku untuk kondisi sampel saat itu. Pengambilan sampel dan proses analisis di laboratorium dilakukan sendiri oleh konsumen.

Asisten Laboratorium Pendamping

Malang, 8 Agustus 2011

Mahasiswa

ANSFRIDUS OKY
NIM: 0426003

ANSFRIDUS OKY
NIM: 0426003

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Teknik Lingkungan

Hardianto, ST, MT
NIP.Y : 1030000350



LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976

Desa Longkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134

E-mail : laboratorium@jasatirta1.go.id



Nomor : 545-1 S/LKA MLG/XII/2010 Halaman 2 dari 2

Page 2 of 2

Kode Contoh Uji
Sample Code

Ext. K05 - K186/PC/XII/2010/05

Metode Pengambilan Contoh Uji
Sampling Method

: -

Tempat Analisa
Place of Analysis

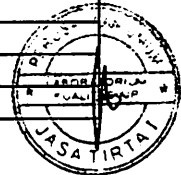
: Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

Tanggal Analisa
Testing Date(s)

: 02 Desember - 15 Desember 2010

HASIL ANALISA Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil 1	Metode Analisa	Keterangan
Air Limbah Laundry					
1	BOD	mg/l	251,70	APHA. 5210 B-1998	-
2	COD	mg/l	739,52	Q/LKA/19(Spektrofotometri)	-
3	Deterjen (MBAS)	mg/l	71,40	Q/LKA/26 (Methilen Biru)	-



Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari
Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from

Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory Of Jasa Tirta I Public Corporation

LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134

E-mail : laboratorium@jasatirta1.go.id

YKAN
Labs Accredited
Laboratorium Pengujian
LP - 227 - IDN

Nomor : 548-1 S/LKA MLG/XIV/2010 Halaman 2 dari 2

Page 2 of 2

Kode Contoh Uji
Sample Code

Ext. K29 - K40/PC/XII/2010/29 - 40

Metode Pengambilan Contoh Uji
Sampling Method

: -

Tempat Analisa
Place of Analysis

: Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

Tanggal Analisa
Testing Date(s)

: 08 April - 20 Desember 2010

HASIL ANALISA

Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil 1	Hasil 2	Hasil 3	Metode Analisa	Keterangan
Kontrol Limbah 60 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	68,700	67,800	68,400	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Kontrol Limbah 30 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	68,300	67,200	70,900	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Kontrol Limbah 0 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	68,400	69,500	68,200	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Hydrilla 60 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	64,100	64,300	61,200	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Hydrilla 30 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	63,200	61,300	57,300	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Hydrilla 0 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	63,500	65,900	65,900	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Duckweed 60 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	64,900	69,100	72,100	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Duckweed 30 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	67,500	70,200	64,800	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Duckweed 0 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	63,600	64,800	61,200	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Hydrilla + Duckweed 60 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	58,700	62,300	66,200	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Hydrilla + Duckweed 30 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	61,800	60,100	62,300	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Hydrilla + Duckweed 0 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	69,400	61,200	62,300	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-

Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari
Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or publicated without any approval from
Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory Of Jasa Tirta I Public Corporation





LABORATORIUM KUALITAS AIR

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



Nomor : 556-1 S/LKA MLG/XII/2010 Halaman 2 dari 2

Page 2 of 2

Kode Contoh Uji
 Sample Code

Ext. K81 - K92/PC/XII/2010/81 - 92

Metode Pengambilan Contoh Uji
 Sampling Method

: -

Tempat Analisa
 Place of Analysis

: Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

Tanggal Analisa
 Testing Date(s)

: 10 desember - 22 Desember 2010

HASIL ANALISA Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil 1	Hasil 2	Hasil 3	Metode Analisa	Keterangan
Kontrol Limbah 60 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	65,600	66,500	68,300	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Kontrol Limbah 30 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	63,600	64,800	64,500	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Kontrol Limbah 0 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	63,200	65,700	65,800	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Hydrilla 60 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	60,700	59,100	59,300	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Hydrilla 30 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	52,400	51,700	53,700	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Hydrilla 0 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	61,300	60,100	61,300	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Duckweed 60 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	66,900	68,300	68,500	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Duckweed 30 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	64,000	62,000	62,400	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Duckweed 0 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	57,200	58,800	60,700	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Hydrilla + Duckweed 60 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	50,600	54,200	56,600	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Hydrilla + Duckweed 30 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	55,300	54	54,200	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Hydrilla + Duckweed 0 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	58,400	56,200	55,200	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-

Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory Of Jasa Tirta I Public Corporation



LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551978

Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134

E-mail : laboratorium@jasatirta1.go.id

JKAN

Komite Akreditasi Nasional

Laboratorium Pengujian

LP - 227 - 10N

Nomor : 558-1 S/LKA MLG/XII/2010 Halaman 2 dari 2

Page 2 of 2

Kode Contoh Uji
Sample Code

Ext. K108 - K119/PC/XII/2010/108 - 119

Metode Pengambilan Contoh Uji
Sampling Method

: -

Tempat Analisa
Place of Analysis

: Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

Tanggal Analisa
Testing Date(s)

: 13 Desember - 23 Desember 2010

HASIL ANALISA

Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil 1	Hasil 2	Hasil 3	Metode Analisa	Keterangan
Kontrol Limbah 60 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	60,900	61,100	58,300	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Kontrol Limbah 30 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	58,900	61,500	60,200	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Kontrol Limbah 0 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	60,800	61,900	62,700	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Hydrilla 60 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	60,400	57,600	57,500	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Hydrilla 30 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	50,600	50,300	46,700	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Hydrilla 0 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	54,800	58,500	58,300	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Duckweed 60 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	68,600	57,400	74,400	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Duckweed 30 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	59,100	56,900	61,600	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Duckweed 0 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	60,300	62,500	58,400	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Hydrilla + Duckweed 60 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	55,300	51,400	52,900	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Hydrilla + Duckweed 30 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	47,200	42,100	41,800	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Hydrilla + Duckweed 0 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	52,800	52,500	52,800	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-

Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory Of Jasa Tirta I Public Corporation



LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976

Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134

E-mail : laboratorium@jasatirta1.go.id

JKAN
Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Pengujian
LP - 227 - 10N

Nomor : 563-1 S/LKA MLG/XII/2010 Halaman 2 dari 2

Page 2 of 2

Kode Contoh Uji
Sample Code

Ext. K133 - K144/PC/XII/2010/133 - 144

Metode Pengambilan Contoh Uji
Sampling Method

: -

Tempat Analisa
Place of Analysis

: Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

Tanggal Analisa
Testing Date(s)

: 14 Desember - 20 Desember 2010

HASIL ANALISA Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil 1	Hasil 2	Hasil 3	Metode Analisa	Keterangan
Kontrol Limbah 60 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	56,200	57,900	61,700	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Kontrol Limbah 30 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	53,900	55,400	58,100	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Kontrol Limbah 0 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	57,100	56,500	54,400	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Hydrilla 60 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	62,200	60,100	59,800	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Hydrilla 30 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	48,100	48,600	47,900	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Hydrilla 0 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	58,100	59,000	59,600	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Duckweed 60 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	67,200	67,700	64,600	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Duckweed 30 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	56,300	56,500	54,300	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Duckweed 0 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	60,700	60,100	58,600	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Hydrilla + Duckweed 60 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	60,500	61,900	57,900	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Hydrilla + Duckweed 30 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	44,800	46,500	43,100	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Hydrilla + Duckweed 0 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	56,700	57,300	59,100	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-

Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari
Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atas laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or publicated without any approval from
Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stampned by Water Quality Laboratory Of Jasa Tirta I Public Corporation



LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976

Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134

E-mail : laboratorium@jasatirta1.go.id



Instansi Akreditasi Nasional

Laboratorium Pengujian

LP - 227 - IDN

Nomor : 567-1 S/LKA MLG/XII/2010 Halaman 2 dari 2

Page 2 of 2

Kode Contoh Uji
Sample Code

Ext. K175 - K186/PC/XII/2010/175 - 186

Metode Pengambilan Contoh Uji
Sampling Method

: -

Tempat Analisa
Place of Analysis

: Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

Tanggal Analisa
Testing Date(s)

: 16 Desember - 28 Desember 2010

HASIL ANALISA

Result of Analysis

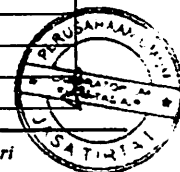
No	Parameter	Satuan	Hasil 1	Hasil 2	Hasil 3	Metode Analisa	Keterangan
Kontrol Limbah 60 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	61,700	60,500	60,200	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Kontrol Limbah 30 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	57,100	52,800	54,200	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Kontrol Limbah 0 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	53,900	53,400	52,600	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Hydrilla 60 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	63,200	60,400	59,700	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Hydrilla 30 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	54,200	50,200	47,400	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Hydrilla 0 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	58,400	55,100	54,200	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Duckweed 60 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	69,800	67,400	66,500	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Duckweed 30 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	53,700	58,400	53,200	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Duckweed 0 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	60,300	60,100	53,900	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Hydrilla + Duckweed 60 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	63,500	64,700	65,300	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Hydrilla + Duckweed 30 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	51,400	52,000	51,400	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-
Hydrilla + Duckweed 0 cm							
1	Deterjen (MBAS)	mg/l	50,400	52,600	51,800	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-

Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari
Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from
Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory Of Jasa Tirta I Public Corporation



LAMPIRAN B
METODE ANALISIS SAMPEL

METODE ANALISIS SAMPEL

A. Metode Analisis *Biological Oxygen Demand* (BOD)

1. Metode

Titrimetri

2. Prinsip

Pengukuran BOD dilakukan dengan menempatkan sampel pada botol winkler 300 ml kemudian diinkubasi pada temperatur 25°C selama lima hari. Setelah itu perbedaan konsentrasi DO (oksigen terlarut) pada akhir dan semula dihitung

3. Alat-alat

- a. Buret dan statip
- b. Erlenmeyer
- c. Pipet
- d. Gelas ukur
- e. Inkubator
- f. Botol winkler

4. Pereaksi

1. Larutan $MnSO_4 \cdot 4H_2O$ (Mangan Sulfat)
2. Larutan Alkali-Iodida-Azida
3. Indikator Amylum 0,5 %
4. H_2SO_4 (Asam Sulfat)
5. Larutan Tio Sulfat

4. Cara Kerja

A. DO₀

- a. Isi botol winkler dengan sampel air limbah yang telah diencerkan dengan aquades hingga penuh..

- b. Tambahkan 2 ml larutan mangan sulfat dengan pipet di bawah permukaan air limbah.
- c. Tambahkan 2 ml larutan alkali-iodida-azida.
- d. Botol ditutup, dikocok dengan membolak-blik beberapa kali.
- e. Biarkan 10 menit, kemudian buang 100 ml larutan jernih.
- f. Tambahkan 2 ml asam sulfat, kocok kemudian pindahkan ke *erlenmeyer*.
- g. Titrasi dengan larutan tio sulfat hingga warna kuning muda.
- h. Tambahkan 2 ml indikator amylum sampai timbul warna biru.
- i. Titrasi dengan tio sulfat sampai warna biru hilang pertama kali kemudian catat volume yang tertera pada buret.

B. DOs

- a. Isi botol winkler dengan sampel air limbah yang telah diencerkan dengan aquades hingga penuh..
- b. Tambahkan 2 ml larutan mangan sulfat dengan pipet di bawah permukaan air limbah.
- c. Tambahkan 2 ml larutan alkali-iodida-azida.
- d. Botol ditutup, dikocok dengan membolak-blik beberapa kali kemudian biarkan 10 menit.
- e. Botol diinkubasi pada suhu 25°C selama 5 hari.
- f. kemudian buang 100 ml larutan jernih,
- g. Tambahkan 2 ml asam sulfat, kocok kemudian pindahkan ke *erlenmeyer*.
- h. Titrasi dengan larutan tio sulfat hingga warna kuning muda.
- i. Tambahkan 2 ml indikator amylum sampai timbul warna biru.
- j. Titrasi dengan tio sulfat sampai warna biru hilang pertama kali kemudian catat volume yang tertera pada buret.

$$DO \text{ (mg/l)} = \frac{ax \times 8000}{V - 4}$$

$$BOD \text{ (mg/l)} = DO_0 - DO_5$$

(Petunjuk Praktikum Laboratorium Lingkungan, 2008)

B. Metode Analisis *Chemical Oxygen Demand* (COD)

1. Metode

Closed Reflux Tirtimetric

2. Prinsip

Senyawa organik dalam air dioksidasi oleh larutan kalium dikromat dalam suasana asam sulfat pada temperatur 150 °C selama 2 jam. Kelebihan kalium dikromat (yang tidak tereduksi) titrasi dengan larutan ferro ammonium sulfat (FAS) memakai ekivalensi oksigen.

3. Pereaksi

3.1. Larutan standar kalium dikromat 0,0167 M

Tambahkan 4,193 gr $K_2Cr_2O_7$, yang sebelumnya telah dikeringkan pada suhu 103°C selama 2 jam, pada 500 ml air destilasi. Lalu tambahkan 167 ml H_2SO_4 pekat dan 3,33 gram $HgSO_4$. Larutkan dan dinginkan sampai temperatur kamar kemudian encerkan volumenya menjadi 1000 ml.

3.2. Pereaksi asam sulfat

Tambahkan Ag_2SO_4 (bentuk kristal atau bubuk). Pada H_2SO_4 pekat dengan perbandingan 5,5 gr Ag_2SO_4 per kg H_2SO_4 . Biarkan selama 1 atau 2 hari hingga seluruh Ag_2SO_4 larut.

3.3. Larutan indikator ferroin

Larutkan 1,485 gr 1,10-Phenantrolin monohidrat dan 695 mg $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ dalam air destilasi dan encerkan hingga volumenya 100 ml, lalu larutan indikator ferroin diencerkan dengan perbandingan 1 : 4 (1 ml larutan indikator ferroin dan 4 ml air destilasi) sebelum digunakan.

3.4. Larutan ferroin ammonium sulfat (FAS)

Larutkan 39,2 gr $Fe(NH_4)_2 SO_4 \cdot 6H_2O$ dalam air destilasi. Lalu tambahkan 20 ml H_2SO_4 pekat dan encerkan hingga volume 1000 ml. Larutkan ini harus distandarisasi dengan cara sebagai berikut :

Masukkan 2,5 ml air destilasi, 1,5 ml kalium dikromat dan 3,5 ml pereaksi asam sulfat ke dalam tabung COD. Dinginkan pada temperature

kamar, kemudian tambahkan 1 sampai 2 tetes indikator ferroin. Titrasi dengan FAS sampai berwarna awal merah kecoklatan. Molaritas FAS yang dipakai dengan rumus :

$$\text{Molaritas FAS} = (\text{ml } K_2Cr_2O_7 \times 0,1) / \text{ml FAS}$$

4. Cara kerja

- a. Cuci tabung COD dan rendam dalam 20 % H_2SO_4 untuk penggunaan pertama.
- b. Masukkan 2,5 ml sampel, 1,5 ml kalium dikromat dan 3,5 ml pereaksi asam sulfat ke dalam tabung COD. Tutup tabung rapat-rapat dan kocok agar tercampur sempurna.
- c. Masukkan pada pemanas COD mikro lalu panaskan pada suhu $150^\circ C$ selama 2 jam.
- d. Dinginkan pada suhu kamar. Kemudian tuangkan isinya ke dalam wadah lebih besar. Tambahkan 1 sampai 2 tetes indikator ferroin. Titrasi dengan FAS titik akhir titrasi adalah terjadi perubahan warna dari biru kehijauan sampai berwarna merah kecoklatan. Catat ml FAS yang dipakai untuk titrasi.
- e. Buat blanko dengan air destilasi sebagai pengganti sampel, lalu langkah-langkah pengerjaan diatas diulangi kembali. Catat ml FAS yang dipakai untuk blanko tersebut.

5. Perhitungan

$$\text{COD (mgO}^2\text{/l)} = \frac{(a - b) \times N \times 8000}{\text{volumesampel (ml)}} \times p$$

Dengan :

a = ml FAS yang dipakai untuk titrasi blanko

b = ml FAS yang dipakai untuk titrasi sampel

N = molaritas FAS

p = penenceran

LAMPIRAN C
PERENCANAAN DESAIN

Perhitungan Volume Air Limbah

$$\text{Volume} = P \times L \times T$$

Diketahui ;

$$P \text{ (panjang reaktor)} = 50 \text{ cm}$$

$$L \text{ (lebar reaktor)} = 40 \text{ cm}$$

$$T \text{ (ketinggian air pada reaktor)} = 65 \text{ cm}$$

$$\text{Volume} = 50 \text{ cm} \times 40 \text{ cm} \times 65 \text{ cm}$$

$$= 130000 \text{ cm}^3$$

$$= 0,13 \text{ m}^3 \text{ atau } 130 \text{ liter}$$

Volume air limbah freeboard yg diperlukan :

- ml sampel limbah yang diambil = 250 ml

- sampel diambil sebanyak 5 kali dalam sepuluh hari pada 3 titik pengambilan dengan 2 kali pengulangan sehingga total jumlah sampel yang diambil :

$$= 250 \text{ ml} \times 5 \times 3 \times 2$$

$$= 7500 \text{ ml}$$

$$= 7,5 \text{ liter} \approx 10 \text{ liter}$$

$$= 10 \text{ liter} \approx 10000 \text{ cm}^3$$

Perhitungan dimensi :

- tinggi freeboard air limbah yang direncanakan = 5 cm

- panjang reaktor yg direncanakan = 50 cm

$$\text{Volume} = \text{panjang} \times \text{tinggi} \times \text{lebar}$$

$$10000 \text{ cm}^3 = 50 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} \times \text{lebar}$$

$$10000 \text{ cm}^3 = 250 \text{ cm}^2 \times \text{lebar}$$

$$\text{Lebar} = 40 \text{ cm}$$