

SKRIPSI

**PEMANFAATAN *HYDRILLA VERTICILLATA* DALAM MENURUNKAN
KONSENTRASI TSS DAN KEKERUHAN PADA LIMBAH CAIR
INDUSTRI TAHU MENGGUNAKAN POLA ALIRAN
BATCH DAN KONTINYU**



Oleh :

RACHMAN USMAN

06.26.007

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

18/11/12

MANAJEMEN KEHATI HATI DAN KEPERAWATAN DAN KEPERAWATAN
DASAR MANAJEMEN KEHATI HATI DAN KEPERAWATAN DAN KEPERAWATAN
DASAR MANAJEMEN KEHATI HATI DAN KEPERAWATAN DAN KEPERAWATAN
DASAR MANAJEMEN KEHATI HATI DAN KEPERAWATAN DAN KEPERAWATAN

REKAM MEDIS
RUMAH SAKIT
DARMA PUSPITA

12/11/12

REKAM MEDIS
RUMAH SAKIT
DARMA PUSPITA

MANAJEMEN KEHATI HATI DAN KEPERAWATAN DAN KEPERAWATAN
DASAR MANAJEMEN KEHATI HATI DAN KEPERAWATAN DAN KEPERAWATAN
DASAR MANAJEMEN KEHATI HATI DAN KEPERAWATAN DAN KEPERAWATAN
DASAR MANAJEMEN KEHATI HATI DAN KEPERAWATAN DAN KEPERAWATAN

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**PEMANFAATAN *HYDRILLA VERTICILLATA* DALAM MENURUNKAN
KONSENTRASI TSS DAN KEKERUHAN PADA LIMBAH CAIR
INDUSTRI TAHU MENGGUNAKAN POLA ALIRAN BATCH DAN
KONTINYU**

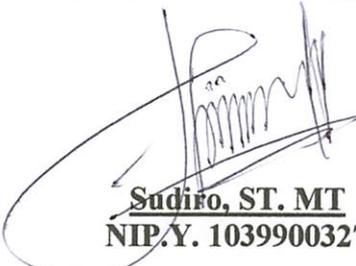
Disusun oleh :

RACHMAN USMAN

06.26.007

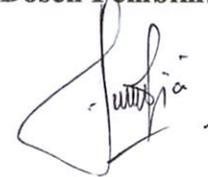
Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



Sudiro, ST. MT
NIP.Y. 1039900327

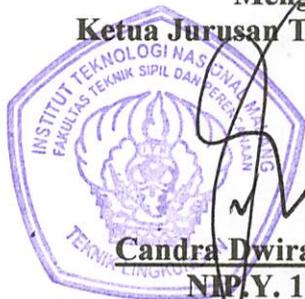
Dosen Pembimbing II



Anis Artiyani, ST. MT
NIP.P. 1030300384

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Lingkungan



Candra Dwiratna W, ST. MT

NIP.Y. 1030000349

№ 1030000370
Судья Д.С. М. С. М.

Копия вынесена в суд и проведена
исполнительная

№ 1030000370
Судья Д.С. М.

№ 1030300389
Судья Д.С. М.

Досудебное рассмотрение :

Досудебное рассмотрение II

Меню:

02.02.001

КОСОВОСЛУЖИТЕЛЬ

Исполнитель :

КОСОВОСЛУЖИТЕЛЬ

ИСТОРИЯ СУДЕБНОГО ПРОЦЕССА ПОСЛЕ ЗАКЛЮЧЕНИЯ
КОСОВОСЛУЖИТЕЛЬ И ЕГО КОСОВОСЛУЖИТЕЛЬ В ДРУГОМ СУДЕ
БЕЗУСЛОВНО НАДВИЖАЕТСЯ КЕКОСЛУЖИТЕЛЬ И ЕГО КОСОВОСЛУЖИТЕЛЬ

СКОСОВОСЛУЖИТЕЛЬ

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ КОСОВОСЛУЖИТЕЛЯ



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

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

P.T. 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 SKRIPSI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

NAMA : RACHMAN USMAN
NIM : 06.26.007
JURUSAN : TEKNIK LINGKUNGAN
JUDUL : PEMANFAATAN HYDRILLA VERTICILLATA DALAM
MENURUNKAN KONSENTRASI TSS DAN KEKERUHAN
PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU MENGGUNAKAN
POLA ALIRAN BATCH DAN KONTINYU

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

Pada Hari : SABTU

Tanggal : 20 AGUSTUS 2011

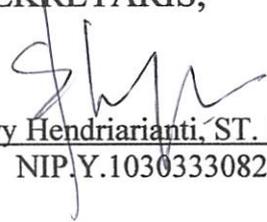
Dengan Nilai : **B⁺** (73,15)

PANITIA UJIAN SKRIPSI

KETUA,


Candra Dwiratna, ST. MT
NIP. Y. 1030000349

SEKRETARIS,

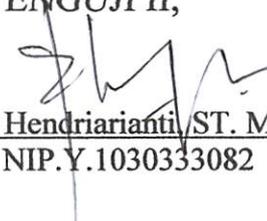

Evy Hendriarianti, ST. MMT
NIP. Y. 1030333082

ANGGOTA PENGGUJI

PENGGUJI I,


Candra Dwiratna, ST. MT
NIP. Y. 1030000349

PENGGUJI II,


Evy Hendriarianti, ST. MMT
NIP. Y. 1030333082

Usman, R., 2011. **Pemanfaatan *Hydrilla Verticillata* Dalam Menurunkan Konsentrasi TSS dan Kekeruhan Pada Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Pola Aliran Batch Dan Kontinyu.** Skripsi Jurusan teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang.

ABSTRAKSI

Industri tahu menghasilkan limbah cair dengan konsentrasi TSS dan nilai kekeruhan yang cukup tinggi. Oleh karena itu, dibutuhkan pengolahan limbah yang memadai, murah dan mudah pengoperasiannya, salah satunya adalah proses fitoremediasi. Penelitian ini bertujuan mengetahui tingkat keefektifan pola aliran secara batch dan kontinyu dengan memanfaatkan tanaman air melayang (*Hydrilla verticillata*) dan pengaruh kerapatan tanaman terhadap efisiensi penurunan TSS dan kekeruhan pada limbah cair industri tahu.

Penelitian ini menggunakan 2 variasi pola aliran yaitu aliran batch dan kontinyu, 3 variasi kerapatan tanaman yaitu kerapatan tanaman 70 mg/cm², 80 mg/cm² dan 90 mg/cm², dan 3 variasi waktu detensi yaitu 2 hari, 4 hari, dan 6 hari.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa reaktor batch memiliki efektifitas yang lebih baik dibandingkan reaktor kontinyu dalam menurunkan konsentrasi TSS dan Kekeruhan. Keefektifitasan reaktor batch terjadi pada kerapatan tanaman 70 mg/cm² untuk penyisihan TSS dan 90 mg/cm² untuk penyisihan kekeruhan pada hari keenam. Konsentrasi TSS dapat diturunkan hingga 92,86 % dari konsentrasi 1.065,3 mg/l menjadi 76,1 mg/l. Sedangkan konsentrasi kekeruhan dapat diturunkan hingga 79,52 % dari konsentrasi 425 NTU menjadi 87 NTU.

Kata kunci: Batch, Kekeruhan, Kontinyu, Limbah Cair Tahu, TSS.

Usman, R., 2011. Utilization of Hydrilla Verticillata In lower concentrations of TSS and turbidity In The Tofu Liquid Waste Using Batch and Continuous Flow Patterns. Thesis Department of Environmental Engineering National Institute of Technology Malang.

ABSTRACTION

Tofu industries produce liquid waste out with concentrations of TSS and turbidity values are quite high. Therefore, adequate sewage treatment is required, inexpensive and easy operation, one of which is the process of phytoremediation. This study aims to determine the effectiveness of the pattern in batch and continuous flow by using floating aquatic plants (*Hydrilla verticillata*) and plant density influence on the efficiency of the reduction of TSS and turbidity of wastewater in the tofu industry.

This study used two variants of the flow of process flow model batch and continuous flow, three variations in the density of plants is the density of the plants 70 mg/cm², 80 mg/cm² and 90, and three days retention time of 2 days, 4 hours, and 6 days.

The results of this study indicate that the batch reactor has better efficacy than continuous reactor in decreasing concentrations of TSS and turbidity. Effectiveness occurs in a batch reactor plant density of 70 mg/cm² to 90 mg/cm² allowance for TSS and turbidity on the sixth day allowance. TSS concentrations can be reduced up to 92,86% of the concentration of 1.065,3 mg / l to 76,1 mg / l. While the concentrations of turbidity can be reduced up to 79,52% of the concentration from 425 NTU to 87 NTU.

Key words: Batch, Turbidity, Continuous , Tofu Liquid Waste, TSS.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Syukur Alhamdulillah senantiasa saya panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, karunia serta hidayah-Nya. Sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini tanpa hambatan yang berarti. Setelah mengalami proses yang cukup lama, penulis merasa bahwa penelitian ini merupakan sesuatu yang penting untuk mengukur kemampuan dalam menyerap ilmu yang telah didapat baik secara langsung melalui kuliah maupun pengalaman lain di lapangan.

Tugas akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang. Oleh karena itu, penulis dengan sungguh-sungguh mencoba menyajikan yang terbaik bagi perkembangan teknologi pengolahan limbah.

Dalam pengerjaan tugas akhir ini penyusun telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Bapak Sudiro, ST. MT selaku dosen pembimbing I yang juga telah memberikan bimbingan dan meluangkan waktunya untuk bertukar pendapat demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
2. Ibu Anis Artiyani, ST.MT selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan masukan dan arahan demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
3. Ibu Candra Dwiratna, ST. MT dosen penguji yang telah memberikan bimbingan, masukan, saran, dan motivasi demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
4. Ibu Evy Hendriarianti, ST.MMT selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan, bimbingan serta arahan dalam revisi skripsi ini.
5. Teman-teman saya Teknik Lingkungan khususnya angkatan '06 yang telah memberikan semangat sampai laporan skripsi ini selesai.

6. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Lingkungan dan semua pihak yang telah ikut membantu dalam proses penyelesaian laporan skripsi ini.

Dengan keterbatasan sebagai seorang mahasiswa, penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh sebab itu penulis mengharapkan saran, kritik yang bersifat konstruktif demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga penelitian ini dapat berguna bagi semua pihak yang membutuhkan.

Malang, Agustus 2011

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PERSETUJUAN	
ABSTRAKSI	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Hipotesa	4
1.4 Lingkup Penelitian	5
1.5 Tujuan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Industri Tahu	6
2.1.1 Bahan Produksi Tahu	6
2.1.2 Proses Produksi Tahu	9
2.2 Limbah Cair Industri Tahu	11
2.2.1 Karakteristik Limbah Cair Industri Tahu	11
2.2.1.1 Padatan Total	12
2.2.1.2 Kekeruhan (Turbidity)	13
2.2.1.3 Chemical Oxygen Demand (COD)	14
2.2.1.4 Biological Oxygen Demand (BOD)	14
2.2.1.5 Temperatur	14
2.2.1.6 Warna	15
2.2.1.7 Bau	15
2.2.1.8 pH	15
2.2.2 Dampak Limbah Cair Industri Tahu	15

2.3	Macam-Macam Sistem Bioreaktor	16
2.4	Fitoremediasi	17
2.5	Jenis-jenis Tumbuhan Air	18
2.6	Aklimatisasi	20
2.7	Metode Pengolahan Data	20
2.7.1	Statistik Deskriptif dan Inferensi	20
2.7.1	Analisis Korelasi	21
2.7.2	Analisis Regresi	21
2.7.3	Analysis of Variance (ANOVA) Desain Faktorial	23

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Variabel Penelitian	25
3.1.1	Variabel Respon (Variabel Dependen)	25
3.1.2	Variabel Prediktor (Variabel Independen)	25
3.2	Peralatan dan Bahan Penelitian	26
3.2.1	Peralatan Penelitian	26
3.2.1.1	Pembuatan Reaktor Batch Untuk Proses Fitoremediasi	26
3.2.1.2	Pembuatan Reaktor Kontinyu Untuk Proses Fitoremediasi	27
3.2.2	Bahan Penelitian	28
3.3	Penelitian Pendahuluan	29
3.3.1	Analisis Awal Media Tanam	29
3.3.2	Aklimatisasi	30
3.4	Pelaksanaan Penelitian	31
3.4.1	Penelitian Dengan Variasi Kerapatan Tanaman Uji	33
3.5	Analisis Data Dan Pembahasan	34
3.6	Kerangka Penelitian	35

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1	Karakteristik Limbah Cair Industri Tahu	36
4.2	Karakteristik Akhir Limbah Cair Tahu Setelah Proses	

Fitoremediasi	37
4.2.1 Karakteristik Akhir Limbah Cair Tahu Menggunakan Reaktor Batch	37
4.2.2 Karakteristik Akhir Limbah Cair Tahu Menggunakan Reaktor Kontinyu	39
4.3 Analisis Penurunan Total Suspended Solid (TSS)	41
4.3.1 Analisis Deskriptif	41
4.3.1.1 Reaktor Batch	43
4.3.1.2 Reaktor Kontinyu	43
4.3.2 Analisis Korelasi	44
4.3.2.1 Analisis Korelasi antara Variasi Pola Aliran Terhadap Prosentase Penyisihan TSS	44
4.3.2.2 Analisis Korelasi antara Variasi Kerapatan Tanaman Dan Waktu Detensi Terhadap Prosentase Penyisihan TSS Pada Reaktor Batch	45
4.3.2.3 Analisis Korelasi antara Variasi Kerapatan Tanaman Dan Waktu Detensi Terhadap Prosentase Penyisihan TSS Pada Reaktor Kontinyu	46
4.3.3 Analisis Regresi	46
4.3.3.1 Analisis Regresi antara Variasi Pola Aliran Terhadap Prosentase Penyisihan TSS	48
4.3.3.2 Analisis Regresi antara Variasi Kerapatan Tanaman Dan Waktu Detensi Terhadap Prosentase Penyisihan TSS Pada Reaktor Batch	49
4.3.3.3 Analisis Regresi antara Variasi Kerapatan Tanaman Dan Waktu Detensi Terhadap Prosentase Penyisihan TSS Pada Reaktor Kontinyu	52
4.3.4 Analisis Varian (ANOVA)	55
4.3.4.1 Analisis Varian (ANOVA) One-way antara Variasi Pola Aliran Terhadap Penyisihan TSS	55
4.3.4.2 Analisis Varian (ANOVA) Two-way antara	

	Variasi Kerapatan Tanaman dan Waktu Detensi Terhadap Penyisihan TSS Pada Reaktor Batch	56
4.3.4.3	Analisis Varian (ANOVA) Two-way antara Variasi Kerapatan Tanaman dan Waktu Detensi Terhadap Penyisihan TSS Pada Reaktor Kontinyu	58
4.4	Analisis Penurunan Kekeruhan	60
4.4.1	Analisis Deskriptif	60
4.4.1.1	Reaktor Batch	62
4.4.1.2	Reaktor Kontinyu	62
4.4.2	Analisis Korelasi	63
4.4.2.1	Analisis Korelasi antara Variasi Pola Aliran Terhadap Prosentase Penyisihan Kekeruhan	63
4.4.2.2	Analisis Korelasi antara Variasi Kerapatan Tanaman Dan Waktu Detensi Terhadap Prosentase Penyisihan Kekeruhan Pada Reaktor Batch	64
4.4.2.3	Analisis Korelasi antara Variasi Kerapatan Tanaman Dan Waktu Detensi Terhadap Prosentase Penyisihan Kekeruhan Pada Reaktor Kontinyu	65
4.4.3	Analisis Regresi	67
4.4.3.1	Analisis Regresi antara Variasi Pola Aliran Terhadap Prosentase Penyisihan Kekeruhan	67
4.4.3.2	Analisis Regresi antara Variasi Kerapatan Tanaman Dan Waktu Detensi Terhadap Prosentase Penyisihan Kekeruhan Pada Reaktor Batch	69
4.4.3.3	Analisis Regresi antara Variasi Kerapatan Tanaman Dan Waktu Detensi Terhadap Prosentase Penyisihan Kekeruhan Pada Reaktor Kontinyu	71

4.4.4	Analisis Varian (ANOVA)	73
4.4.4.1	Analisis Varian (ANOVA) One-way antara Variasi Pola Aliran Terhadap Penyisihan Kekeruhan	73
4.4.4.2	Analisis Varian (ANOVA) Two-Ways Antara Variasi Kerapatan Tanaman Dan Waktu Detensi Terhadap Prosentase Penyisihan Kekeruhan Pada Reaktor Batch	75
4.4.4.3	Analisis Varian (ANOVA) Two-Ways Antara Variasi Kerapatan Tanaman Dan Waktu Detensi Terhadap Prosentase Penyisihan Kekeruhan Pada Reaktor Kontinyu	77
4.5	Pembahasan	79
4.5.1	Pengaruh Pola Aliran Terhadap Prosentase Penyisihan TSS dan Prosentase Penyisihan Kekeruhan	79
4.5.2	Pengaruh Variasi Kerapatan Tanaman Terhadap Prosentase Penyisihan TSS dan Prosentase Penyisihan Kekeruhan	81
4.5.3	Pengaruh Variasi Waktu Detensi Terhadap Prosentase Penyisihan TSS dan Prosentase Penyisihan Kekeruhan	83
4.5.4	Kualitas Output Pengolahan Fitoremedasi Aliaran Batch dan Kontinyu Berdasarkan Standart Baku Mutu	85

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	87
5.2	Saran	88

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Karakteristik Limbah Cair Industri Tahu Desa Tunggulwulung	36
Tabel 4.2	Nilai Konsentrasi Akhir Pada Reaktor Kontrol dan Reaktor Uji Aliran Batch	37
Tabel 4.3	Nilai Konsentrasi Akhir Pada Reaktor Kontrol dan Reaktor Uji Aliran Kontinyu	39
Tabel 4.4	Prosentase Penyisihan TSS (%)	42
Tabel 4.5	Hasil Uji Korelasi Antara Variasi Pola Aliran Terhadap Prosentase Penyisihan TSS (%)	44
Tabel 4.6	Hasil Uji Korelasi Anatra Variasi Kerapatan Tanaman (mg/cm^2) dan Waktu Detensi (Hari) Terhadap Prosentase Penyisihan TSS (%) Pada Reaktor Batch	45
Tabel 4.7	Hasil Uji Korelasi Anatra Variasi Kerapatan Tanaman (mg/cm^2) dan Waktu Detensi (Hari) Terhadap Prosentase Penyisihan TSS (%) Pada Reaktor Kontinyu	46
Tabel 4.8	Analisis Regresi Antara Variasi Pola Aliran Terhadap Prosentase Penyisihan TSS (%)	48
Tabel 4.9	Analisis Regresi antara Variasi Kerapatan Tanaman (mg/cm^2) dan Waktu Detensi (Hari) Terhadap Prosentase Penyisihan TSS (%) Pada Reaktor Batch	49
Tabel 4.10	Analisis Regresi antara Variasi Kerapatan Tanaman (mg/cm^2) dan Waktu Detensi (Hari) Terhadap Prosentase Penyisihan TSS (%) Pada Reaktor Kontinyu	52
Tabel 4.11	Hasil Uji ANOVA Antara Variasi Pola Aliran Terhadap Prosentase Penyisihan TSS (%)	55
Tabel 4.12	Hasil Uji ANOVA antara Variasi Kerapatan Tanaman (mg/cm^2) dan Waktu Detensi (Hari) Terhadap Prosentase Penyisihan TSS (%) Pada Reaktor Batch	56

Tabel 4.13 Hasil Uji ANOVA antara Variasi Kerapatan Tanaman (mg/cm^2) dan Waktu Detensi (Hari) Terhadap Prosentase Penyisihan TSS (%) Pada Reaktor Kontinyu	58
Tabel 4.14. Prosentase Penyisihan Kekeruhann (%)	61
Tabel 4.15. Hasil Uji Korelasi antara Variasi Pola Aliran Terhadap Prosentase Penyisihan Kekeruhan (%)	63
Tabel 4.16. Hasil Uji Korelasi antara Variasi Kerapatan Tanaman (mg/cm^2) dan Waktu Detensi (Hari) Terhadap Prosentase Penyisihan Kekeruhan (%) Pada Reaktor Batch	64
Tabel 4.17. Hasil Uji Korelasi antara Variasi Kerapatan Tanaman (mg/cm^2) dan Waktu Detensi (Hari) Terhadap Prosentase Penyisihan Kekeruhan (%) Pada Reaktor Kontinyu	65
Tabel 4.18. Analisis Regresi antara Variasi Pola Aliran Terhadap Prosentase Penyisihan Kekeruhan (%)	67
Tabel 4.19. Analisis Regresi antara Variasi Kerapatan Tanaman (mg/cm^2) dan Waktu Detensi (Hari) Terhadap Prosentase Penyisihan Kekeruhan (%) Pada Reaktor Batch	69
Tabel 4.20. Analisis Regresi antara Variasi Kerapatan Tanaman (mg/cm^2) dan Waktu Detensi (Hari) Terhadap Prosentase Penyisihan Kekeruhan (%) Pada Reaktor Kontinyu	71
Tabel 4.21. Hasil Uji ANOVA Antara Variasi Pola Aliran Terhadap Prosentase Penyisihan Kekeruhan (%)	73
Tabel 4.22. Hasil Uji ANOVA antara Variasi Kerapatan Tanaman (mg/cm^2) dan Waktu Detensi (Hari) Terhadap Prosentase Penyisihan Kekeruhan (%) Pada Reaktor Batch	75
Tabel 4.23. Hasil Uji ANOVA antara Variasi Kerapatan Tanaman (mg/cm^2) dan Waktu Detensi (Hari) Terhadap Prosentase Penyisihan Kekeruhan (%) Pada Reaktor Kontinyu	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Alir Produksi Tahu	10
Gambar 2.2 Limbah Cair Industri Tahu	11
Gambar 2.3 Skema Pembagian Zat Padat	13
Gambar 3.1 Reaktor Batch	27
Gambar 3.2 Reaktor Kontinyu	28
Gambar 3.3 <i>Hydrilla verticillata</i>	29
Gambar 3.4 Kerangka Penelitian	35
Gambar 4.1 Grafik Hubungan Konsentrasi Akhir TSS (mg/l) Terhadap Waktu Pengambilan Sampel Setelah Proses	41
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Prosentase Penyisihan TSS (%) Terhadap Waktu Pengambilan Sampel Setelah Proses	43
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Konsentrasi Akhir Kekeruhan (NTU) Terhadap Waktu Pengambilan Sampel Setelah Proses	60
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Prosentase Penyisihan Kekeruhan (%) Terhadap Waktu Pengambilan Sampel Setelah Proses	62

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air dan sumber-sumbernya merupakan salah satu kekayaan alam yang mutlak dibutuhkan oleh makhluk hidup guna menopang kelangsungan hidupnya dan memelihara kesehatannya. Kehadiran air di dunia ini sangat penting sekali artinya bagi kehidupan karena tanpa air semuanya akan musnah, sehingga dapat dikatakan bahwa air tidak dapat dipisahkan dengan kehidupan, tanpa air tidaklah mungkin ada kehidupan. Perkembangan ilmu pengetahuan telah membuktikan bagaimana pentingnya air dalam kehidupan sehari-hari. Namun, sumber daya air ada batasnya dan apabila pengelolaannya keliru dapat menimbulkan suatu kerusakan/kehancuran (bencana akibat banjir dan sebagainya), oleh sebab itu pengembangan dan pengelolaan sumber daya air secara nasional merupakan suatu keharusan.

Pencemaran air terjadi dengan ditandai adanya perubahan fisik, kandungan kimia dan biologis yang ada di perairan. Semakin berkembangnya industri-industri dewasa ini, tentu saja menghasilkan limbah yang akan membuat masalah pencemaran. Limbah-limbah yang ada dapat menimbulkan kerusakan lingkungan dan berbahaya bagi lingkungan ataupun makhluk hidup, sehingga memerlukan penanganan yang khusus. Air buangan proses produksi memiliki kandungan padatan tersuspensi dan kadar kekeruhan yang dapat merusak kestabilan badan air.

Air buangan industri tahu merupakan salah satu sumber pencemaran yang dapat merusak kualitas lingkungan. Air buangan proses produksi mengandung parameter fisik yaitu TSS dan kekeruhan yang dapat mencemari lingkungan dan berbahaya. Sesuai dengan *Keputusan Gubernur Jawa Timur NO. 45 tahun 2002 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri* kandungan TSS maksimum adalah sebesar 100 mg/l. Sedangkan nilai kekeruhan tidak ditetapkan sebagai parameter

pencemar limbah cair industri. Akan tetapi, kekeruhan juga termasuk parameter penting dalam pengolahan air limbah.

Padatan tersuspensi (TSS) sangat erat hubungannya dengan kekeruhan, karena meningkatnya padatan tersuspensi akan diikuti pula dengan meningkatnya kekeruhan. Selain itu, kekeruhan tidak hanya membahayakan biota perairan tetapi juga menyebabkan air tidak produktif karena menghalangi masuknya sinar matahari untuk fotosintesis. Kandungan padatan tersuspensi dan tingkat kekeruhan yang tinggi akan menimbulkan kerusakan dan mengurangi nilai estetika alam. Daya kerusakan tetap lebih tinggi daripada daya pemulihan, sehingga lama kelamaan kondisi lingkungan akan semakin memburuk, kalau tidak ada perbaikan. Untuk mengatasi dampak buruk pencemaran limbah tahu, maka dibutuhkan pengolahan terhadap limbah yang mengandung TSS dan kekeruhan sebelum dibuang ke badan air. Beberapa teknologi seperti RBC (*Rotating Biological Contactor*) ataupun dengan menggunakan biofilter dapat digunakan untuk mengolah limbah tahu, namun teknologi-teknologi tersebut mempunyai kelemahan yaitu biaya yang cukup mahal, sehingga dibutuhkan teknologi lain yang dapat digunakan untuk mengolah limbah cair industri tahu dengan biaya yang murah.

Fitoremediasi merupakan salah satu teknologi bioremediasi yang menggunakan tanaman untuk dekontaminasi limbah dan masalah-masalah pencemaran lingkungan baik secara ex-situ menggunakan kolam buatan atau reaktor maupun in-situ (langsung di lapangan) pada tanah atau daerah yang terkontaminasi limbah. Tanaman tersebut bekerjasama dengan mikroorganisme dalam media (tanah, koral dan air) untuk mengubah, menghilangkan, menstabilkan, atau menghancurkan zat kontaminan (pencemar atau polutan) menjadi kurang atau tidak berbahaya sama sekali bahkan menjadi bahan yang berguna secara ekonomi. Teknologi ini murah dan mudah dilakukan, di samping itu tanaman yang digunakan dapat dimanfaatkan kembali misalnya sebagai kompos.

Kajian penanganan limbah dengan menggunakan tanaman air sudah banyak dilakukan diantaranya dengan menggunakan tanaman enceng gondok,

kayu apu, paku air, kiambang dan lain-lain. Namun, pada penelitian ini akan digunakan tanaman air melayang Hydrilla (*Hydrilla verticillata*) untuk menurunkan kandungan TSS dan kekeruhan pada limbah cair industri tahu dengan menggunakan pola aliran yang berbeda yaitu pola aliran secara batch dan pola aliran secara kontinyu. *Hydrilla verticillata* merupakan tanaman air melayang di air, dimana bagian daun, batang dan akar terendam di air yang memudahkan pendegradasian bahan pencemar (BOD, COD, N, P, TSS, dan logam berat).

Hasil penelitian Pistal. A., (2008), diketahui bahwa dengan menggunakan tanaman air mengapung *Azolla pinnata* dapat menurunkan BOD, COD dan TSS pada limbah tahu dengan menggunakan sistem batch masing-masing sebesar 78,5 %; 80,4% dan 80,7% masing-masing pada kerapatan tanaman 30 mg/cm² terjadi pada hari ke enam. Sedangkan dari hasil penelitian Arsil. P., dan Supriyanto., (2006), juga diketahui bahwa dengan menggunakan tanaman air mengapung Enceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dapat menurunkan BOD dan COD pada limbah tahu dengan menggunakan sistem batch, masing-masing sebesar 68,06%, 72,76%, tetapi mengalami peningkatan TSS dan pH masing-masing sebesar 7,29% dan 47,56% pada kerapatan tanaman 30 mg/cm² terjadi pada hari ke enam. Selain itu juga dari hasil penelitian Wiyono. E., dan Trihadiningrum, Y., (2000) dengan menggunakan dengan menggunakan tanaman air Duckweed (*Lemna minor*) dapat menurunkan COD, N-total, dan P-total dengan menggunakan sistem batch masing-masing sebesar 56,62%, 89,26%, dan 82,62% pada kerapatan 60 mg/cm² terjadi pada hari ke enam.

Berdasarkan dari beberapa penelitian diatas, maka akan dilakukan penelitian menggunakan tanaman air melayang Hydrilla (*Hydrilla verticillata*) dalam menurunkan kandungan TSS dan Kekeruhan dengan kerapatan 70 mg/cm², 80 mg/cm², 90 mg/cm² pada air limbah cair industri tahu dengan membandingkan tingkat keefektifan pola aliran secara batch dan pola aliran secara kontinyu.

1.2. Rumusan Masalah

Masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Pola aliran mana yang paling efektif dalam menurunkan kandungan TSS dan kekeruhan pada limbah cair industri tahu ?
2. Berapa kerapatan optimal tanaman melayang Hydrilla (*Hydrilla verticillata*) dalam menurunkan kandungan TSS dan kekeruhan pada kondisi aliran batch dan kontinu pada limbah cair industri tahu ?

1.3. Hipotesa

Hipotesa yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- a. Sistem pengaliran secara kontinu lebih efektif dari pada sistem pengaliran secara batch. Hal ini disebabkan karena adanya kecukupan nutrient dari hasil penambahan bahan organik dalam air limbah pada reaktor kontinu yang dimanfaatkan oleh mikroba sebagai sumber energi. Hal ini juga dijelaskan oleh (Slamet, Agus et,al, 2000) yang menyatakan bahwa bahan polutan berupa senyawa organik merupakan sumber makanan (substrat) bagi mikroba.
- b. Semakin padat kerapatan tanaman semakin banyak konsentrasi polutan yang didegradasi sehingga konsentrasi TSS dan kekeruhan mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena peran akar, batang dan daun pada tanaman uji menjadi sangat penting dalam penyerapan bahan pencemar. Dengan bertambahnya kerapatan tanaman, maka jumlah akar, batang dan daun pada area media tanam juga akan bertambah sehingga dapat menyerap kandungan bahan pencemar.
- c. Semakin lama waktu detensi semakin banyak konsentrasi polutan yang didegradasi sehingga konsentrasi TSS dan kekeruhan mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu kontak antara bahan pencemar dalam limbah tahu dengan tanaman uji akan memperbanyak kesempatan pada tanaman uji untuk menyisihkan kandungan bahan pencemar dalam air buangan tersebut.

1.4. Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium.
2. Limbah yang digunakan adalah limbah cair industri tahu yang terletak di Desa Tunggulwulung Kota Malang.

1.5. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pola aliran yang paling efektif dalam menurunkan kandungan padatan tersuspensi (TSS) dan kekeruhan pada limbah cair industri tahu.
2. Mengetahui kerapatan optimal tanaman melayang (*Hydrilla verticillata*) dalam menurunkan kandungan padatan tersuspensi (TSS) dan kekeruhan pada limbah cair industri tahu.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1. Industri Tahu

2.1.1 Bahan Produksi Tahu

Tahu merupakan gumpalan protein kedelai yang diperoleh dari hasil penyaringan kedelai yang telah digiling dengan penambahan air. Penggumpalan protein dilakukan dengan cara penambahan cairan biang atau garam-garam kalsium (Sarwono, 2001). Bahan-bahan yang digunakan untuk proses produksi tahu antara lain:

1. Kacang kedelai

Kacang kedelai (*Glycine max* sin. *Glycine soya*), terutama kedelai kuning. Kacang kedelai dapat dijadikan bahan baku tahu dengan persyaratan sebagai berikut (Sarwono, 2001):

- a. Kedelai yang menjadi bahan baku sebaiknya belum lama (baru) dipanen dan cukup umur. Kedelai yang panen muda antara lain ditandai dengan bijinya yang keriput.
- b. Kadar air kedelai maksimal 13%. Bila kadar airnya mencapai 15%, jamur mudah sekali tumbuh selama penyimpanan. Namun, perlu dijaga pula agar kadar airnya tidak terlalu rendah karena kedelai yang berkadar air 9% atau kurang akan mudah pecah.
- c. Biji kedelai harus utuh karena enzim-enzim lipoksidase akan aktif bila kedelai pecah sehingga menyebabkan minyaknya tengik dan bau tahu kurang enak.
- d. Kedelai harus bebas dari segala macam kotoran, seperti kerikil, pasir atau sisa-sisa tanaman. Selain membutuhkan waktu dan biaya untuk menyingkirkannya, kotoran-kotoran tersebut juga bisa merusak alat penggiling.

2. Penggumpal

Bahan penggumpal digunakan untuk mengendapkan protein dan larutan padat pada sari kedelai. Beberapa bahan penggumpal yang dapat digunakan adalah (Sarwono, 2001):

a. Batu tahu atau sioko

Batu tahu atau sioko merupakan bahan penggumpal yang tergolong populer, dimana sebagian besar kandungannya berupa kalsium sulfat. Wujudnya berupa padatan putih. Sebelum digunakan, batu tahu ini harus dibakar lalu ditumbuk hingga halus kemudian dilarutkan dalam air dan diendapkan selama semalam. Dosis larutan 5-10 gram sioko per 400-800 liter air. Bahan penggumpal ini ditambahkan sekaligus pada saat sari kedelai bersuhu 70-90°C dan diaduk dengan arah tetap.

b. Asam cuka

Asam cuka merupakan bahan penggumpal yang baik dalam pembuatan tahu. Dosis yang dipergunakan untuk setiap 0,5 kg kedelai kering sebanyak 74 ml atau sekitar 16,4% dari berat kering kedelai. Penambahan asam cuka ini dilakukan saat suhu sari kedelai antara 80-90°C.

c. Biang tahu (*whey*)

Biang tahu ini berupa air sisa penggumpalan sari kedelai. Sebelum digunakan, cairan ini didiamkan dulu selama 1-2 malam agar bakteri yang ada menghasilkan asam laktat. Kendala yang sering muncul yaitu bila penanganannya tidak higienis, maka bakteri pemecah protein akan tumbuh dan berkembang.

d. Kalsium sulfat murni

Kalsium sulfat murni berbentuk serbuk putih dan merupakan bahan penggumpal yang paling populer di dunia. Dosis pemakaiannya kira-kira 10 g per 0,5 kg kedelai kering untuk pembuatan tahu keras. Pada pembuatan tahu sutera digunakan sebanyak 4 gram per 0,5 kg kedelai kering. Pemberian kalsium sulfat dilakukan pada saat suhu sari kedelai 70-75°C.

e. Glucono-delta-lacton (GDL)

Bahan penggumpal ini banyak digunakan sebagai penggumpal sari kedelai di Jepang sejak tahun 1969 dan tergolong istimewa. GDL dapat dicampurkan ke dalam sari kedelai dingin dengan jumlah sedikit, kemudian dimasukkan ke dalam wadah dan ditutup rapat, lalu dicelupkan dalam air bersuhu 85-90°C selama 30-50 menit.

3. Pewarna

Pewarna alami tahu biasanya menggunakan ekstrak kunyit. Tahu yang diberi pewarna alami ini cukup mudah dikenali karena pada permukaannya terdapat sedikit gumpalan-gumpalan dan beraroma khas kunyit. Para pembuat tahu biasanya lebih suka menggunakan pewarna sintetis daripada pewarna alami karena lebih mudah penggunaannya dan warna tahu lebih cerah (Sarwono, 2001).

4. Antibusa

Bahan ini berfungsi untuk mencegah timbulnya busa sewaktu memasak bubur kedelai. Zat antibusa yang bisa digunakan dalam pembuatan tahu, antara lain kalsium karbonat, minyak goreng dan *silicone defoamer* (Sarwono, 2001).

5. Air

Industri tahu tergolong boros air. Pengolahan 3 kg kedelai membutuhkan air sekitar 135 liter atau 45 liter per 1 kg kedelai. Air yang dipergunakan sangat berpengaruh pada mutu tahu. Oleh karena itu, air yang digunakan harus memenuhi persyaratan untuk industri pangan, seperti tidak berwarna, tidak berbau, jernih, tidak berasa, tidak mengandung besi dan mangan, serta bebas dari jasad renik patogen. Penggunaan air sumur atau air sungai dalam pembuatan tahu harus diberi klor, lalu diendapkan dan disaring berulang kali (Sarwono, 2001).

2.1.2 Proses Produksi Tahu

Pembuatan tahu pada prinsipnya dengan cara mengekstraksi protein, kemudian mengumpulkannya sehingga terbentuk padatan protein. Adapun urutan proses produksi tahu adalah (Sarwono, 2001):

a. Pembuatan sari kedelai

Biji kedelai mula-mula dibersihkan dari kotoran atau benda asing, sementara kedelai yang pecah, berlubang, busuk dan berjamur dibuang. Kedelai selanjutnya direndam dalam tangki atau tong perendaman selama 8-12 jam atau satu malam. Perendaman cukup selama 1-2 jam jika menggunakan air bersuhu 55°C. Setelah direndam, biji kedelai kemudian ditiriskan.

Kedelai yang telah direndam kemudian digiling hingga menjadi bubur halus. Penggilingan dilakukan dengan mesin giling. Pada saat penggilingan berlangsung, air ditambahkan sedikit demi sedikit. Kedelai yang telah menjadi bubur ditampung dalam wadah logam antikerat atau tong kayu.

Tahap berikutnya, bubur kedelai dimasak pada suhu 100°C selama 10-15 menit. Selama pemasakan berlangsung, air ditambahkan berulang kali. Kebutuhan air sekitar 10 liter untuk 1 kg kacang kedelai. Bubur kedelai masak selanjutnya disaring untuk mengambil sarinya dan untuk mendapatkan sari kedelai yang lebih banyak, ampas sarinya dapat dicuci kemudian disaring.

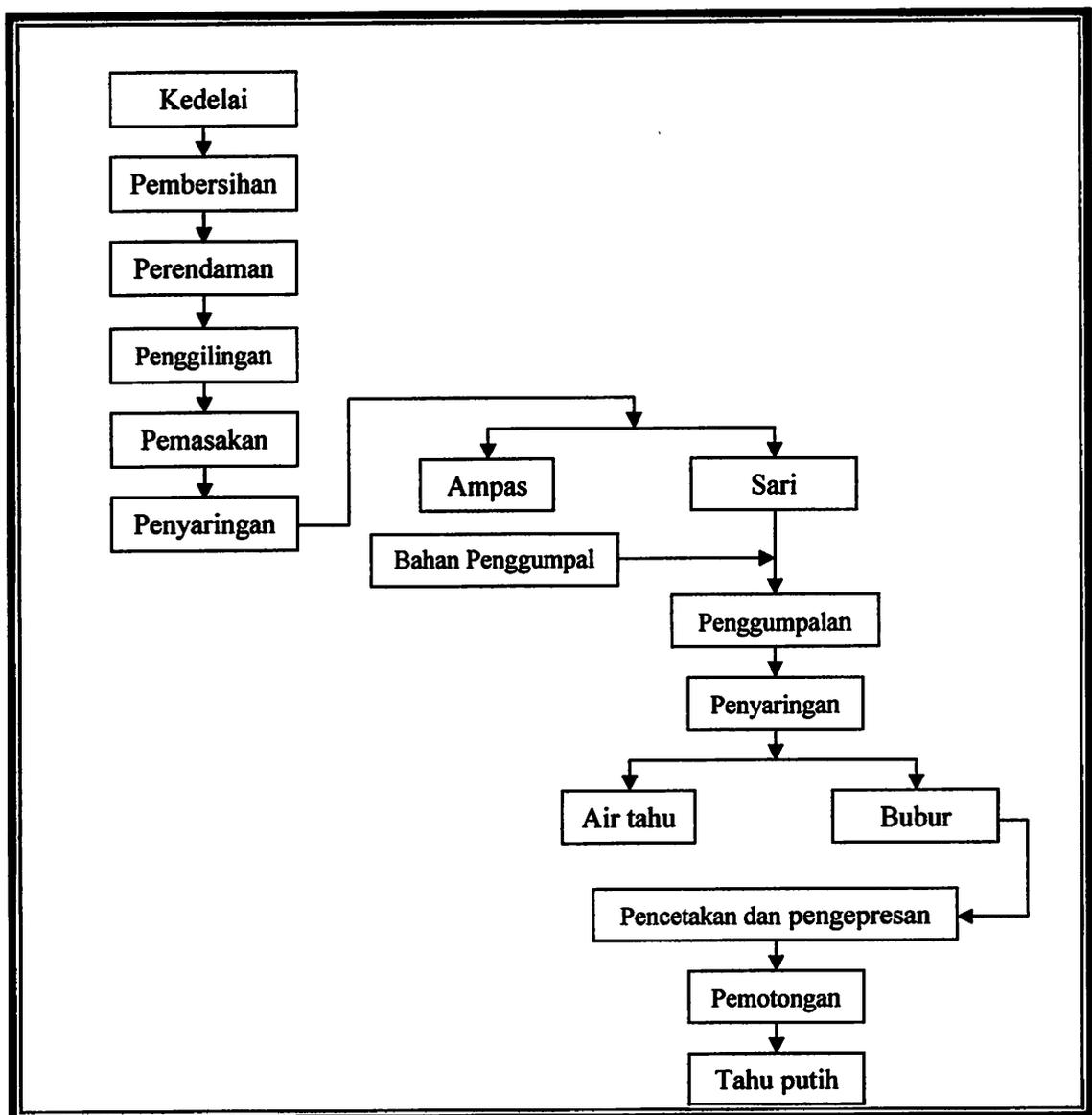
b. Penggumpalan dan pengendapan

Sari kedelai kemudian digumpalkan dengan larutan jenuh sioko yang telah diendapkan selama satu malam dengan dosis 5-10 gram sioko per 400-800 ml air. Penggumpalan dilakukan pada saat suhu sari kedelai berkisar 70-90°C dan pada saat penambahan sioko sebaiknya diaduk-aduk terus dengan arah tetap. Pengadukan dihentikan bila gumpalan bubur tahu telah terbentuk. Bubur tahu kemudian diendapkan hingga gumpalan turun ke dasar wadah. Pengendapan ini bertujuan untuk memudahkan pemisahan air tahu dengan bubur tahu.

c. Pencetakan dan pengepresan

Gumpalan bubur tahu dimasukkan ke dalam cetakan yang telah dialasi kain, lalu bagian atas juga ditutup dengan kain serupa dan papan. Di atas papan selanjutnya diletakkan pemberat berbobot sekitar 30 kg selama 15 menit atau hingga air tahu menetes habis.

Untuk lebih jelasnya, secara umum proses produksi tahu disajikan dalam bentuk diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 2.1 sebagai berikut:



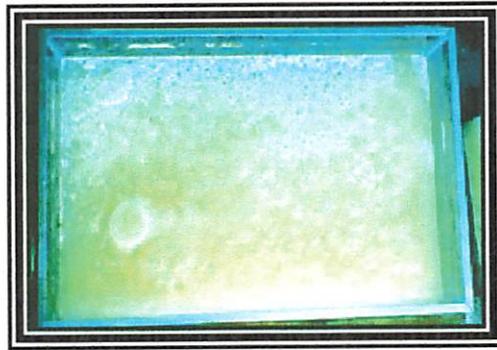
Gambar 2.1 Diagram Alir Produksi Tahu

2.2 Limbah Cair Industri Tahu

Limbah tahu adalah limbah yang dihasilkan dalam proses pembuatan tahu maupun pada saat pencucian kedelai. Limbah yang dihasilkan berupa limbah padat dan cair. Setiap 1 kwintal kedelai akan menghasilkan limbah 1,5-2 m³ air limbah. Limbah yang dihasilkan adalah:

- Sisa air tahu yang tidak menggumpal
- Potongan tahu yang hancur pada saat proses karena kurang sempurnanya proses penggumpalan
- Limbah tahu keruh dan berwarna kuning muda keabu-abuan dan bila dibiarkan akan berwarna hitam dan berbau busuk

Bahan-bahan organik yang terkandung di dalam air buangan industri tahu pada umumnya sangat tinggi. Senyawa-senyawa organik di dalam air buangan tersebut dapat berupa protein, karbohidrat dan minyak. Limbah cair industri tahu, dapat dilihat pada Gambar 2.2 sebagai berikut:



Gambar 2.2 Limbah Cair Industri Tahu

2.2.1 Karakteristik Limbah Cair Industri Tahu

Bahan-bahan organik yang terkandung di dalam buangan industri tahu pada umumnya sangat tinggi. Senyawa-senyawa organik di dalam air buangan tersebut dapat berupa protein, karbohidrat, lemak dan minyak. Di antara senyawa-senyawa tersebut, protein dan lemaklah yang jumlahnya paling besar (Nurhasan dan Pramudyanto, 1991), yang mencapai 40% - 60% protein, 25 -50% karbohidrat, dan 10% lemak. Semakin lama jumlah dan jenis bahan organik ini

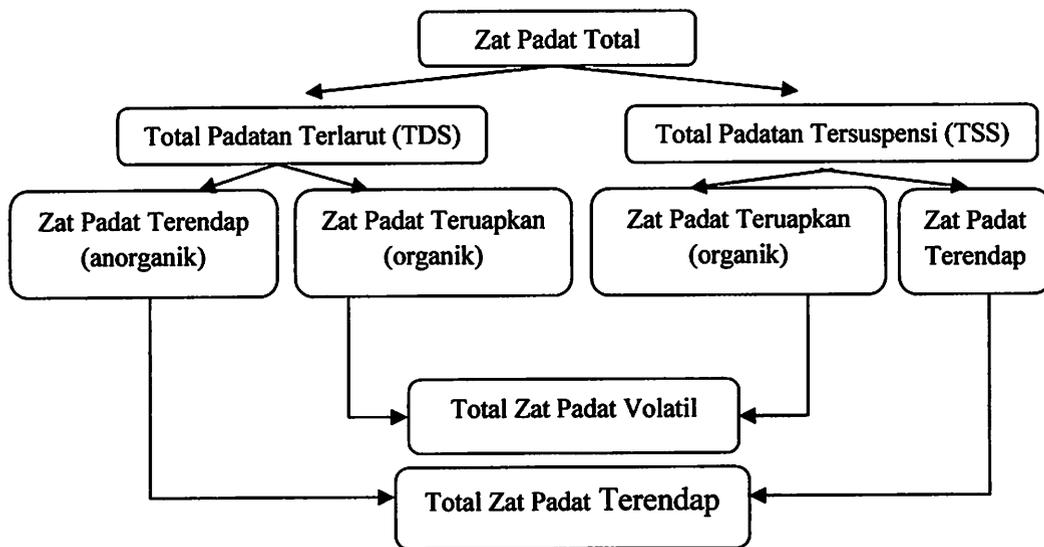
semakin banyak, dalam hal ini akan menyulitkan pengelolaan limbah, karena beberapa zat sulit diuraikan oleh mikroorganisme didalam air limbah tahu tersebut.

2.2.1.1 Padatan Total

Alerts dan Sri (1978) menjelaskan bahwa dalam air alam terdapat dua kelompok zat yaitu zat terlarut (garam, molekul organis) dan zat padat tersuspensi (koloid). Perbedaan pokok antara kedua kelompok ini ditentukan melalui ukuran-ukuran partikelnya. Analisis zat padat dalam air sangat penting bagi penentuan komponen-komponen air secara lengkap, serta untuk perencanaan serta pengawasan proses pengolahan dalam bidang air minum maupun dalam air buangan.

Jenis partikel koloid tersebut adalah penyebab kekeruhan dalam air (efek Tyndall) yang disebabkan oleh penyimpangan sinar nyata yang menembus suspensi tersebut. Partikel-partikel koloid tersebut tidak terlihat secara visual sedangkan larutannya (tanpa partikel koloid) terdiri dari ion-ion dan molekul-molekul yang tidak pernah keruh. Larutan menjadi keruh bila terjadi pengendapan yang merupakan keadaan kejenuhan dari suatu senyawa kimia. Partikel-partikel tersuspensi biasa, mempunyai ukuran lebih besar dari partikel koloid dan dapat menghalangi sinar yang akan menembus suspensi.

Dalam analisa zat padat, pengertian zat padat total adalah semua zat-zat padat yang tersisa sebagai residu dalam suatu bejana, bila sampel air dalam bejana tersebut dikeringkan pada suhu tertentu. Zat padat total terdiri dari zat padat terlarut dan zat padat tersuspensi yang dapat bersifat organik dan inorganik seperti dijelaskan pada Gambar 2.3 berikut ini:



Gambar 2.3. Skema Pembagian Zat Padat
 (Sumber: Alerts dan Sri dalam “Enrico, B. 2008”)

2.2.1.2 Kekeruhan (Turbidity)

Kekeruhan atau turbiditas adalah sifat fisik dari suatu larutan, yaitu hamburan dan adsorpsi cahaya yang melaluinya. Kekeruhan air ditimbulkan oleh adanya bahan-bahan anorganik dan organik yang terkandung didalam air seperti lumpur dan bahan yang dihasilkan oleh buangan industri. Zat organik dapat menjadi makanan bakteri, sehingga mendukung perkembangbiakannya. Bakteri ini juga merupakan zat tersuspensi, sehingga pertambahannya akan menambah pula kekeruhan air. Tingkat kekeruhan air di perairan mempengaruhi tingkat kedalaman pencahayaan matahari, semakin keruh suatu badan air maka semakin menghambat sinar matahari masuk ke dalam air. Pengaruh tingkat pencahayaan matahari sangat besar pada metabolisme makhluk hidup dalam air, jika cahaya matahari yang masuk berkurang maka makhluk hidup dalam air terganggu, khususnya makhluk hidup pada kedalaman air tertentu. (“Enrico, B. 2008”)

2.2.1.3 Chemical Oxygen Demand (COD)

Kebutuhan oksigen kimiawi atau COD adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang ada di dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia. Dalam hal ini, bahan buangan organik akan dioksidasi oleh Kalium bikromat ($K_2Cr_2O_7$) menjadi gas CO_2 dan H_2O serta sejumlah ion krom. Kalium bikromat digunakan sebagai sumber oksigen (oxidizing agent). (“Enrico, B. 2008”)

2.2.1.4 Biological Oxygen Demand (BOD)

Padatan yang terdapat dalam air limbah terdiri dari zat organik dan zat anorganik. Zat organik tersebut misalnya protein, karbohidrat dan lemak. Protein dan karbohidrat biasanya lebih mudah terpecah secara proses biologi menghasilkan amoniak, sulfide dan asam-asam lainnya, sedangkan lemak lebih stabil terhadap kerusakan biologi, namun apabila ada asam mineral dapat menguraikan asam lemak menjadi glyserol. Pada limbah tahu adanya lemak ditandai banyaknya zat-zat terapung berbentuk skum (“jtptunimus,2008”).

2.2.1.5 Temperatur

Temperatur air limbah industri tahu biasanya lebih tinggi dari temperatur normal di badan air. Hal ini dikarenakan dalam proses pembuatan tahu selalu dalam temperatur panas baik pada saat penggumpalan atau pada saat menyaring yaitu pada suhu $60-80\text{ }^{\circ}C$ (“jtptunimus,2008”).

Pencucian yang menggunakan air dingin selama proses berjalan tidak mampu menurunkan suhu limbah tersebut. Limbah panas yang dikeluarkan adalah sisa air susu tahu yang tidak tergumpal menjadi tahu, biasanya berwarna kuning muda dan apabila terendam dalam satu hari akan berasa asam (kecut) (“jtptunimus,2008”).

2.2.1.6 Warna

Warna air limbah transparan sampai kuning muda dan disertai adanya suspensi warna putih. Zat terlarut dan tersuspensi yang mengalami penguraian biologi maupun kimia akan berubah warna. Hal ini merupakan proses yang paling merugikan, karena adanya proses dimana kadar oksigen di dalam air limbah menjadi nol maka air limbah berubah menjadi warna hitam dan busuk (“jtptunimus,2008”).

2.2.1.7 Bau

Bau air limbah industri tahu dikarenakan proses pemecahan protein oleh mikroba alam. Bau sungai atau saluran menyengat atau apabila di saluran tersebut sudah berubah anaerob. Bau tersebut adalah terpecahnya penyusun dari protein dan karbohidrat sehingga timbul bau busuk dari gas H_2S (“jtptunimus,2008”).

2.2.1.8 pH

pH dalam limbah sangat dipengaruhi oleh kegiatan mikroba dalam pemecahan bahan organik. Air limbah cenderung asam dan pada keadaan asam ini terlepas zat-zat yang mudah menjadi gas (“jtptunimus,2008”).

2.2.2 Dampak Limbah Cair Industri Tahu

Pengolahan limbah cair tahu sangat diperlukan karena sifat limbah, yaitu:

- Limbah cair mengandung zat-zat organik terlarut dan padatan terlarut yang mengalami perubahan secara fisika, kimia, maupun hayati yang bisa menjadi media tumbuhnya kuman serta menimbulkan bau busuk.
- Suhu limbah air tahu rata-rata 40-60. Suhu ini lebih tinggi dibandingkan suhu rata-rata air lingkungan. Pembuangan secara langsung tanpa proses dapat membahayakan kelestarian lingkungan hidup.

- Air limbah yang bersifat asam karena pada proses penggumpalan sari kedelai digunakan bahan penolong yang bersifat asam. Keasaman limbah dapat membunuh mikroba misalnya bakteri. Limbah berstatus aman jika diolah hingga mempunyai pH 6,5.

2.3 Macam-macam Sistem Bioreaktor

Ada 3 (tiga) macam sistem bioreaktor adalah sebagai berikut:

1. *Sistem batch*

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

2. *Sistem kontinyu (sinambung)*

Pengaliran substrat dan pengambilan produk dilakukan secara terus-menerus (sinambung) setiap saat setelah diperoleh konsentrasi produk maksimal atau substrat pembatasnya mencapai konsentrasi yang hampir tetap (Saepudin, E. et al dalam Staff) Pada bioreaktor kontinyu dapat terjadi:

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

3. *Sistem fedbatch*

Memasukan sebagian sumber nutrisi (sumber C, N dl) ke dalam bioreaktor dengan volume tertentu hingga diperoleh produk yang mendekati maksimal, akan tetapi konsentrasi sumber nutrisi dibuat konstan (Saepudin, E. et al dalam Staff).

2.4 Fitoremediasi

Proses pengolahan limbah dengan menggunakan tumbuhan air dikenal dengan istilah *fitoremediasi*. Istilah *fitoremediasi* berasal dari kata Inggris *phytoremediation* kata ini sendiri tersusun atas dua bagian kata, yaitu *Phyto* asal 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 yang menggunakan tumbuhan, dimana tumbuhan tersebut bekerjasama dengan mikroorganisme dalam media (tanah, koral dan air) untuk mengubah, menghilangkan, menstabilkan, atau menghancurkan zat kontaminan (pencemar atau polutan) menjadi kurang atau tidak berbahaya sama sekali bahkan menjadi bahan yang berguna secara ekonomi.

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

1. Fitoekstraksi / fitoakumulasi (*Phytoaccumulation / phytoextraction*) yaitu proses tumbuhan menarik zat kontaminan dari media sehingga berakumulasi disekitar akar tumbuhan, proses ini disebut juga *Hyperaccumulation*. Spesies tumbuhan yang dipakai adalah sejenis hiperakumulator misalnya pakis, bunga matahari dan jagung.
2. Rhizafiltrasi (*Rhizofiltration*) adalah proses adsorpsi atau pengendapan zat kontaminan oleh akar untuk menempel pada akar atau pemanfaatan kemampuan akar tumbuhan untuk menyerap, mengendapkan, dan mengakumulasi logam dari aliran limbah. Spesies tumbuhan yang biasa digunakan adalah tumbuhan air seperti *Cattail*, bunga matahari, Kayu Apu, dan Eceng Gondok.
3. Fitostabilisasi (*phytostabilization*) yaitu penempelan zat-zat kontaminan tertentu pada akar yang tidak mungkin terserap kedalam batang tumbuhan. Zat-zat tersebut menempel erat (stabil) pada akar sehingga tidak akan terbawa oleh aliran air dalam media. Proses ini secara tipikal digunakan untuk dekontaminasi zat-zat anorganik. Spesies tumbuhan yang biasa

digunakan adalah berbagai jenis tumbuhan air, seperti bunga matahari dan jenis tumbuhan air lainnya serta kedelai.

4. Rizodegradasi (*Rhizodegradation*) yaitu penguraian zat-zat kontaminan oleh aktivitas mikroba yang berada disekitar akar tumbuhan. Misalnya ragi, fungi dan bakteri. Spesies tumbuhan yang bisa digunakan adalah berbagai jenis tumbuhan air.
5. Fitodegradasi (*Phytodegradation*) 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. Spesies tumbuhan yang bisa digunakan adalah berbagai jenis tumbuhan air
6. Fitovolatilisasi (*Phytovolatilization*) yaitu proses menarik dan transpirasi zat kontaminan oleh tumbuhan dalam bentuk yang telah menjadi larutan terurai sebagai bahan yang tidak berbahaya lagi untuk selanjutnya di uapkan ke atmosfer. Beberapa tumbuhan dapat menguapkan air 200 sampai dengan 1000 liter perhari untuk setiap batang. Spesies tumbuhan yang bisa digunakan adalah tumbuhan kapas, pakis dan berbagai jenis tumbuhan air.

2.5 Jenis-jenis Tumbuhan Air

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

Tumbuhan air yang hidup dalam perairan memberikan keuntungan antara lain, menyumbang produktivitas dan menyediakan media substrat untuk pertumbuhan mikroorganisme dan membantu siklus nutrisi akumulasi di dalam sedimen. Kaitannya dengan fungsi fitoremediasi sebagai sistem pengolahan

limbah cair, tumbuhan air berperan penting dalam menyediakan tempat untuk menempelnya mikroba pengurai.

Berdasarkan habitat dan karakteristiknya, tanaman air dapat dibagi menjadi empat golongan yaitu:

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

Merupakan tumbuhan yang hidupnya keseluruhan di dalam air atau tenggelam seluruh bagian. Yang termasuk dalam golongan ini adalah Hydrilla (*Hydrilla verticillata*).

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

Ada dua jenis *floating type* yaitu:

- a. Floating attached

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

- b. Floating unattached

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

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

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

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

Tanaman air yang tumbuh pada dasar perairan mempunyai akar yang tertanam kuat pada bagian dasar tersebut, sedangkan batangnya berdiri tegak menopang daun dan bunga yang muncul pada permukaan air. Yang termasuk dalam golongan ini antara lain adalah Nuphar (*Nymphaea*).

2.6 Aklimatisasi

Aklimatisasi adalah proses dari sebuah organisme untuk menyesuaikan diri dengan perubahan lingkungan secara tiba-tiba, umumnya berupa perubahan temperatur, kelembaban, makanan yang biasanya disebabkan oleh perubahan musim atau iklim. Aklimatisasi umumnya hanya memakan waktu yang pendek dan tidak melebihi umur suatu organisme. Aklimatisasi adalah suatu proses yang terjadi secara alami, sedangkan “aklimasi” dipergunakan untuk aklimatisasi yang dilakukan secara paksa dalam waktu yang jauh lebih singkat (Wood, 1993 dalam Budiman, 2010). Lamanya aklimatisasi minimal dua minggu untuk memastikan ikan yang akan digunakan dalam penelitian dapat menyesuaikan diri dengan kondisi di lingkungan yang baru. Harus dipastikan ikan yang digunakan dalam percobaan ini bebas dari penyakit dan pisahkan ikan yang dicurigai terkena penyakit (EPA, 1996 dalam Budiman 2010).

2.7 Metode Pengolahan Data

2.7.1. 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).

2.7.2 Analisis Korelasi

Analisis korelasi dilakukan untuk mengukur tingkat keeratan hubungan linear antara variabel yang diamati. Nilai korelasi berkisar antara -1 sampai +1. Nilai korelasi negatif mempunyai artian bahwa hubungan antara dua variabel adalah negatif, dimana jika salah satu variabel menurun maka variabel lainnya meningkat. Nilai korelasi bernilai positif berarti hubungan antara kedua variabel adalah positif, dimana jika salah satu variabel meningkat maka variabel lainnya meningkat pula (Irawan, 2006).

Suatu hubungan antara dua variabel dikatakan berkorelasi kuat apabila makin mendekati 1 atau (-1) dan jika sebuah hubungan antara dua variabel dikatakan lemah apabila semakin mendekati 0 (nol). Dalam Analisis korelasi ni juga terdapat hipotesa ada tidaknya korelasi antar variabel, dimana:

- H_0 = Tidak ada korelasi antara variabel ($\rho = 0$)
- H_1 = Ada korelasi antara variabel ($\rho \neq 0$)

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

- Jika probabilitas $\geq 0,05$, maka H_0 diterima
- Jika probabilitas $< 0,05$, maka H_0 ditolak

2.7.3 Analisis Regresi

Analisis regresi sangat berguna dalam berbagai penelitian antara lain:

- Model regresi dapat digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antara variabel respons dan variabel prediktor.

- Model regresi dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh suatu atau beberapa variabel prediktor terhadap variabel respons.
- Model regresi berguna untuk mempredisikan pengaruh suatu variabel atau beberapa variabel prediktor terhadap variabel respons.

Model regresi memiliki variabel respons (y) dan variabel prediktor (x). Variabel respons adalah variabel yang di pengaruhi suatu variabel prediktor. Variabel respons sering dikenal variabel dependen karena peneliti tidak bisa bebas mengendalikannya. Kemudian, variabel prediktor digunakan untuk memprediksi nilai variabel respons dan sering disebut variabel independent karena penelitian bebas mengendalikannya (Irawan, 2006).

Pada Analisis regresi juga diperlukan beberapa pengujian, yaitu:

- Uji F yang digunakan untuk mengetahui kelinieran model regresi
Uji F mempunyai hipotesis bahwa:

H_0 = y tidak memiliki hubungan linier dengan x

H_1 = y memiliki hubungan linier dengan x

Dalam pengambilan keputusan, uji F membandingkan statistik F hitung dengan F tabel. $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka kesimpulannya adalah H_0 ditolak dan H_1 diterima. Keputusan lain yang dapat diambil bahwa variabel y (variabel terikat) dengan x (variabel bebas) mempunyai hubungan linier.

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

Uji T mempunyai hipotesis bahwa:

H_0 = koefisien regresi tidak signifikan

H_1 = koefisien regresi signifikan

Dalam pengambilan keputusan, uji T membandingkan statistik T hitung dengan statistik T tabel.

- Jika statistik T hitung $<$ statistik T tabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak.
- Jika statistik T hitung $>$ statistik T tabel, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

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

- Jika probabilitas $\geq 0,05$, maka H_0 diterima
- Jika probabilitas $< 0,05$, maka H_0 ditolak

2.7.4 Analysis of Variance (ANOVA) Desain Faktorial

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 (Irawan, 2006).

Desain faktorial digunakan apabila eksperimen terdiri atas 2 faktor atau lebih, desain faktorial memungkinkan kita melakukan kombinasi antar level faktor. Kita memerlukan desain faktorial apabila interaksi antar faktor mempengaruhi respon dan apabila menghilangkan interaksi antar faktor mungkin mempengaruhi kesimpulan, kemudian kita mengetahui bahwa desain faktorial lebih efisien dibandingkan desain n faktor karena bisa mendeteksi pengaruh perbedaan antar level faktor pada saat bersamaan, berbeda dengan desain n faktor pengaruh interaksi tidak bisa dideteksi (Irawan, 2006).

Dalam Analisis ANOVA terdapat hipotesis masalah, yaitu:

- $H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5 = 0$
(rata-rata sampel tiap perlakuan sama)
- $H_1 = \tau_1 \neq \tau_2 \neq \tau_3 \neq \tau_4 \neq \tau_5 \neq 0$
(ada perlakuan yang rata-ratanya tidak sama)

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

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

b. Nilai F hitung,

- F hitung output $>$ F tabel, H_0 ditolak
- F hitung output $<$ F tabel, H_0 diterima

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan dalam skripsi ini terdiri dari 2 (dua) variabel, yaitu:

3.1.1 Variabel Respon (Variabel Dependen)

Variabel respons adalah variabel yang di pengaruhi suatu variabel prediktor. Variabel respons sering dikenal variabel dependen karena peneliti tidak bisa bebas mengendalikannya (Irawan, 2006).

Variabel respon dalam skripsi ini terdiri dari:

- Prosentase penyisihan TSS
Konsentrasi TSS yang tinggi pada air limbah dipilih agar dapat diketahui perubahan konsentrasi selama proses fitoremediasi.
- Prosentase penyisihan Kekeruhan
Konsentrasi kekeruhan yang tinggi pada air limbah dipilih agar dapat diketahui perubahan konsentrasi selama proses fitoremediasi.

3.1.2 Variabel Prediktor (Variabel Independen)

Variabel prediktor digunakan untuk memprediksi nilai variabel respons dan sering disebut variabel independent karena penelitian bebas mengendalikannya (Irawan, 2006).

Variabel prediktor dalam skripsi ini terdiri dari:

- Variasi pola aliran:
 - Aliran Batch
 - Aliran Kontinyu

Variasi pola aliran didasarkan pada jumlah debit, volume dan konstruksi desain reaktor. Perhitungan banyaknya debit dan volume limbah yang

dibutuhkan serta kriteria desain reaktor dapat dilihat pada lembar lampiran.

- Variasi kerapatan tanaman:

- 70 mg/cm²
- 80 mg/cm²
- 90 mg/cm²

Variasi kerapatan tanaman didasarkan pada banyaknya tanaman dalam satuan berat (mg) / luasan reaktor dalam satuan cm². Perhitungan banyaknya tanaman tiap kerapatan tanaman dapat dilihat pada lembar lampiran.

- Variasi waktu pengambilan sampel.

Pengambilan sampel dilakukan pada interval waktu 2 hari selama 6 hari.

3.2 Peralatan dan Bahan Penelitian

3.2.1 Peralatan Penelitian

3.2.1.1 Pembuatan reaktor batch untuk proses fitoremediasi

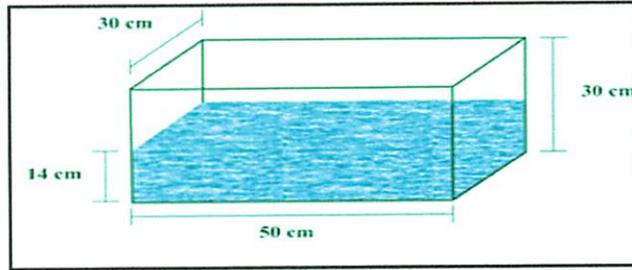
- Reaktor Uji

Dibutuhkan 3 buah bak reaktor uji berbentuk persegi panjang dengan panjang 50 cm, lebar 30 cm dan tinggi 30 cm. Volume air dalam reaktor sebesar 21 l. Masing-masing reaktor ditanami *Hydrilla verticillata* sesuai kerapatan yang telah ditentukan untuk menurunkan kandungan TSS dan kekeruhan.

- Reaktor Kontrol

Dibutuhkan 1 buah reaktor kontrol berisi air 100% limbah cair tahu tanpa tanaman uji dengan bentuk persegi panjang dengan panjang 50 cm, lebar 30 cm dan tinggi 30 cm dengan volume air sebesar 21 l.

Reaktor batch yang akan digunakan pada penelitian ini, dapat dilihat pada Gambar 3.1 sebagai berikut:

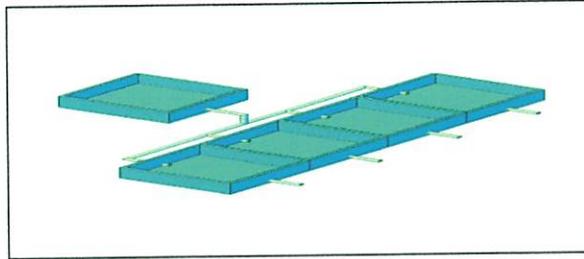


Gambar 3.1 Reaktor Batch

- pH meter
- DO meter
- Neraca analitik
- Pipet volum
- Beakerglass

3.2.1.2. Pembuatan reaktor kontinyu untuk proses fitoremediasi

- Bak penampung
Bak penampung berfungsi untuk menampung dan menyetarakan debit sesuai yang direncanakan.
- Reaktor Uji
Dibutuhkan 1 reaktor yang terdiri dari 3 bak uji masing-masing berbentuk persegi panjang dengan panjang 50 cm, lebar 30 cm dan tinggi 30 cm. Volume air dalam reaktor sebesar 21 l. Masing-masing reaktor ditanami *Hydrilla verticillata* sesuai kerapatan yang telah ditentukan untuk menurunkan kandungan TSS dan kekeruhan.
- Reaktor Kontrol
Dibutuhkan 1 buah bak sebagai reaktor kontrol berisi air 100% limbah cair tahu tanpa tanaman uji dengan bentuk persegi panjang dengan panjang 50 cm, lebar 30 cm dan tinggi 30 cm dengan volume air sebesar 21 l.
Reaktor kontinyu yang akan di gunakan dalam penelitian ini, dapat dilihat pada Gambar 3.2 sebagai berikut:



Gambar 3.2. Reaktor kontinyu

- pH meter
- DO meter
- Neraca analitik
- Beakerglass

3.2.2 Bahan Penelitian

- Limbah cair tahu

Limbah cair tahu diambil dari salah satu industri rumah tangga yang memproduksi tahu di daerah desa Tunggulwulung.

- Aquadest

Aquadest disini digunakan dalam proses pengenceran hingga didapatkan kondisi yang sesuai untuk perkembangan dan pertumbuhan tanaman uji. Dipilihnya aquadest daripada air PAM karena aquadest lebih steril daripada air PAM, memiliki pH = 7.

- Tanaman uji yaitu *Hydrilla verticillata*

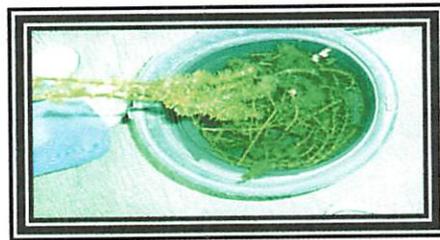
Hydrilla verticillata dapat diidentifikasi berdasarkan ciri-ciri fisiknya:

1. Daun kecil berwarna hijau tua dengan ukuran lebar daun 2-4 mm dan panjang 6-20 mm.
2. Daunnya mengelilingi batang,
3. Panjang batang dari akar 30 cm, dan
4. Berada mengapung di permukaan air dan sedikit tenggelam.

Tanaman ini memiliki klasifikasi sebagai berikut:

- Kingdom : Plantae
- Subkingdom : Tracheobionta
- Super divisi : Spermatophyte
- Divisi : Magnoliophyta
- Kelas : Liliophyta
- Subkelas : Alismatidae
- Marga : Hydrocharitales
- Famili : Hydrocharitales
- Genus : *Hydrilla* L.C. Rich-*Hydrilla*
- Species : *Hydrilla verticillata*

Berikut ini adalah gambar tanaman *Hydrilla verticillata* yang dapat dilihat pada Gambar 3.3 dibawah ini:



Gambar 3.3 *Hydrilla verticillata*

3.3 Penelitian Pendahuluan

3.3.1 Analisis Awal Media Tanam

Analisis awal dilakukan sesuai dengan standar prosedur analisis yang terdapat pada Standard Methods (APHA, 1998) dan Metode Penelitian Air (Alerts dan Santika, 1987), yaitu:

- Analisis konsentrasi TSS menggunakan metode APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005 secara gravimetri. Metode gravimetri merupakan salah satu metode analisis kuantitatif suatu zat atau komponen yang telah diketahui dengan cara mengukur berat komponen dalam keadaan

murni setelah melalui proses pemisahan. Analisis gravimetri adalah proses isolasi dan pengukuran berat suatu unsur atau senyawa tertentu.

- Analisis konsentrasi kekeruhan menggunakan turbidimetri. Dasar dari analisa turbidimetri adalah pengukuran intensitas cahaya yang ditransmisikan sebagai fungsi dari konsentrasi fase-terdispersi. Metode ini dikelompokkan menjadi tiga golongan yaitu:
 1. Pengukuran perbandingan intensitas cahaya yang dihamburkan terhadap intensitas cahaya yang datang.
 2. Pengukuran perbandingan cahaya yang diteruskan terhadap cahaya yang datang.
 3. Pengukuran efek ekstensi, yaitu kedalam dimana cahaya mulai tidak tampak di dalam lapisan medium yang keruh.
- Analisis pH menggunakan metode elektrometri.
- Analisis temperatur menggunakan metode termometri.

3.3.2 Aklimatisasi

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

3.4 Pelaksanaan Penelitian

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

- a) Pada masing-masing reaktor batch dimasukkan limbah cair tahu sebanyak 21 liter, pH diatur antara 6-9.
- b) Tiap reaktor selain reaktor kontrol ditambahkan tanaman uji sesuai dengan kerapatan yang sudah ditentukan. Pemilihan kerapatan tanaman ini (70 mg/cm^2 , 80 mg/cm^2 dan 90 mg/cm^2) disesuaikan dengan ukuran reaktor dan ukuran tanaman uji, dengan catatan bahwa luas permukaan dari media tanam masih mencukupi untuk pertumbuhan *Hydrilla verticillata* supaya tidak saling tumpang tindih. Kemudian *Hydrilla verticillata* diaplikasikan pada media tanam yang telah tersedia yang sebelumnya dicuci terlebih dahulu.

Reaktor 1 : Limbah cair tahu 21 liter (sebagai kontrol)

Reaktor 2 : Limbah cair tahu 21 liter + tanaman *Hydrilla verticillata*
 70 mg/cm^2

Reaktor 3 : Limbah cair tahu 21 liter + tanaman *Hydrilla verticillata*
 80 mg/cm^2

Reaktor 4 : Limbah cair tahu 21 liter + tanaman *Hydrilla verticillata*
 90 mg/cm^2

- c) Analisa sampel dilakukan setiap 2 (dua) hari sekali selama 6 (enam) hari. Parameter yang dianalisa adalah TSS, kekeruhan, pH dan suhu. Pengambilan sampel dilakukan pada 2/3 kedalaman air dari permukaan air limbah pada tiap 2 (dua) titik yang berbeda.

Sedangkan untuk proses fitoremediasi dengan sistem kontinyu adalah sebagai berikut:

- a) Pada bak penampung dimasukkan limbah cair tahu sesuai debit dan waktu yang ditentukan.
- b) 3 bak dalam reaktor kontinyu dimasukkan limbah cair tahu sebanyak 21 liter, pH diatur antara 6-9.

- c) Tiap bak dalam reaktor selain reaktor kontrol ditambahkan tanaman uji sesuai dengan kerapatan yang sudah ditentukan. Pemilihan kerapatan tanaman ini (70 mg/cm^2 , 80 mg/cm^2 dan 90 mg/cm^2) disesuaikan dengan ukuran reaktor dan ukuran tanaman uji, dengan catatan bahwa luas permukaan dari media tanam masih mencukupi untuk pertumbuhan *Hydrilla verticillata* supaya tidak saling tumpang tindih. Kemudian *Hydrilla verticillata* diaplikasikan pada media tanam yang telah tersedia yang sebelumnya dicuci terlebih dahulu.

Reaktor 1 : Limbah cair tahu 21 liter (sebagai kontrol)

Reaktor 2 : Limbah cair tahu 21 liter + tanaman *Hydrilla verticillata*
 70 mg/cm^2

Reaktor 3 : Limbah cair tahu 21 liter + tanaman *Hydrilla verticillata*
 80 mg/cm^2

Reaktor 4 : Limbah cair tahu 21 liter + tanaman *Hydrilla verticillata*
 90 mg/cm^2

- d) Limbah cair tahu dari bak penampung dialirkan kedalam kolom bak secara gravitasi dengan kecepatan konstan.
- e) Limbah cair tahu dibiarkan mengalir terus-menerus dengan arah aliran dari atas ke bawah.
- f) Dilakukan sampling dan pengujian parameter TSS dan kekeruhan diambil pada 2 titik sampel yaitu pada bak penampung dengan pengambilan sample pada hari ke-1 dan pada outlet reaktor diambil setelah proses pengaliran 2 hari sekali selama 6 hari dengan variasi waktu tinggal cairan (HRT) adalah 2 hari, 4 hari, dan 6 hari.
- g) Analisa sampel dilakukan setiap 2 (dua) hari sekali selama 6 (enam) hari. Parameter yang dianalisa adalah TSS, kekeruhan, pH dan suhu.

3.4.1 Penelitian Dengan Variasi Kerapatan Tanaman Uji

Penelitian dengan kerapatan tanaman dimaksudkan untuk mengetahui kerapatan optimum tanaman untuk menurunkan konsentrasi TSS dan kekeruhan pada air limbah industri tahu.

➤ Pada Reaktor Batch

Prosedur untuk penelitian dengan variasi kerapatan tanaman pada reaktor batch adalah sebagai berikut:

1. Dipersiapkan 4 (empat) buah reaktor dengan menggunakan media tanam air limbah cair industri tahu yang mengandung senyawa organik.
2. Tanaman uji Hydrilla (*Hydrilla verticillata*) yang telah diaklimatisasikan kemudian ditiriskan dan ditimbang dengan variasi kerapatan 70 mg/cm^2 , 80 mg/cm^2 dan 90 mg/cm^2 . Pemilahan ini dilakukan dengan hasil penelitian pendahuluan dengan catatan bahwa luas permukaan dari media tanam masih mencukupi pertumbuhan tanaman uji agar tidak saling tumpang tindih.

Perlakuan tanaman dari masing-masing tanaman dapat dilihat pada perhitungan di halaman lampiran.

3. Selanjutnya dilakukan pengamatan terhadap perubahan pH, konsentrasi TSS, konsentrasi kekeruhan setiap 2 (dua) hari sekali selama 6 (sepuluh) hari yaitu pada hari ke 2, 4, dan 6.

➤ Pada Reaktor Kontinyu

Prosedur untuk penelitian dengan variasi kerapatan tanaman pada reaktor batch adalah sebagai berikut:

1. Dipersiapkan 4 (empat) buah reaktor dan 1 bak penampung dengan menggunakan media tanam air limbah cair industri tahu yang mengandung senyawa organik.
2. Tanaman uji Hydrilla (*Hydrilla verticillata*) yang telah di aklimatisasikan kemudian ditiriskan dan ditimbang dengan variasi kerapatan 70 mg/cm^2 , 80 mg/cm^2 dan 90 mg/cm^2 . Pemilahan ini dilakukan dengan hasil penelitian

pendahuluan dengan catatan bahwa luas permukaan dari media tanam masih mencukupi pertumbuhan tanaman uji agar tidak saling tumpang tindih.

Perlakuan tanaman dari masing-masing tanaman dapat dilihat pada perhitungan di halaman lampiran.

3. Selanjutnya dilakukan pengaliran air limbah tahu dengan debit yang telah ditentukan
4. Melakukan pengamatan terhadap perubahan pH, konsentrasi TSS, konsentrasi kekeruhan setiap 2 (dua) hari sekali selama 6 (sepuluh) hari yaitu pada hari ke 2, 4, dan 6.

3.5 Analisis Data Dan Pembahasan

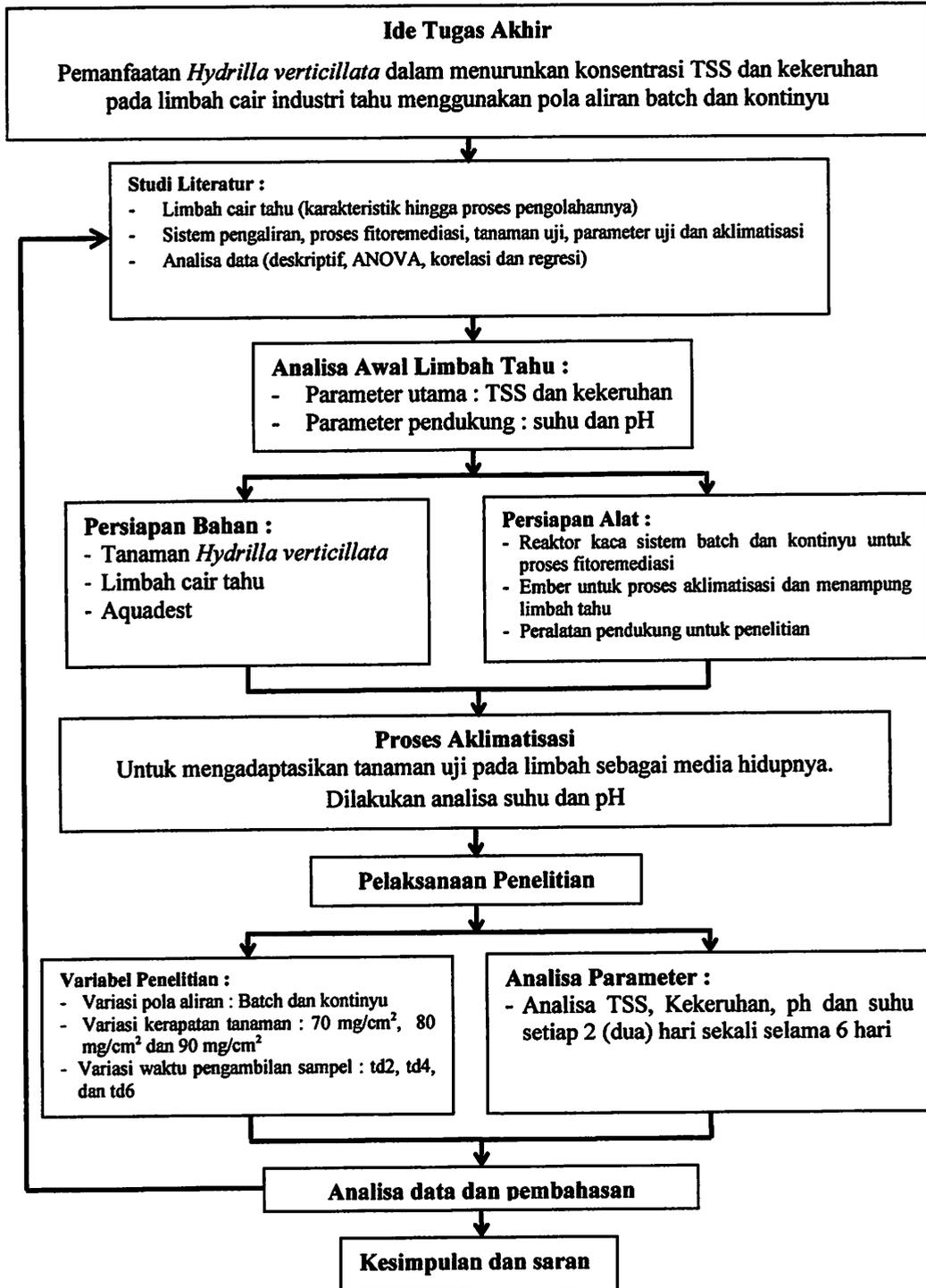
Dari hasil percobaan yang didapat dilakukan analisa data dengan metode:

Analisa statistik deskriptif bertujuan untuk mendapatkan gambaran berdasarkan gejala dan fakta yang diperoleh dari sampel penelitian yang ditampilkan dalam bentuk grafik tabel dan grafik. Sedangkan, analisa statistik inferensi yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Analisa ANOVA bertujuan untuk mengetahui tingkat keterkaitan antara variabel kerapatan tumbuhan, waktu detensi terhadap variabel penurunan konsentrasi TSS dan kekeruhan pada aliran batch dan kontinyu.
2. Analisa korelasi bertujuan untuk mengetahui hubungan antara variabel kerapatan tumbuhan, waktu detensi terhadap variabel penurunan konsentrasi TSS dan kekeruhan pada aliran batch dan kontinyu.
3. Analisa regresi bertujuan untuk mengetahui apakah variabel kerapatan *Hydrilla verticillata* dan waktu detensi dapat memprediksi penurunan TSS dan kekeruhan pada aliran batch dan kontinyu.

3.6. Kerangka Penelitian

Berikut ini adalah kerangka penelitian yang digunakan sebagai dasar atau acuan penelitian yang akan dilakukan, dapat dilihat pada Gambar 3.4. sebagai berikut:



Gambar 3.4 Kerangka Penelitian

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Limbah Cair Industri Tahu

Limbah yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah cair segar yang diambil dari proses produksi sebuah industri tahu yang terdapat di desa Tunggulwulung, Malang. Sebelum dilakukan pengamatan dan penelitian lebih lanjut, dilakukan pengukuran karakteristik awal limbah cair tersebut. Karakteristik awal limbah adalah kondisi sebelum limbah cair tahu dimasukkan ke dalam reaktor yaitu pada hari pertama setelah kondisi limbah sudah distabilkan agar sesuai dengan media tumbuh tanaman uji. Adapun hasil pengukuran karakteristik limbah cair tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1 di bawah ini:

Tabel 4.1
Karakteristik Limbah Cair Industri Tahu Desa Tunggulwulung

No	Parameter	Satuan	Hasil I	Hasil II
1.	pH	-	5,4	5,4
2.	BOD	mg/l	1.237	-
3.	COD	mg/l	10.934	-
4.	TSS	mg/l	1.065,3	1.078,3
5	Kekeruhan	NTU	425	457

Keterangan:



: Parameter Uji

Hasil I : Hasil pengukuran pada penelitian aliran batch

Hasil II : Hasil pengukuran pada penelitian aliran kontinyu

Hasil pengukuran diatas menunjukkan bahwa kualitas limbah cair tersebut tidak memenuhi standar kualitas limbah cair industri tahu terutama konsentrasi TSS yang nilainya tinggi dan menjadi parameter terpenting pada limbah cair industri tahu. Konsentrasi TSS masing-masing pada reaktor batch dan kontinyu

mencapai nilai 1.065,3 mg/l dan 1.078,3 mg/l telah melebihi standar baku mutu limbah cair industri tahu berdasarkan Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor. 45 Tahun 2002 sebesar 100 mg/l. Sementara untuk konsentrasi kekeruhan masing-masing pada reaktor batch dan kontinyu mencapai nilai 425 NTU dan 457 NTU. Kekeruhan tidak menjadi parameter pencemar yang membahayakan bagi lingkungan. Akan tetapi, menjadi parameter penting yang harus diolah karena estetika pada lingkungan perairan menjadi kurang baik

4.2 Karakteristik Akhir Limbah Cair Tahu Setelah Proses Fitoremediasi

Penelitian dilakukan dengan menggunakan reaktor batch dan reaktor kontinyu yang terbuat dari bahan kaca berbentuk persegi panjang. Penelitian ini menggunakan variasi kerapatan tanaman *Hydrilla verticillata* yaitu : 70 mg/cm², 80 mg/cm², dan 90 mg/cm² serta variasi waktu detensi 2 hari, 4 hari, 6 hari.

4.2.1 Karakteristik Akhir Limbah Cair Tahu Menggunakan Reaktor Batch

Hasil penelitian penurunan TSS dan kekeruhan pada reaktor kontrol dan reaktor uji aliran batch dapat dilihat pada Tabel 4.2 di bawah ini:

Tabel 4.2
Nilai Konsentrasi Akhir Pada Reaktor Kontrol dan Reaktor Uji

Reaktor /Variasi Kerapatan Tanaman	Konsentrasi Awal TSS (mg/l)	Konsentrasi Awal Kekeruhan (NTU)	Waktu Detensi (Hari ke-)	Konsentrasi Akhir TSS (mg/l)	Konsentrasi Akhir Kekeruhan (NTU)
Kontrol	1.065,3	425	Tanpa Tanaman		
			2	206,8	290
			4	183,9	357,5
			6	150	205,5
70 (mg/cm ²)	1.065,3	425	<i>Hydrilla verticillata</i>		
			2	298,8	302,5
			4	169,6	246
			6	76,1	90,5
80 (mg/cm ²)	1.065,3	425	2	269,7	230
			4	205,6	160
			6	87,5	138
			2	163,4	185
90 (mg/cm ²)	1.065,3	425	4	195,3	195
			6	105,9	87

Pada Tabel 4.2 menunjukkan bahwa konsentrasi akhir TSS dan kekeruhan pada reaktor kontrol mengalami penurunan dari hari ke-2 hingga hari ke-6. Konsentrasi awal TSS yang bernilai 1.065,3 mg/l mampu diturunkan hingga didapatkan hasil akhir 150 mg/l pada hari ke-6. Konsentrasi awal kekeruhan sebesar 425 NTU mampu diturunkan hingga menjadi 205,5 NTU pada hari ke-6.

Penurunan konsentrasi pada reaktor kontrol hanya memanfaatkan mikroorganisme dalam air limbah untuk menguraikan bahan-bahan organik. Pada reaktor kontrol juga tidak terjadi kompetisi penyerapan nutrisi oleh tanaman uji, sehingga kondisi air limbah tidak mengalami kejenuhan. Prinsip degradasi polutan pada reaktor kontrol ini sama seperti prinsip kerja kolam oksidasi yaitu pemulihan air dengan kekuatan alami. Oksidasi berlangsung ketika sinar matahari dapat memasuki dasar kolam (Ginting, 2007).

Pada Tabel 4.2 juga dapat dilihat bahwa nilai konsentrasi akhir TSS dan kekeruhan pada reaktor uji dengan kerapatan 70 mg/cm², 80 mg/cm² mengalami penurunan dari hari ke-2 hingga hari ke-6. Sedangkan, konsentrasi akhir TSS dan kekeruhan mengalami fluktuasi terjadi pada reaktor uji dengan kerapatan 90 mg/cm² pada hari ke-4 hingga hari ke-6, hal ini diduga karena terjadinya kematian pada tanaman *Hydrilla verticillata* dimana disebabkan terlepasnya akar dari batang tanaman dan adanya pembusukan pada sebagian tanaman uji.

Terjadinya fluktuasi konsentrasi TSS dan kekeruhan serta pembusukan tanaman uji dikarenakan kondisi air limbah semakin berkurang akibat pengambilan sampel untuk analisa sehingga terjadi kejenuhan dan terjadi kompetisi dari tanaman uji dalam mendapatkan nutrisi agar dapat tetap tumbuh. Kompetisi yang tidak seimbang itu menyebabkan terjadinya pendangkalan dan perombakan bahan organik sebagai akibat dari pembusukan tanaman sehingga menyebabkan kenaikan konsentrasi bahan pencemar itu sendiri.

Dari hasil pengukuran diatas dapat dilihat bahwa konsentrasi akhir TSS pada reaktor uji dengan dengan kerapatan 70 mg/cm², 80 mg/cm² telah memenuhi standar baku mutu limbah cair industri tahu berdasarkan Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor. 45 Tahun 2002 sebesar 100 mg/l. Sedangkan, untuk

konsentrasi akhir TSS pada reaktor kontrol masih belum memenuhi standar baku mutu yang telah ditentukan.

Selanjutnya, pada reaktor uji dan reaktor kontrol masih memiliki nilai konsentrasi akhir kekeruhan yang cukup tinggi. Kekeruhan merupakan salah satu parameter yang tidak disyaratkan dalam standar baku mutu air limbah, akan tetapi dapat membahayakan kehidupan perairan apabila suatu limbah memiliki tingkat kekeruhan yang tinggi. Karena dapat menghambat proses masuknya sinar matahari pada badan air, sehingga menyebabkan air menjadi tidak produktif.

4.2.2 Karakteristik Akhir Limbah Cair Tahu Menggunakan Reaktor kontinyu

Hasil penelitian penurunan TSS dan kekeruhan pada reaktor kontrol dan reaktor uji aliran kontinyu dapat dilihat pada Tabel 4.3 di bawah ini:

Tabel 4.3
Nilai Konsentrasi Akhir Pada Reaktor Kontrol dan Reaktor Uji

Reaktor /Variasi Kerapatan Tanaman	Konsentrasi Awal TSS (mg/l)	Konsentrasi Awal Kekeruhan (NTU)	Waktu Detensi (Hari ke-)	Konsentrasi Akhir TSS (mg/l)	Konsentrasi Akhir Kekeruhan (NTU)
Kontrol	1.078,3	457	Tanpa Tanaman		
			2	365,5	409
			4	295,6	398
			6	277,5	332
70 (mg/cm ²)	1.078,3	457	<i>Hydrilla verticillata</i>		
			2	390,5	398
			4	305,6	378
			6	261	332
80 (mg/cm ²)	1.078,3	457	2	387,5	438
			4	334	414
			6	327,2	328
90 (mg/cm ²)	1.078,3	457	2	442,5	432
			4	394,5	374
			6	264,8	316

Pada Tabel 4.3 menunjukkan bahwa konsentrasi akhir TSS dan kekeruhan pada reaktor kontrol mengalami penurunan dari hari ke-2 hingga hari ke-6. Konsentrasi awal TSS yang bernilai 1.078,3 mg/l mampu diturunkan hingga didapatkan hasil akhir 277,5 mg/l pada hari ke-6. Konsentrasi awal kekeruhan sebesar 457 NTU mampu diturunkan hingga menjadi 332 NTU pada hari ke-6.

Penurunan konsentrasi pada reaktor kontrol hanya memanfaatkan mikrobia dalam air limbah untuk menguraikan bahan-bahan organik. Pada reaktor kontrol juga tidak terjadi kompetisi penyerapan nutrisi oleh tanaman uji, sehingga kondisi air limbah tidak mengalami kejenuhan. Prinsip degradasi polutan pada reaktor kontrol ini sama seperti prinsip kerja kolam oksidasi yaitu pemulihan air dengan kekuatan alami. Oksidasi berlangsung ketika sinar matahari dapat memasuki dasar kolam (Ginting, 2007).

Pada Tabel 4.3 juga dapat dilihat bahwa nilai konsentrasi akhir TSS dan kekeruhan pada reaktor uji dengan kerapatan 70 mg/cm², 80 mg/cm², 90 mg/cm² mengalami penurunan dari hari ke-2 hingga hari ke-6. Konsentrasi TSS pada reaktor uji dengan kerapatan 70 mg/cm², 80 mg/cm², dan 90 mg/cm² masing-masing memiliki konsentrasi akhir sebesar 261 mg/l, 327,2 mg/l, dan 264,8 mg/l terjadi pada hari ke-6. Sedangkan, kekeruhan pada kerapatan 70 mg/cm², 80 mg/cm², 90 mg/cm² masing-masing memiliki konsentrasi akhir sebesar 332 NTU, 328 NTU, 316 NTU terjadi pada hari ke-6.

Pada reaktor uji dan reaktor kontrol aliran kontinu ini memiliki konsentrasi akhir TSS dan kekeruhan yang tidak jauh berbeda. Hal ini diduga karena aliran dalam reaktor uji dan reaktor kontrol terjadi secara serentak sehingga mikroorganisme tidak mempunyai waktu yang cukup untuk bisa mendegradasi bahan organik yang terkandung dalam limbah. Konsentrasi polutan yang masuk sama dengan konsentrasi pada keluarannya.

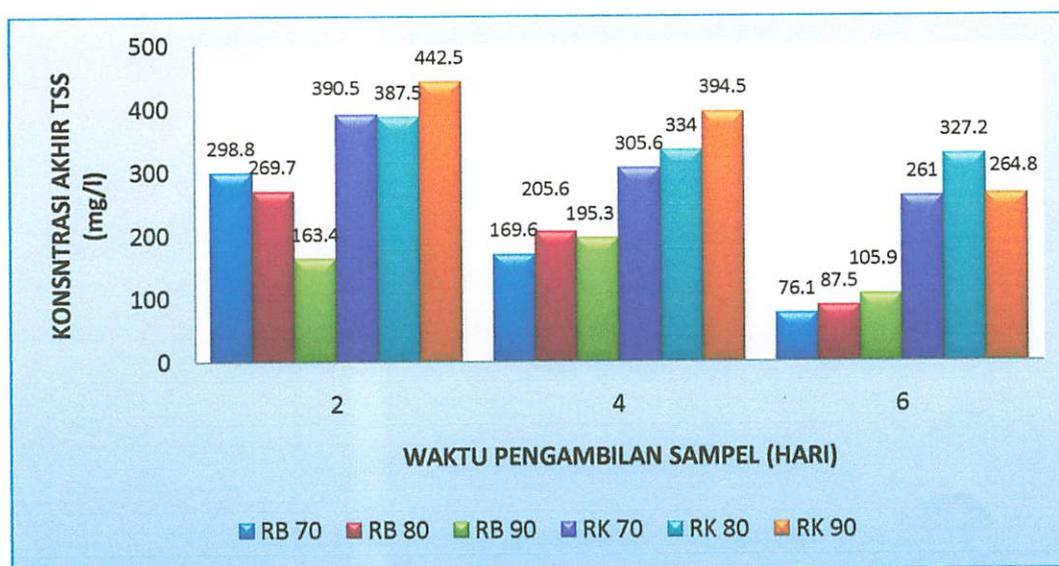
Penurunan TSS pada reaktor uji dan reaktor kontrol aliran kontinu tidak disertai dengan konsentrasi akhir yang memenuhi standar baku limbah cair tahu yang telah ditentukan. Dari hasil pengukuran di atas juga dapat dilihat bahwa konsentrasi akhir kekeruhan pada reaktor uji dan reaktor kontrol masih memiliki nilai yang cukup tinggi.

4.3 Analisis Penurunan Total Suspended Solid (TSS)

Penurunan TSS dianalisis menggunakan analisis deskriptif, analisis ANOVA, analisis korelasi dan analisis regresi pada sub bab berikut ini.

4.3.1 Analisis Deskriptif

Pada Tabel 4.2 menunjukkan bahwa nilai konsentrasi akhir TSS pada pada reaktor batch dengan kerapatan 70 mg/cm^2 , 80 mg/cm^2 mengalami penurunan dari hari ke-2 hingga hari ke-6. Sedangkan pada kerapatan 90 mg/cm^2 mengalami fluktuasi pada hari ke-4 hingga hari ke-6, sedangkan pada Tabel 4.3 menunjukkan bahwa nilai konsentrasi akhir TSS pada pada reaktor kontinyu dengan kerapatan 70 mg/cm^2 , 80 mg/cm^2 dan 90 mg/cm^2 mengalami penurunan dari hari ke-2 hingga hari ke-6. Nilai akhir TSS pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 tersebut diplotkan pada Gambar 4.1 dibawah ini :



Gambar 4.1. Grafik Hubungan Konsentrasi Akhir TSS (mg/l) Terhadap Waktu Pengambilan Sampel Setelah Proses

Berdasarkan Tabel 4.2, Tabel 4.3 dan Gambar 4.1 menunjukkan bahwa konsentrasi akhir TSS pada reaktor batch dan kontinyu dengan masing-masing variasi kerapatan mengalami penurunan dari hari pengukuran ke-2 hingga ke-6. Konsentrasi TSS yang mengalami fluktuasi, terdapat pada reaktor batch dengan kerapatan tanaman 90 mg/cm^2 .

❖ **Perhitungan Presentase Penyisihan TSS**

Berdasarkan data TSS akhir pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3, maka dapat dicari prosentase penyisihan TSS pada tiap-tiap reaktor dengan menggunakan rumus:

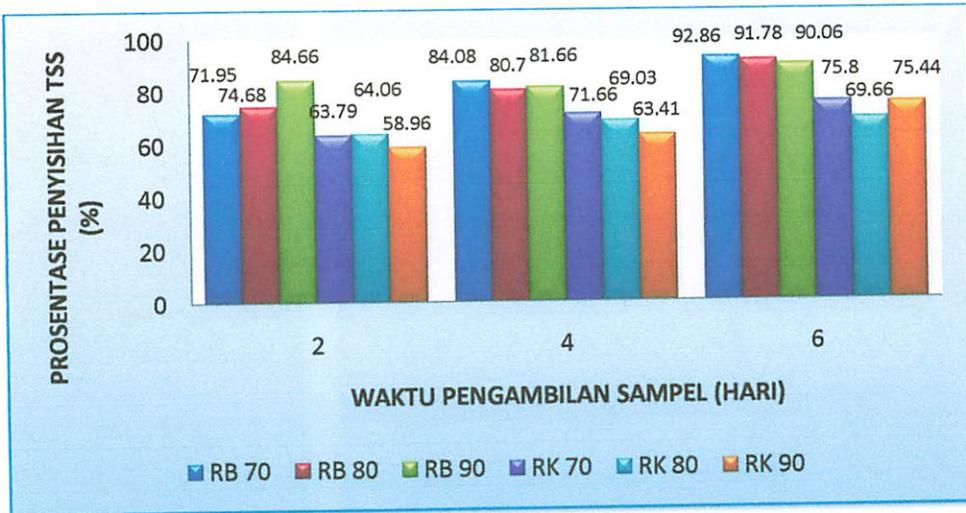
$$\% \text{ Removal} = \frac{(\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir})}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Hasil dari perhitungan rumus diatas, maka nilai prosentase penyisihan TSS dapat dilihat pada Tabel 4.4 di bawah ini:

Tabel 4.4 Presentase Penyisihan TSS (%)

Variasi Kerapatan (mg/cm ²)	Waktu Pengambilan Sampel (hari ke-)	Reaktor Batch		Reaktor Kontinyu	
		Nilai Akhir (mg/l)	% R	Nilai Akhir (mg/l)	% R
70	2	298,8	71,95	390.5	63.79
	4	169,6	84,08	305.6	71.66
	6	76,1	92,86	261	75.80
80	2	269,7	74,68	387.5	64.06
	4	205,6	80,70	334	69.03
	6	87,5	91,78	327.2	69.66
90	2	163,4	84,66	442.5	58.96
	4	195,3	81,66	394.5	63.41
	6	105,9	90,06	264.8	75.44

Berdasarkan data prosentase penyisihan konsentrasi TSS pada Tabel 4.4, maka dapat diplotkan menjadi sebuah grafik prosentase penyisihan TSS pada Gambar 4.2 berikut ini:



Gambar 4.2. Grafik Hubungan Prosentase Penyisihan TSS (%) Terhadap Waktu Pengambilan Sampel Setelah Proses

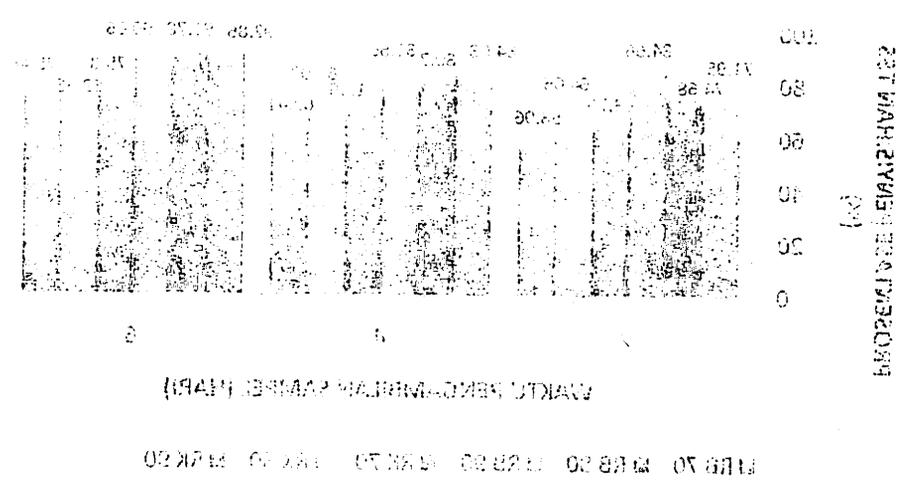
4.3.1.1 Reaktor Batch

Berdasarkan Tabel 4.2 dan Gambar 4.1 konsentrasi akhir TSS terendah pada reaktor batch terjadi pada reaktor dengan kerapatan tanaman 70 mg/cm^2 dengan waktu pengambilan sampel hari ke-6 sebesar $76,1 \text{ mg/l}$. Berdasarkan Tabel 4.4 dan Gambar 4.2 prosentase penyisihan konsentrasi TSS terbesar pada reaktor batch juga terjadi pada waktu pengambilan sampel hari ke-6 dengan kerapatan tanaman 70 mg/cm^2 sebesar $92,86 \%$.

4.3.1.2 Reaktor Kontinyu

Berdasarkan Tabel 4.3 dan Gambar 4.1 konsentrasi akhir TSS terendah pada reaktor kontinyu terjadi pada reaktor dengan kerapatan tanaman 70 mg/cm^2 dengan waktu pengambilan sampel hari ke-6 sebesar 261 mg/l . Berdasarkan Tabel 4.4 dan Gambar 4.2 prosentase penyisihan konsentrasi TSS terbesar pada reaktor batch juga terjadi pada waktu pengambilan sampel hari ke-6 dengan kerapatan tanaman 70 mg/cm^2 sebesar $75,8 \%$.

Bandasarkan data prosesnya pada konsentrasi 125 pada tabel 4.4. maka dapat diketahui bahwa grafik prosesnya persis sama 125 pada Gambar 4.2 berikut ini



Gambar 4.2. Grafik Hubungan Prosesnya pada konsentrasi 125 (mg/L) terhadap Waktu Pertumbuhan sampai selesai proses

4.3.1.1 Reaktor Batch

Berdasarkan Tabel 4.2 dan Gambar 4.1 konsentrasi akhir 125 terendah pada reaktor batch terjadi pada reaktor dengan kapasitas tanaman 70 mg/cm² dengan waktu pengembalian sampai hari ke-6 adalah 76,1 mg/L. Berdasarkan Tabel 4.4 dan Gambar 4.2 prosesnya persis sama konsentrasi 125, terendah pada reaktor batch juga terjadi pada waktu pengembalian sampai hari ke-6 dengan kapasitas tanaman 70 mg/cm² adalah 92,86 mg/L.

4.3.1.2 Reaktor Holografi

Berdasarkan Tabel 4.3 dan Gambar 4.1 konsentrasi akhir 125 terendah pada reaktor kontinyu terjadi pada reaktor dengan kapasitas tanaman 70 mg/cm² dengan waktu pengembalian sampai hari ke-6 adalah 61 mg/L. Berdasarkan Tabel 4.4 dan Gambar 4.2 prosesnya persis sama konsentrasi 125, terendah pada reaktor batch juga terjadi pada waktu pengembalian sampai hari ke-6 dengan kapasitas tanaman 70 mg/cm² adalah 75,9 mg/L.

4.3.2 Analisis Korelasi

4.3.2.1 Analisis Korelasi Antara Variasi Pola Aliran Terhadap Prosentase Penyisihan TSS

Hasil uji korelasi prosentase penyisihan TSS pada reaktor dapat dilihat pada Tabel 4.5 sebagai berikut:

Tabel 4.5 Hasil Uji Korelasi Antara Variasi Pola Aliran Terhadap Prosentase Penyisihan TSS

Correlations: %TSS, Pola aliran
Pearson correlation of %TSS and Pola aliran = -0.707
P-Value = 0.001

- Uji hipotesa untuk analisa korelasi antara variasi pola aliran dan prosentase penurunan TSS:

H_0 = Tidak ada korelasi antara variasi pola aliran dengan prosentase penurunan TSS

H_1 = Ada korelasi antara variasi pola aliran dengan prosentase penurunan TSS

Koefisien korelasi pada Tabel 4.5 untuk variasi pola aliran adalah -0,707, sedangkan nilai probabilitasnya adalah 0,001. Nilai koefisien korelasi dari pola aliran terhadap prosentase penyisihan TSS adalah lemah, dimana nilai koefisiennya tidak mendekati 1. Hubungan kedua variabel tidak searah karena adanya nilai negatif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti jika semakin besar aliran, maka prosentase penyisihan TSS akan menurun. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitas (P) < 0,05. Artinya, ada korelasi antara variasi pola aliran dengan prosentase penyisihan TSS.

4.3.2.2 Analisis Korelasi Antara Variasi Kerapatan Tanaman dan Waktu Detensi Terhadap Prosentase Penyisihan TSS Pada Reaktor Batch

Hasil uji korelasi prosentase penyisihan TSS pada reaktor batch dapat dilihat pada Tabel 4.6 sebagai berikut:

Tabel 4.6 Hasil Uji Korelasi Antara Variasi Kerapatan Tanaman (mg/cm^2) dan Waktu Detensi (hari) Terhadap Prosentase penyisihan TSS (%) Pada Reaktor Batch

Correlations: Presentase Penurunan TSS; Kerapatan; Waktu detensi		
	Presentase P	Kerapatan
Kerapatan	0,149 0,703	
Waktu detensi	0,861 0,003	0,000 1,000
Cell Contents: Pearson correlation P-Value		

- Uji hipotesa untuk analisa korelasi antara variasi kerapatan tanaman dan prosentase penurunan TSS:
 - H_0 = Tidak ada korelasi antara kerapatan tanaman dengan prosentase penurunan TSS
 - H_1 = Ada korelasi antara kerapatan tanaman dengan prosentase penurunan TSS
- Uji hipotesa untuk analisa korelasi antara variasi waktu detensi dan prosentase penurunan TSS:
 - H_0 = Tidak ada korelasi antara waktu detensi dengan prosentase penurunan TSS
 - H_1 = Ada korelasi antara waktu detensi dengan prosentase penurunan TSS

Koefisien korelasi pada Tabel 4.6 untuk variasi kerapatan tanaman adalah 0,149, sedangkan nilai probabilitasnya adalah 0,703. Nilai koefisien korelasi dari kerapatan tanaman terhadap prosentase penyisihan TSS adalah lemah, dimana nilai koefisiennya tidak mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah karena adanya nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti jika makin padat kerapatan tanaman, maka prosentase penyisihan TSS akan meningkat. Keputusan

yang diambil adalah menerima hipotesis awal (H_0) dan menolak hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitas ($P \geq 0,05$). Artinya, tidak ada korelasi antara kerapatan tanaman dengan prosentase penyisihan TSS.

Koefisien korelasi pada Tabel 4.6 untuk waktu detensi dengan prosentase penyisihan TSS adalah 0,861, sedangkan nilai probabilitasnya adalah 0,003. Nilai koefisien korelasi dari waktu detensi terhadap prosentase penyisihan TSS adalah kuat, dimana nilai koefisiennya mendekati 1. Hubungan kedua variabel adalah searah karena adanya nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti jika semakin lama waktu detensi, maka prosentase penyisihan TSS terjadi peningkatan. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitas ($P < 0,05$). Artinya ada korelasi antara lamanya waktu detensi dengan prosentase penyisihan TSS.

4.3.2.3 Analisis Korelasi Antara Variasi Kerapatan Tanaman dan Waktu Detensi Terhadap Prosentase Penyisihan TSS Pada Reaktor kontinyu

Hasil uji korelasi prosentase penyisihan TSS pada reaktor kontinyu dapat dilihat pada Tabel 4.7 sebagai berikut:

Tabel 4.7 Hasil Uji Korelasi Antara Variasi Kerapatan Tanaman (mg/cm^2) dan Waktu Detensi (hari) Terhadap Prosentase penyisihan TSS (%) Pada Reaktor Kontinyu

Correlations: Prosentase Penurunan TSS, Kerapatan, Waktu Detensi		
	Prosentase P	Kerapatan
Kerapatan	-0.334 0.379	
Waktu Detensi	0.848 0.004	0.000 1.000
Cell Contents: Pearson correlation P-Value		

- Uji hipotesa untuk analisa korelasi antara variasi kerapatan tanaman dan prosentase penurunan TSS:
 H_0 = Tidak ada korelasi antara kerapatan tanaman dengan prosentase penurunan TSS

H_1 = Ada korelasi antara kerapatan tanaman dengan prosentase penurunan TSS

- Uji hipotesa untuk analisa korelasi antara variasi waktu detensi dan prosentase penurunan TSS:

H_0 = Tidak ada korelasi antara waktu detensi dengan prosentase penurunan TSS

H_1 = Ada korelasi antara waktu detensi dengan prosentase penurunan TSS

Koefisien korelasi pada Tabel 4.7 untuk variasi kerapatan tanaman adalah - 0,334, sedangkan nilai probabilitasnya adalah 0,379. Nilai koefisien korelasi dari kerapatan tanaman terhadap prosentase penyisihan TSS adalah lemah, dimana nilai koefisiennya tidak mendekati 1. Hubungan kedua variabel tidak searah karena adanya nilai negatif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti jika makin padat kerapatan tanaman, maka prosentase penyisihan TSS akan menurun. Keputusan yang diambil adalah menerima hipotesis awal (H_0) dan menolak hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitas (P) $\geq 0,05$. Artinya, tidak ada korelasi antara kerapatan tanaman dengan prosentase penyisihan TSS.

Koefisien korelasi pada Tabel 4.7 untuk waktu detensi dengan prosentase penyisihan TSS adalah 0,848, sedangkan nilai probabilitasnya adalah 0,004. Nilai koefisien korelasi dari waktu detensi terhadap prosentase penyisihan TSS adalah kuat, dimana nilai koefisiennya mendekati 1. Hubungan kedua variabel adalah searah karena adanya nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti jika semakin lama waktu detensi, maka prosentase penyisihan TSS terjadi peningkatan. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitas (P) $< 0,05$. Artinya, ada korelasi antara lamanya waktu detensi dengan prosentase penyisihan TSS.

4.3.3 Analisis Regresi

4.3.3.1 Analisis Regresi Antara Variasi Pola Aliran Terhadap Prosentase Penyisihan TSS

Hasil uji regresi prosentase penyisihan TSS pada reaktor dapat dilihat pada Tabel 4.8, sebagai berikut:

Tabel 4.8 Analisis Regresi Antara Variasi Pola Aliran Terhadap Prosentase Penyisihan TSS (%)

Regression Analysis: %TSS versus Pola aliran						
The regression equation is						
%TSS = 90.2 - 4.13 Pola aliran						
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF	
Constant	90.250	4.020	22.45	0.000		
Pola aliran	-4.131	1.032	4.00	0.001	1.000	
S = 7.48022 R-Sq = 50.0% R-Sq(adj) = 46.9%						

Persamaan regresi pada Tabel 4.8 adalah $Y = 90,2 - 4,13X_1$, dimana Y adalah prosentase penyisihan TSS (%), X_1 adalah variasi pola aliran. Koefisien regresi sebesar -4,131 untuk variasi pola aliran (X_1) menyatakan bahwa setiap penambahan aliran pada reaktor maka akan menurunkan prosentase penyisihan TSS sebesar 90,2% dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.

Pada Tabel 4.8 menunjukkan bahwa parameter (koefisien) untuk variabel pola aliran bertanda negatif. Jika melihat tanda pada Tabel 4.5 terlihat bahwa koefisien korelasi pola aliran juga bertanda negatif. Koefisien korelasi pola aliran adalah -0,707. Adanya persamaan tanda mengindikasikan bahwa tidak adanya multikolinear dalam model. Hal ini juga dapat dilihat dari nilai VIF yaitu sebesar 1,00. Apabila nilai $VIF < 5$ maka tidak ada kondisi multikolinear dalam model, sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat.

- Uji hipotesa untuk analisa regresi antara variasi pola aliran dengan prosentase penurunan TSS:
 $H_0 =$ Variasi pola aliran tidak berpengaruh secara signifikan terhadap prosentase penurunan TSS

$H_1 =$ Variasi pola aliran berpengaruh secara signifikan terhadap prosentase penurunan TSS

Uji T dilakukan untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka $t_{\alpha/2, n-1}$ dari tabel distribusi t didapat $t_{(0,025,16)} = 2,120$. Nilai t pola aliran pada tabel 4.8 adalah sebesar 4,00. Nilai probabilitas (P) kerapatan tanaman pada Tabel 4.8 adalah 0,001. Kesimpulan yang diambil untuk variasi pola aliran adalah menolak H_0 dan menerima H_1 , karena nilai T hitung > T tabel dan nilai $P < 0,05$. Kesimpulan tersebut berarti bahwa koefisien regresi signifikan dimana variasi pola aliran berpengaruh secara signifikan terhadap prosentase penyisihan TSS

Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 50,0 % pada. Hal ini berarti prosentase penyisihan TSS dipengaruhi oleh pola aliran, sedangkan sisanya 50,0 % dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan ke dalam model.

4.3.3.2 Analisis Regresi Antara Kerapatan dan Waktu Detensi Terhadap Prosentase penyisihan TSS Pada Reaktor Batch

Hasil uji regresi prosentase penyisihan TSS pada reaktor batch dapat dilihat pada Tabel 4.9, sebagai berikut:

Tabel 4.9 Analisis Regresi Antara Kerapatan Tanaman (mg/cm^2) dan Waktu Detensi (hari) Terhadap Prosentase penyisihan TSS (%) Pada Reaktor Batch

Regression Analysis: Presentase Penur versus Kerapatan; Waktu detensi						
The regression equation is						
Presentase Penurunan TSS = 59,1 + 0,125 Kerapatan + 3,62 Waktu detensi						
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF	
Constant	59,15	13,80	4,29	0,005		
Kerapatan	0,1248	0,1665	0,75	0,482	1,0	
Waktu detensi	3,6175	0,8324	4,35	0,005	1,0	
S = 4,07813 R-Sq = 76,4% R-Sq(adj) = 68,6%						

Persamaan regresi pada Tabel 4.9 adalah $Y = 59,1 + 0,125X_1 + 3,62 X_2$ dan, dimana Y adalah prosentase penyisihan TSS (%), X_1 adalah kerapatan tanaman (mg/cm^2), dan X_2 adalah waktu detensi (hari). Koefisien regresi sebesar 0,125 untuk variasi kerapatan tanaman (X_1) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu sebesar 2 hari dalam pengambilan sampel akan meningkatkan prosentase penyisihan TSS sebesar 0,608 dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan. Koefisien regresi sebesar 3,62 untuk variasi waktu detensi (X_2) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu sebesar 2 hari dalam pengambilan sampel akan meningkatkan prosentase penyisihan TSS sebesar 3,62 dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.

Pada Tabel 4.9 menunjukkan bahwa parameter (koefisien) untuk variabel kerapatan tanaman dan waktu detensi bertanda positif. Jika melihat tanda pada Tabel 4.6 terlihat bahwa koefisien korelasi kerapatan tanaman dan waktu detensi juga bertanda positif. Koefisien korelasi kerapatan tanaman dan waktu detensi pada reaktor batch adalah 0,149 dan 0,861. Adanya persamaan tanda mengindikasikan bahwa tidak adanya multikolinear dalam model. Hal ini juga dapat dilihat dari nilai VIF yaitu sebesar 1,00. Apabila nilai $VIF < 5$ maka tidak ada kondisi multikolinear dalam model, sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat.

- Uji hipotesa untuk analisa regresi antara variasi kerapatan tanaman dengan prosentase penurunan TSS:
 H_0 = Variasi kerapatan tanaman tidak berpengaruh secara signifikan terhadap prosentase penurunan TSS
 H_1 = Variasi kerapatan tanaman berpengaruh secara signifikan terhadap prosentase penurunan TSS
- Uji hipotesa untuk analisa regresi antara variasi waktu detensi dengan prosentase penurunan TSS:
 H_0 = Variasi waktu detensi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap prosentase penurunan TSS

$H_1 =$ Variasi waktu detensi berpengaruh secara signifikan terhadap prosentase penurunan TSS

Uji T dilakukan untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka $t_{\alpha/2, n-1}$ dari tabel distribusi t didapat $t_{(0,025,6)} = 2,447$. Nilai t kerapatan tanaman pada tabel 4.9 adalah sebesar 0,75. Nilai probabilitas (P) kerapatan tanaman pada Tabel 4.9 adalah 0,482. Kesimpulan yang diambil untuk variasi kerapatan tanaman adalah menerima H_0 dan menolak H_1 , karena nilai T hitung $<$ T tabel dan nilai $P \geq 0,05$. Kesimpulan tersebut berarti bahwa koefisien regresi tidak signifikan dimana variasi kerapatan tanaman tidak berpengaruh secara signifikan terhadap prosentase penyisihan TSS

Sedangkan nilai t waktu detensi pada Tabel 4.9 adalah sebesar 4,35. Nilai probabilitas (P) waktu detensi pada Tabel 4.7 adalah 0,005. Kesimpulan yang diambil untuk variasi waktu detensi adalah menolak H_0 dan menerima H_1 , karena nilai T hitung $>$ T tabel dan nilai $P < 0,05$. Kesimpulan tersebut berarti bahwa koefisien regresi signifikan dimana variasi waktu detensi berpengaruh secara signifikan terhadap prosentase penyisihan TSS .

Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi ($R \text{ Square} = r^2$) sebesar 76,4 % pada. Hal ini berarti prosentase penyisihan TSS dipengaruhi oleh kerapatan tanaman dan waktu detensi, sedangkan sisanya 23,6 % dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan ke dalam model.

4.3.3.3 Analisis Regresi Antara Kerapatan Tanaman dan Waktu Detensi Terhadap Prosentase penyisihan TSS Pada Reaktor Kontinyu

Hasil uji regresi prosentase penyisihan TSS pada reaktor kontinyu dapat dilihat pada Tabel 4.10, sebagai berikut:

Tabel 4.10 Analisis Regresi Antara Kerapatan Tanaman (mg/cm^2) dan Waktu Detensi (hari) Terhadap Prosentase penyisihan TSS (%) Pada Reaktor Kontinyu

Regression Analysis: Prosentase Penur versus Kerapatan, Waktu Detensi					
The regression equation is					
Prosentase Penurunan TSS = 74.5 - 0.224 Kerapatan + 2.84 Waktu Detensi					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	74.536	9.331	7.99	0.000	
Kerapatan	-0.2240	0.1126	-1.99	0.094	1.0
Waktu Detensi	2.8408	0.5630	5.05	0.002	1.0
S = 2.75818 R-Sq = 83.1% R-Sq(adj) = 77.4%					

Pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8 memuat keterangan sebagai berikut:

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

Persamaan regresi pada Tabel 4.10 adalah $Y = 74,5 - 0,224 X_1 + 2,84 X_2$ dan, dimana Y adalah prosentase penyisihan TSS (%), X_1 adalah kerapatan tanaman (mg/cm^2), dan X_2 adalah waktu detensi (hari). Koefisien regresi sebesar -0,224 untuk variasi kerapatan tanaman (X_1) menyatakan bahwa setiap

penambahan waktu sebesar 2 hari dalam pengambilan sampel akan menurunkan prosentase penyisihan TSS sebesar 0,224 dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan. Koefisien regresi sebesar 2,84 untuk variasi waktu detensi (X_2) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu sebesar 2 hari dalam pengambilan sampel akan meningkatkan prosentase penyisihan TSS sebesar 2,84 dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.

Pada Tabel 4.10 menunjukkan bahwa parameter (koefisien) untuk variabel kerapatan tanaman bertanda negatif dan waktu detensi bertanda negatif. Jika melihat tanda pada Tabel 4.7 terlihat bahwa koefisien korelasi kerapatan tanaman juga bertanda negatif dan waktu detensi bertanda positif. Koefisien korelasi kerapatan tanaman dan waktu detensi pada reaktor kontinyu adalah -0,334 dan 0,848. Adanya persamaan tanda mengindikasikan bahwa tidak adanya multikolinear dalam model. Hal ini juga dapat dilihat dari nilai VIF yaitu sebesar 1,00. Apabila nilai $VIF < 5$ maka tidak ada kondisi multikolinear dalam model, sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat.

- Uji hipotesa untuk analisa regresi antara variasi kerapatan tanaman dengan prosentase penurunan TSS:
 H_0 = Variasi kerapatan tanaman tidak berpengaruh secara signifikan terhadap prosentase penurunan TSS
 H_1 = Variasi kerapatan tanaman berpengaruh secara signifikan terhadap prosentase penurunan TSS
- Uji hipotesa untuk analisa regresi antara variasi waktu detensi dengan prosentase penurunan TSS:
 H_0 = Variasi waktu detensi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap prosentase penurunan TSS
 H_1 = Variasi waktu detensi berpengaruh secara signifikan terhadap prosentase penurunan TSS

Uji T dilakukan untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka $t_{\alpha/2, n-1}$ dari tabel distribusi t didapat $t_{(0,025,6)} = 2,447$. Nilai t kerapatan tanaman pada tabel 4.10 adalah sebesar -1,99.

Nilai probabilitas (P) kerapatan tanaman pada Tabel 4.10 adalah 0,094. Kesimpulan yang diambil untuk variasi kerapatan tanaman adalah menerima H_0 dan menolak H_1 , karena nilai T hitung $<$ T tabel dan nilai $P \geq 0,05$. Kesimpulan tersebut berarti bahwa koefisien regresi tidak signifikan dimana variasi kerapatan tanaman tidak berpengaruh secara signifikan terhadap prosentase penyisihan TSS

Sedangkan nilai t waktu detensi pada Tabel 4.10 adalah sebesar 5,05. Nilai probabilitas (P) waktu detensi pada Tabel 4.10 adalah 0,002. Kesimpulan yang diambil untuk variasi waktu detensi adalah menolak H_0 dan menerima H_1 , karena nilai T hitung $>$ T tabel dan nilai $P < 0,05$. Kesimpulan tersebut berarti bahwa koefisien regresi signifikan dimana variasi waktu detensi berpengaruh secara signifikan terhadap prosentase penyisihan TSS .

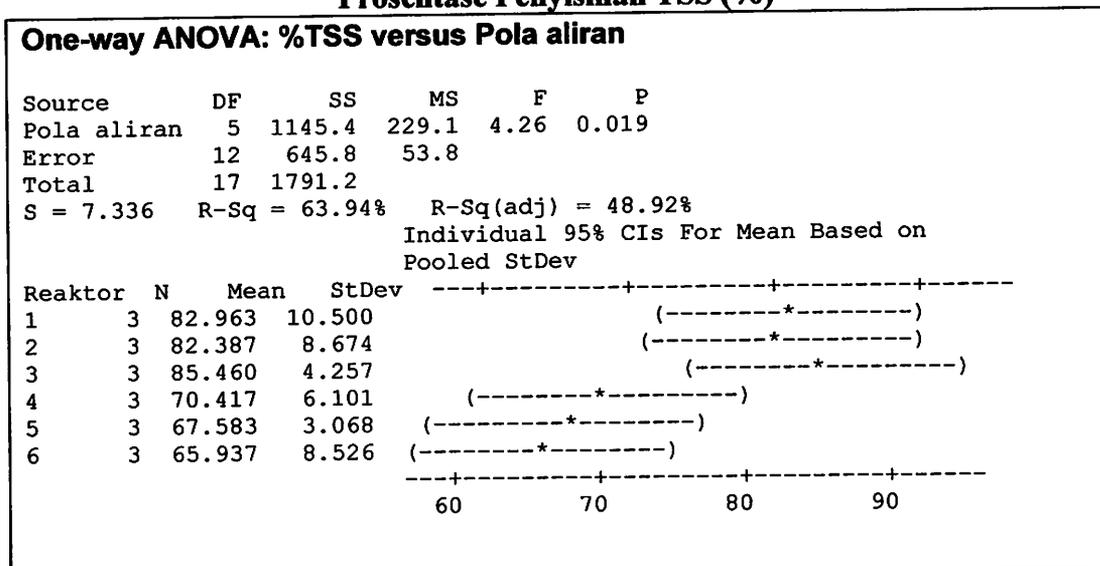
Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 83,1 % pada. Hal ini berarti prosentase penyisihan TSS dipengaruhi oleh kerapatan tanaman dan waktu detensi, sedangkan sisanya 16,9 % dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan ke dalam model.

4.3.4 Analisis Varian (ANOVA)

4.3.4.1 Analisis Varian (ANOVA) One-way Antara Variasi Pola Aliran Terhadap Penyisihan TSS

Hasil analisis untuk prosentase penyisihan TSS terhadap variasi pola aliran pada reaktor dapat dilihat pada Tabel 4.11 berikut ini:

Tabel 4.11 Hasil Uji ANOVA antara Variasi Pola Aliran Terhadap Prosentase Penyisihan TSS (%)



Keterangan :

- Reaktor 1 : Reaktor dengan aliran batch kerapatan 70mg/cm²
- Reaktor 2 : Reaktor dengan aliran batch kerapatan 80mg/cm²
- Reaktor 3 : Reaktor dengan aliran batch kerapatan 90mg/cm²
- Reaktor 4 : Reaktor dengan aliran kontinyu kerapatan 70mg/cm²
- Reaktor 5 : Reaktor dengan aliran kontinyu kerapatan 80mg/cm²
- Reaktor 6 : Reaktor dengan aliran kontinyu kerapatan 90mg/cm²

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari tabel distribusi F pola aliran didapat $F_{(0,05,12,17)} = 2,38$. Nilai F hitung output pola aliran adalah sebesar 4,26. Nilai probabilitas pola aliran adalah 0,019.

Uji hipotesa untuk analisa Anova One-way antara variasi pola aliran terhadap penyisihan TSS:

H_0 = Rata-rata prosentase penyisihan TSS dalam perlakuan adalah identik/sama

H_1 = Rata-rata prosentase penyisihan TSS dalam perlakuan adalah tidak identik/tidak sama

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari tabel distribusi F kerapatan tanaman didapat $F_{(0,05.2.4)} = 6,94$ dan tabel distribusi F waktu detensi didapat $F_{(0,05.2.4)} = 6,94$. Nilai F hitung output kerapatan tanaman dan waktu detensi secara berturut-turut adalah sebesar 0,38 dan 7,74. Nilai probabilitas kerapatan tanaman dan waktu detensi adalah 0,704 dan 0,042.

Uji hipotesa untuk analisa Anova Two-way antara variasi kerapatan tanaman dan waktu detensi terhadap penyisihan TSS:

H_0 = Rata-rata prosentase penyisihan TSS dalam perlakuan adalah identik/sama

H_1 = Rata-rata prosentase penyisihan TSS dalam perlakuan adalah tidak identik/tidak sama

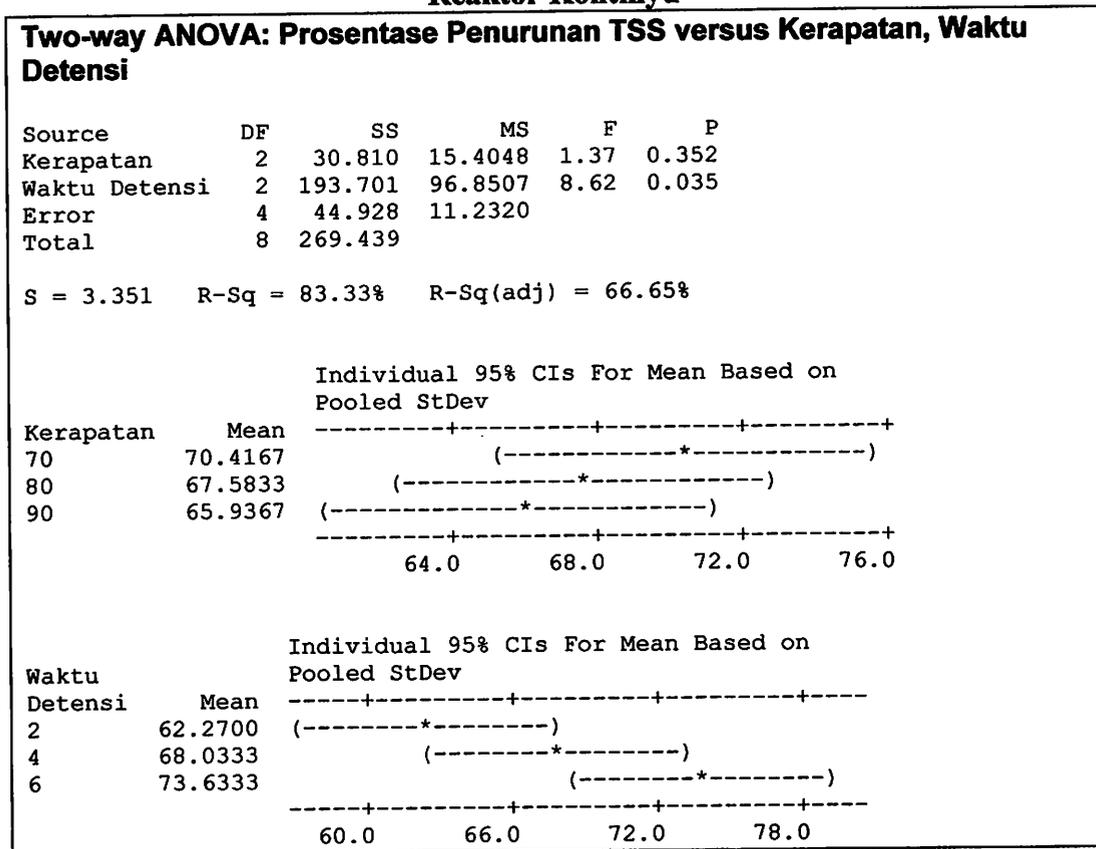
Keputusan yang dapat diambil untuk variasi kerapatan tanaman adalah menerima hipotesis awal (H_0) dan menolak hipotesis alternatif (H_1) karena nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$ dan nilai $P \geq 0,05$. Artinya, bahwa prosentase penyisihan TSS dalam perlakuan tersebut memang identik atau tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Kondisi beda nyata terjadi pada antara kerapatan 80 mg/cm^2 dan 90 mg/cm^2 dimana dikarenakan adanya peningkatan prosentase penyisihan TSS.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu pengambilan sampel adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ dan nilai $P < 0,05$. Artinya, bahwa prosentase penyisihan TSS dalam perlakuan tersebut memang tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan. Perbedaan yang signifikan didukung pula adanya kondisi yang beda nyata terjadi peningkatan prosentase penyisihan TSS pada waktu pengambilan sampel dari hari ke-2 sampai hari ke-6 yang cukup besar.

4.3.4.3. Analisis Varian (ANOVA) Two-way Antara Variasi Kerapatan Tanaman dan Waktu Detensi Terhadap Penyisihan TSS Pada reaktor Kontinyu

Hasil analisis untuk prosentase penyisihan TSS terhadap waktu pengambilan sampel pada reaktor kontinyu dapat dilihat pada Tabel 4.13 berikut ini:

Tabel 4.13 Hasil Uji ANOVA antara Variasi Kerapatan Tanaman dan Waktu Detensi (hari) Terhadap Prosentase Penyisihan TSS (%) pada Reaktor Kontinyu



Hasil Tabel 4.12 dan Tabel 4.13 memuat keterangan sebagai berikut:

- DF = Derajat Bebas
- SS = Variasi Residual
- MS = Mean Square
- F = Nilai Statistik Analisis
- P = Nilai Probabilitas (dengan $\alpha = 0,05$)

N = Number
Mean = Nilai rata-rata
StDev = Standar Deviasi

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari tabel distribusi F kerapatan tanaman didapat $F_{(0,05.2.4)} = 6,94$ dan tabel distribusi F waktu detensi didapat $F_{(0,05.2.4)} = 6,94$. Nilai F hitung output kerapatan tanaman dan waktu detensi secara berturut-turut adalah sebesar 1,37 dan 8,62. Nilai probabilitas kerapatan tanaman dan waktu detensi adalah 0,352 dan 0,035.

Uji hipotesa untuk analisa Anova Two-way antara variasi kerapatan tanaman dan waktu detensi terhadap penyisihan TSS:

H_0 = Rata-rata prosentase penyisihan TSS dalam perlakuan adalah identik/sama
 H_1 = Rata-rata prosentase penyisihan TSS dalam perlakuan adalah tidak identik/tidak sama

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi kerapatan tanaman adalah menerima hipotesis awal (H_0) dan menolak hipotesis alternatif (H_1) karena nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$ dan nilai $P \geq 0,05$. Artinya, bahwa prosentase penyisihan TSS dalam perlakuan tersebut memang identik atau tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Kondisi beda nyata terjadi pada pada kerapatan tanaman 70 mg/cm^2 dan 80 mg/cm^2 dimana dikarenakan adanya penurunan prosentase penyisihan TSS.

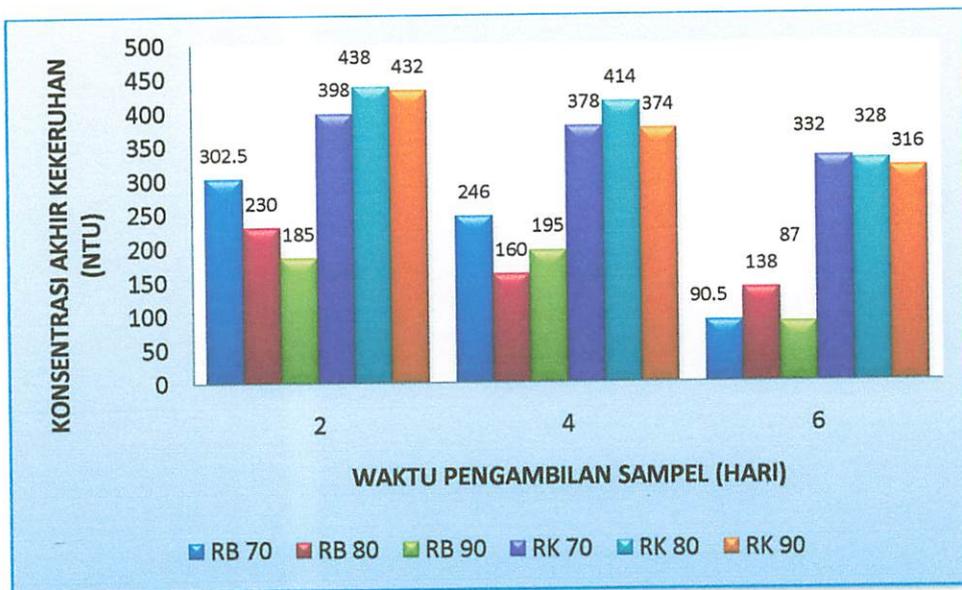
Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu pengambilan sampel adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ dan nilai $P < 0,05$. Artinya, bahwa prosentase penyisihan TSS dalam perlakuan tersebut memang tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan. Perbedaan yang signifikan didukung pula adanya kondisi yang beda nyata terjadi peningkatan prosentase penyisihan TSS pada waktu pengambilan sampel dari hari ke-2 sampai hari ke-6 yang cukup besar.

4.4 Analisis Penurunan Kekeruhan

Penurunan kekeruhan dianalisis menggunakan analisis deskriptif, analisis ANOVA, analisis korelasi dan analisis regresi pada sub bab berikut ini.

4.4.1 Analisis Deskriptif

Pada tabel 4.2 menunjukkan bahwa nilai konsentrasi akhir kekeruhan pada pada reaktor batch dan kontinyu dengan kerapatan 70 mg/cm², 80 mg/cm² mengalami penurunan dari hari ke-2 hingga hari ke-6. Nilai akhir kekeruhan pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 tersebut diplotkan pada Gambar 4.3 dibawah ini:



Gambar 4.3. Grafik Hubungan Konsentrasi Akhir Kekeruhan (NTU) Terhadap Waktu Pengambilan Sampel Setelah Proses

Berdasarkan Tabel 4.2, Tabel 4.3 dan Gambar 4.1 menunjukkan bahwa konsentrasi akhir kekeruhan pada reaktor batch dan kontinyu dengan masing-masing variasi kerapatan mengalami penurunan dari hari pengukuran ke-2 hingga ke-6. Konsentrasi kekeruhan yang mengalami fluktuasi, terdapat pada reaktor batch dengan kerapatan tanaman 90 mg/cm².

❖ **Perhitungan Presentase Penyisihan Kekeruhan**

Berdasarkan data Kekeruhan akhir pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3, maka dapat dicari prosentase penyisihan kekeruhan pada tiap-tiap reaktor dengan menggunakan rumus:

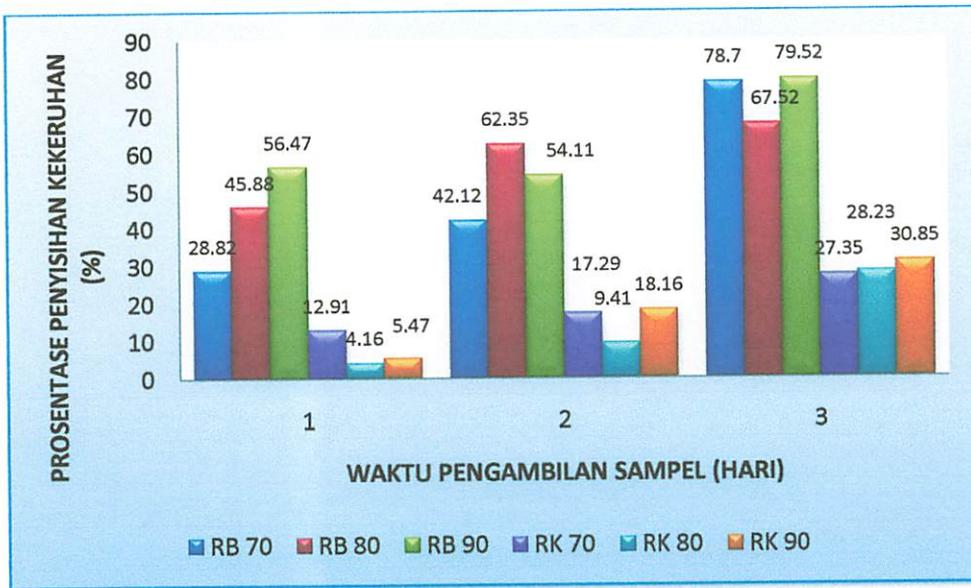
$$\% \text{ Removal} = \frac{(\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir})}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Hasil dari perhitungan rumus diatas, maka nilai prosentase penyisihan kekeruhan dapat dilihat pada Tabel 4.14 di bawah ini:

Tabel 4.14 Prosentase Penyisihan Kekeruhan (%)

Variasi Kerapatan (mg/cm ²)	Waktu Pengambilan Sampel (hari ke-)	Reaktor Batch		Reaktor Kontinyu	
		Nilai Akhir (NTU)	% R	Nilai Akhir (NTU)	% R
70	2	302,5	28.82	398	12.91
	4	246	42.12	378	17.29
	6	90,5	78.70	332	27.35
80	2	230	45.88	438	4.16
	4	160	62.35	414	9.41
	6	138	67.52	328	28.23
90	2	185	56.47	432	5.47
	4	195	54.11	374	18.16
	6	87	79.52	316	30.85

Berdasarkan data prosentase penyisihan konsentrasi kekeruhan pada Tabel 4.14, maka dapat diplotkan menjadi sebuah grafik prosentase penyisihan kekeruhan pada Gambar 4.4 berikut ini:



Gambar 4.4. Grafik Hubungan Prosentase Penyisihan Kekeruhan (%) Terhadap Waktu Pengambilan Sampel Setelah Proses

4.4.1.1 Reaktor Batch

Berdasarkan Tabel 4.2 dan Gambar 4.3 konsentrasi akhir kekeruhan terendah pada reaktor batch terjadi pada reaktor dengan kerapatan tanaman 90 mg/cm² dengan waktu pengambilan sampel hari ke-6 sebesar 87 NTU. Berdasarkan Tabel 4.11 dan Gambar 4.4 prosentase penyisihan konsentrasi kekeruhan terbesar pada reaktor batch juga terjadi pada waktu pengambilan sampel hari ke-6 dengan kerapatan tanaman 90 mg/cm² sebesar 79,52 %.

4.4.1.2 Reaktor Kontinyu

Berdasarkan Tabel 4.3 dan Gambar 4.3 konsentrasi akhir kekeruhan terendah pada reaktor kontinyu terjadi pada reaktor dengan kerapatan tanaman 90 mg/cm² dengan waktu pengambilan sampel hari ke-6 sebesar 316 NTU. Berdasarkan Tabel 4.11 dan Gambar 4.4 prosentase penyisihan konsentrasi TSS terbesar pada reaktor batch juga terjadi pada waktu pengambilan sampel hari ke-6 dengan kerapatan tanaman 90 mg/cm² sebesar 30,85 %.

4.4.2 Analisis Korelasi

Analisis korelasi antara prosentase penyisihan kekeruhan pada masing-masing reaktor akan dijelaskan pada sub bab berikut ini.

4.4.2.1 Analisis Korelasi Antara Variasi Pola Aliran Terhadap Prosentase Penyisihan Kekeruhan

Hasil uji korelasi prosentase penyisihan kekeruhan pada reaktor dapat dilihat pada Tabel 4.15 sebagai berikut:

Tabel 4.15 Hasil Uji Korelasi Antara Variasi Pola Aliran Terhadap Prosentase Penyisihan Kekeruhan

Correlations: %kekeruhan, Pola aliran
Pearson correlation of %kekeruhan and Pola aliran = -0.686 P-Value = 0.002

- Uji hipotesa untuk analisa korelasi antara variasi pola aliran dan prosentase penurunan kekeruhan:
 H_0 = Tidak ada korelasi antara variasi pola aliran dengan prosentase penurunan kekeruhan
 H_1 = Ada korelasi antara variasi pola aliran dengan prosentase penurunan kekeruhan

Koefisien korelasi pada Tabel 4.15 untuk variasi pola aliran adalah -0,686, sedangkan nilai probabilitasnya adalah 0,002. Nilai koefisien korelasi dari pola aliran terhadap prosentase penyisihan kekeruhan adalah lemah, dimana nilai koefisiennya tidak mendekati 1. Hubungan kedua variabel tidak searah karena adanya nilai negatif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti jika semakin besarr aliran, maka prosentase penyisihan kekeruhan akan menurun. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitas (P) < 0,05. Artinya, ada korelasi antara variasi pola aliran dengan prosentase penyisihan kekeruhan.

4.4.2.2 Analisis Korelasi Antara Variasi Kerapatan Tanaman dan Waktu Detensi Terhadap Prosentase Penyisihan Kekeruhan pada Reaktor Batch

Hasil uji korelasi prosentase penyisihan kekeruhan pada reaktor batch dapat dilihat pada Tabel 4.16, sebagai berikut:

Tabel 4.16 Hasil Uji Korelasi Antara Kerapatan Tanaman (mg/cm^2) dan Waktu Detensi (hari) Terhadap Prosentase Penyisihan Kekeruhan (%) Pada Reaktor Batch

Correlations: Presentase Penurunan Kekeruhan, Kerapatan, Waktu Detensi		
	Presentase P	Kerapatan
Kerapatan	0.347	
	0.360	
Waktu Detensi	0.811	0.000
	0.008	1.000
Cell Contents: Pearson correlation		
P-Value		

- Uji hipotesa untuk analisa korelasi antara variasi kerapatan tanaman dan prosentase penurunan kekeruhan:
 - H_0 = Tidak ada korelasi antara kerapatan tanaman dengan prosentase penurunan kekeruhan
 - H_1 = Ada korelasi antara kerapatan tanaman dengan prosentase penurunan kekeruhan
- Uji hipotesa untuk analisa korelasi antara variasi waktu detensi dan prosentase penurunan kekeruhan:
 - H_0 = Tidak ada korelasi antara waktu detensi dengan prosentase penurunan kekeruhan
 - H_1 = Ada korelasi antara waktu detensi dengan prosentase penurunan kekeruhan

Koefisien korelasi pada Tabel 4.16 untuk variasi kerapatan tanaman adalah 0,347, sedangkan nilai probabilitasnya adalah 0,360. Nilai koefisien korelasi dari kerapatan tanaman terhadap prosentase penyisihan kekeruhan adalah lemah, dimana nilai koefisiennya tidak mendekati 1. Hubungan kedua variabel searah

karena adanya nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti jika makin padat kerapatan tanaman, maka prosentase penyisihan kekeruhan akan meningkat. Keputusan yang diambil adalah menerima hipotesis awal (H_0) dan menolak hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitas (P) $\geq 0,05$. Artinya, tidak ada korelasi antara kerapatan tanaman dengan prosentase penyisihan kekeruhan.

Koefisien korelasi pada Tabel 4.16 untuk waktu detensi dengan prosentase penyisihan kekeruhan adalah 0,811, sedangkan nilai probabilitasnya adalah 0,008. Nilai koefisien korelasi dari waktu detensi terhadap prosentase penyisihan kekeruhan adalah kuat, dimana nilai koefisiennya mendekati 1. Hubungan kedua variabel adalah searah karena adanya nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti jika semakin lama waktu detensi, maka prosentase penyisihan kekeruhan terjadi peningkatan. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitas (P) $< 0,05$. Artinya ada korelasi antara lamanya waktu detensi dengan prosentase penyisihan kekeruhan.

4.4.2.3 Analisis Korelasi Antara Variasi Kerapatan Tanaman dan Waktu Detensi Terhadap Prosentase Penyisihan Kekeruhan pada Reaktor Kontinyu

Hasil uji korelasi prosentase penyisihan kekeruhan pada reaktor batch dapat dilihat pada Tabel 4.17, sebagai berikut:

Tabel 4.17 Hasil Uji Korelasi Antara Kerapatan Tanaman (mg/cm^2) dan Waktu Detensi (hari) Terhadap Prosentase Penyisihan Kekeruhan (%) Pada Reaktor Kontinyu

Correlations: Prosentase Penurunan Kekeruhan, Kerapatan, Waktu detensi		
	Prosentase P	Kerapatan
Kerapatan	-0.044 0.910	
Waktu detens	0.923 0.000	0.000 1.000
Cell Contents: Pearson correlation P-Value		

- Uji hipotesa untuk analisa korelasi antara variasi kerapatan tanaman dan prosentase penurunan kekeruhan:
 - H_0 = Tidak ada korelasi antara kerapatan tanaman dengan prosentase penurunan kekeruhan
 - H_1 = Ada korelasi antara kerapatan tanaman dengan prosentase penurunan kekeruhan
- Uji hipotesa untuk analisa korelasi antara variasi waktu detensi dan prosentase penurunan kekeruhan:
 - H_0 = Tidak ada korelasi antara waktu detensi dengan prosentase penurunan kekeruhan
 - H_1 = Ada korelasi antara waktu detensi dengan prosentase penurunan kekeruhan

Koefisien korelasi pada Tabel 4.17 untuk variasi kerapatan tanaman adalah -0,044, sedangkan nilai probabilitasnya adalah 0,910. Nilai koefisien korelasi dari kerapatan tanaman terhadap prosentase penyisihan kekeruhan adalah lemah, dimana nilai koefisiennya tidak mendekati 1. Hubungan kedua variabel tidak searah karena adanya nilai negatif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti jika makin padat kerapatan tanaman, maka prosentase penyisihan kekeruhan akan menurun. Keputusan yang diambil adalah menerima hipotesis awal (H_0) dan menolak hipotesis alternatif (H_1) karena nilai probabilitas (P) $\geq 0,05$. Artinya, tidak ada korelasi antara kerapatan tanaman dengan prosentase penyisihan kekeruhan.

Koefisien korelasi pada Tabel 4.17 untuk waktu detensi dengan prosentase penyisihan kekeruhan adalah 0,923, sedangkan nilai probabilitasnya adalah 0,000. Nilai koefisien korelasi dari waktu detensi terhadap prosentase penyisihan kekeruhan adalah lemah, dimana nilai koefisiennya tidak mendekati 1. Hubungan kedua variabel adalah searah karena adanya nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti jika semakin lama waktu detensi, maka prosentase penyisihan kekeruhan terjadi peningkatan. Keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai

probabilitas (P) < 0,05. Artinya, ada korelasi antara lamanya waktu detensi dengan prosentase penyisihan kekeruhan.

4.4.3 Analisis Regresi

Analisis regresi antara prosentase penyisihan kekeruhan pada masing-masing reaktor akan dijelaskan pada sub bab berikut ini.

4.4.3.1 Analisis Regresi Antara Variasi Pola Aliran Terhadap Prosentase Penyisihan Kekeruhan

Hasil uji regresi prosentase penyisihan kekeruhan pada reaktor dapat dilihat pada Tabel 4.18, sebagai berikut:

Tabel 4.18 Analisis Regresi Antara Variasi Pola Aliran Terhadap Prosentase Penyisihan Kekeruhan (%)

Regression Analysis: %kekeruhan versus Pola aliran						
The regression equation is						
%kekeruhan = 70.9 - 9.62 Pola aliran						
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF	
Constant	70.858	9.938	7.13	0.000		
Pola aliran	-9.621	2.552	3.77	0.002	1.000	
S = 18.4899 R-Sq = 47.0% R-Sq(adj) = 43.7%						

Persamaan regresi pada Tabel 4.18 adalah $Y = 70,9 - 9,62X_1$, dimana Y adalah prosentase penyisihan kekeruhan (%), X_1 adalah variasi pola aliran. Koefisien regresi sebesar -9,621 untuk variasi pola aliran (X_1) menyatakan bahwa setiap penambahan aliran pada reaktor maka akan menurunkan prosentase penyisihan kekeruhan sebesar 70,9% dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.

Pada Tabel 4.18 menunjukkan bahwa parameter (koefisien) untuk variabel pola aliran bertanda negatif. Jika melihat tanda pada Tabel 4.15 terlihat bahwa koefisien korelasi pola aliran juga bertanda negatif. Koefisien korelasi pola aliran adalah -0,686. Adanya persamaan tanda mengindikasikan bahwa tidak adanya multikolinear dalam model. Hal ini juga dapat dilihat dari nilai VIF yaitu sebesar

1,00. Apabila nilai VIF < 5 maka tidak ada kondisi multikolinear dalam model, sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat.

- Uji hipotesa untuk analisa regresi antara variasi pola aliran dengan prosentase penurunan kekeruhan:

H_0 = Variasi pola aliran tidak berpengaruh secara signifikan terhadap prosentase penurunan kekeruhan

H_1 = Variasi pola aliran berpengaruh secara signifikan terhadap prosentase penurunan kekeruhan

Uji T dilakukan untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka $t_{\alpha/2, n-1}$ dari tabel distribusi t didapat $t_{(0,025, 16)} = 2,120$. Nilai t pola aliran pada tabel 4.18 adalah sebesar 3,77. Nilai probabilitas (P) kerapatan tanaman pada Tabel 4.18 adalah 0,002. Kesimpulan yang diambil untuk variasi pola aliran adalah menolak H_0 dan menerima H_1 , karena nilai T hitung $>$ T tabel dan nilai P $<$ 0,05. Kesimpulan tersebut berarti bahwa koefisien regresi signifikan dimana variasi pola aliran berpengaruh secara signifikan terhadap prosentase penyisihan kekeruhan.

Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R Square = r^2) sebesar 47,0 % pada. Hal ini berarti prosentase penyisihan kekeruhan dipengaruhi oleh pola aliran, sedangkan sisanya 53,0 % dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan ke dalam model.

4.4.3.2 Analisis Regresi Antara Variasi Kerapatan Tanaman dan Waktu Detensi Terhadap Penyisihan Kekeruhan Pada Reaktor Batch

Hasil uji regresi prosentase penyisihan kekeruhan pada reaktor batch dapat dilihat pada Tabel 4.19, sebagai berikut:

**Tabel 4.19 Analisis Regresi
Antara Kerapatan Tanaman (mg/cm^2) dan Waktu Detensi (hari)
Terhadap Prosentase penyisihan kekeruhan (%) Pada Reaktor Batch**

Regression Analysis: Presentase Penur versus Kerapatan, Waktu Detensi

The regression equation is
Presentase Penurunan Kekeruhan = - 28.2 + 0.674 Kerapatan + 7.88 Waktu Detensi

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	-28.19	30.91	-0.91	0.397	
Kerapatan	0.6743	0.3731	1.81	0.121	1.0
Waktu Detensi	7.881	1.865	4.22	0.006	1.0

S = 9.13822 R-Sq = 77.9% R-Sq(adj) = 70.5%

Persamaan regresi pada Tabel 4.19 adalah $Y = 28,2 + 0,672 X_1 + 7,88 X_2$, dimana Y adalah prosentase penyisihan kekeruhan (%), X_1 adalah kerapatan tanaman (mg/cm^2), dan X_2 adalah waktu detensi (hari). Koefisien regresi sebesar 0,674 untuk variasi kerapatan tanaman (X_1) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu sebesar 2 hari dalam pengambilan sampel akan meningkatkan prosentase penyisihan kekeruhan sebesar 0,674 dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan. Koefisien regresi sebesar 7,88 untuk variasi waktu detensi (X_2) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu sebesar 2 hari dalam pengambilan sampel akan meningkatkan prosentase penyisihan kekeruhan sebesar 7,88 dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.

Pada Tabel 4.19 menunjukkan bahwa parameter (koefisien) untuk variabel kerapatan tanaman dan waktu detensi bertanda positif. Jika melihat tanda pada Tabel 4.16 terlihat bahwa koefisien korelasi kerapatan tanaman dan waktu detensi juga bertanda positif. Koefisien korelasi kerapatan tanaman dan waktu detensi pada reaktor batch adalah 0,347 dan 0,811. Adanya persamaan tanda mengindikasikan bahwa tidak adanya multikolinear dalam model. Hal ini juga

dapat dilihat dari nilai VIF yaitu sebesar 1,00. Apabila nilai VIF < 5 maka tidak ada kondisi multikolinear dalam model, sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat.

- Uji Hipotesa untuk analisa regresi antara variasi kerapatan tanaman dengan prosentase penurunan kekeruhan:
 H_0 = Variasi kerapatan tanaman tidak berpengaruh secara signifikan terhadap prosentase penurunan kekeruhan
 H_1 = Variasi kerapatan tanaman berpengaruh secara signifikan terhadap prosentase penurunan kekeruhan
- Uji Hipotesa untuk analisa regresi antara variasi waktu detensi dengan prosentase penurunan kekeruhan:
 H_0 = Variasi waktu detensi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap prosentase penurunan kekeruhan
 H_1 = Variasi waktu detensi berpengaruh secara signifikan terhadap prosentase penurunan kekeruhan

Uji T dilakukan untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka $t_{\alpha/2, n-1}$ dari tabel distribusi t didapat $t_{(0,025,6)} = 2,447$. Nilai t kerapatan tanaman pada Tabel 4.19 adalah sebesar 1,81. Nilai probabilitas (P) kerapatan tanaman pada Tabel 4.19 adalah 0,121. Kesimpulan yang diambil untuk variasi kerapatan tanaman adalah menerima H_0 dan menolak H_1 , karena nilai T hitung < T tabel dan nilai $P \geq 0,05$. Kesimpulan tersebut berarti bahwa koefisien regresi tidak signifikan dimana variasi kerapatan tanaman tidak berpengaruh secara signifikan terhadap prosentase penyisihan kekeruhan .

Sedangkan nilai t waktu detensi pada Tabel 4.19 adalah sebesar 4,22. Nilai probabilitas (P) waktu detensi pada Tabel 4.14 adalah 0,006. Kesimpulan yang diambil untuk variasi dan waktu detensi adalah menolak H_0 dan menerima H_1 , karena nilai T hitung > T tabel dan nilai $P < 0,05$. Kesimpulan tersebut berarti bahwa koefisien regresi signifikan dimana waktu detensi berpengaruh secara signifikan terhadap prosentase penyisihan kekeruhan.

Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 77,9 % pada. Hal ini berarti prosentase penyisihan kekeruhan dipengaruhi oleh kerapatan tanaman dan waktu detensi, sedangkan sisanya 22,1 % dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan ke dalam model.

4.4.3.3 Analisis Regresi Antara Variasi Kerapatan Tanaman dan Waktu Detensi Terhadap Prosentase Penyisihan Kekeruhan Pada Reaktor Kontinyu

Hasil uji regresi prosentase penyisihan kekeruhan pada reaktor kontinyu dapat dilihat pada Tabel 4.20, sebagai berikut:

**Tabel 4.20 Analisis Regresi
Antara Kerapatan Tanaman (mg/cm^2) dan Waktu Detensi (hari)
Terhadap Prosentase penyisihan kekeruhan (%) Pada Reaktor Kontinyu**

Regression Analysis: Prosentase Penur versus Kerapatan, Waktu detensi					
The regression equation is					
Prosentase Penurunan Kekeruhan = - 0.1 - 0.051 Kerapatan + 5.32 Waktu detensi					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	-0.11	14.92	-0.01	0.994	
Kerapatan	-0.0512	0.1800	-0.28	0.786	1.0
Waktu detensi	5.3242	0.9001	5.92	0.001	1.0
S = 4.40948 R-Sq = 85.4% R-Sq(adj) = 80.5%					

Persamaan regresi pada Tabel 4.20 adalah $Y = -0,1 - 0,051 X_1 + 5,32 X_2$, dimana Y adalah prosentase penyisihan kekeruhan (%), X_1 adalah kerapatan tanaman (mg/cm^2), dan X_2 adalah waktu detensi (hari). Koefisien regresi sebesar -0,051 untuk variasi kerapatan tanaman (X_1) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu sebesar 2 hari dalam pengambilan sampel akan menurunkan prosentase penyisihan kekeruhan sebesar 0,051 dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan. Koefisien regresi sebesar 5,32 untuk variasi waktu detensi (X_2) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu sebesar 2 hari dalam pengambilan sampel akan meningkatkan prosentase penyisihan kekeruhan sebesar 5,32 dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.

Pada Tabel 4.20 menunjukkan bahwa parameter (koefisien) untuk variabel kerapatan tanaman bertanda negatif dan waktu detensi bertanda positif. Jika melihat tanda pada Tabel 4.17 terlihat bahwa koefisien korelasi kerapatan tanaman bertanda negatif dan waktu detensi juga bertanda positif. Koefisien korelasi kerapatan tanaman dan waktu detensi pada reaktor kontinyu adalah -0,044 dan 0,000. Adanya persamaan tanda mengindikasikan bahwa tidak adanya multikolinear dalam model. Hal ini juga dapat dilihat dari nilai VIF yaitu sebesar 1,00. Apabila nilai VIF < 5 maka tidak ada kondisi multikolinear dalam model, sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat.

- Uji Hipotesa untuk analisa regresi antara variasi kerapatan tanaman dengan prosentase penurunan kekeruhan:

H_0 = Variasi kerapatan tanaman tidak berpengaruh secara signifikan terhadap prosentase penurunan kekeruhan

H_1 = Variasi kerapatan tanaman berpengaruh secara signifikan terhadap prosentase penurunan kekeruhan

- Uji Hipotesa untuk analisa regresi antara variasi waktu detensi dengan prosentase penurunan kekeruhan:

H_0 = Variasi waktu detensi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap prosentase penurunan kekeruhan

H_1 = Variasi waktu detensi berpengaruh secara signifikan terhadap prosentase penurunan kekeruhan

Uji T dilakukan untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka $t_{\alpha/2, n-1}$ dari tabel distribusi t didapat $t_{(0,025,6)} = 2,447$. Nilai t kerapatan tanaman pada Tabel 4.20 adalah sebesar -0,28. Nilai probabilitas (P) kerapatan tanaman pada Tabel 4.20 adalah 0,786. Kesimpulan yang diambil untuk variasi kerapatan tanaman adalah menerima H_0 dan menolak H_1 , karena nilai T hitung < T tabel dan nilai $P \geq 0,05$. Kesimpulan tersebut berarti bahwa koefisien regresi tidak signifikan dimana variasi kerapatan tanaman tidak berpengaruh secara signifikan terhadap prosentase penyisihan kekeruhan.

Sedangkan nilai t waktu detensi pada Tabel 4.20 adalah sebesar 5,92. Nilai probabilitas (P) waktu detensi pada Tabel 4.20 adalah 0,001. Kesimpulan yang diambil untuk variasi dan waktu detensi adalah menolak H_0 dan menerima H_1 , karena nilai T hitung > T tabel dan nilai $P < 0,05$. Kesimpulan tersebut berarti bahwa koefisien regresi signifikan dimana waktu detensi berpengaruh secara signifikan terhadap prosentase penyisihan kekeruhan.

Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 85,4 %. Hal ini berarti prosentase penyisihan kekeruhan dipengaruhi oleh kerapatan tanaman dan waktu detensi, sedangkan sisanya 14,6 % dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan ke dalam model.

4.4.4 Analisis Varian (ANOVA)

4.4.4.1 Analisis Varian (ANOVA) One-way Antara Variasi Pola Aliran Terhadap Prosentase Penyisihan Kekeruhan

Hasil analisis untuk prosentase penyisihan kekeruhan terhadap variasi pola aliran pada reaktor dapat dilihat pada Tabel 4.21 berikut ini:

Tabel 4.21 Hasil Uji ANOVA antara Variasi Pola Aliran Terhadap Prosentase Penyisihan Kekeruhan (%)

One-way ANOVA: %kekeruhan versus Pola aliran					
Source	DF	SS	MS	F	P
Pola aliran	5	7594	1519	6.66	0.003
Error	12	2736	228		
Total	17	10330			

S = 15.10 R-Sq = 73.51% R-Sq(adj) = 62.48%

Reaktor	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev	
1	3	49.88	25.83	-----+-----+-----+-----+----- (-----*-----)	
2	3	58.58	11.30	(-----*-----)	
3	3	63.37	14.04	(-----*-----)	
4	3	19.18	7.40	(-----*-----)	
5	3	13.93	12.66	(-----*-----)	
6	3	18.16	12.69	(-----*-----)	

-----+-----+-----+-----+-----
0 25 50 75

Keterangan :

- *Reaktor 1* : *Reaktor dengan aliran batch kerapatan 70mg/cm²*
- *Reaktor 2* : *Reaktor dengan aliran batch kerapatan 80mg/cm²*
- *Reaktor 3* : *Reaktor dengan aliran batch kerapatan 90mg/cm²*
- *Reaktor 4* : *Reaktor dengan aliran kontinyu kerapatan 70mg/cm²*
- *Reaktor 5* : *Reaktor dengan aliran kontinyu kerapatan 80mg/cm²*
- *Reaktor 6* : *Reaktor dengan aliran kontinyu kerapatan 90mg/cm²*

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari tabel distribusi F pola aliran didapat $F_{(0,05.12.17)} = 2,38$. Nilai F hitung output pola aliran adalah sebesar 6,66. Nilai probabilitas pola aliran adalah 0,003.

Uji hipotesa untuk analisa Anova One-way antara variasi pola aliran terhadap penyisihan kekeruhan:

H_0 = Rata-rata prosentase penyisihan kekeruhan dalam perlakuan adalah identik/sama

H_1 = Rata-rata prosentase penyisihan kekeruhan dalam perlakuan adalah tidak identik/tidak sama

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi pola aliran adalah menerima hipotesis awal (H_0) dan menolak hipotesis alternatif (H_1) karena nilai Fhitung > Ftabel dan nilai $P < 0,05$. Artinya, bahwa prosentase penyisihan kekeruhan dalam perlakuan tersebut memang tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan. Perbedaan yang signifikan didukung pula dengan adanya kondisi yang beda nyata yang terjadi pada nilai reaktor 3 (aliran batch) yang berbeda nyata dengan nilai pada reaktor 4 (aliran kontinyu).

4.4.4.2 Analisis Varian (ANOVA) Two Ways Antara Variasi Kerapatan Tanaman dan Waktu Detensi Terhadap Prosentase Penyisihan Kekeruhan Pada Reaktor Batch

Hasil analisis untuk prosentase penyisihan kekeruhan terhadap waktu pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 4.22 berikut ini:

Tabel 4.22 Hasil Uji ANOVA antara Variasi Kerapatan Tanaman dan Waktu Detensi (hari) Terhadap Prosentase Penyisihan Kekeruhan (%) Pada Reaktor Batch

Two-way ANOVA: Presentase Penurunan Kekeruhan versus Kerapatan, Waktu Detensi						
Source	DF	SS	MS	F	P	
Kerapatan	2	280.52	140.259	1.38	0.349	
Waktu Detensi	2	1578.36	789.181	7.78	0.042	
Error	4	405.58	101.395			
Total	8	2264.46				

S = 10.07 R-Sq = 82.09% R-Sq(adj) = 64.18%

Kerapatan			Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev			
	Mean					
70	49.8800		(-----*-----)			
80	58.5833		(-----*-----)			
90	63.3667		(-----*-----)			
			-----+-----+-----+-----			
			36 48 60 72			

Waktu Detensi			Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev			
	Mean					
2	43.7233		(-----*-----)			
4	52.8600		(-----*-----)			
6	75.2467		(-----*-----)			
			-----+-----+-----+-----			
			32 48 64 80			

Uji hipotesa untuk analisa Anova Two-way antara variasi kerapatan tanaman dan waktu detensi terhadap penyisihan kekeruhan:

H_0 = Rata-rata prosentase penyisihan kekeruhan dalam perlakuan adalah identik/sama

H_1 = Rata-rata prosentase penyisihan kekeruhan dalam perlakuan adalah tidak identik/tidak sama

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari tabel distribusi F kerapatan tanaman didapat $F_{(0,05.2.4)} = 6,94$ dan tabel distribusi F waktu detensi didapat $F_{(0,05.2.4)} = 6,94$. Nilai F hitung output kerapatan tanaman dan waktu detensi secara berturut-turut adalah sebesar 1,38 dan 7,78. Nilai probabilitas kerapatan tanaman dan waktu detensi adalah 0,349 dan 0,042.

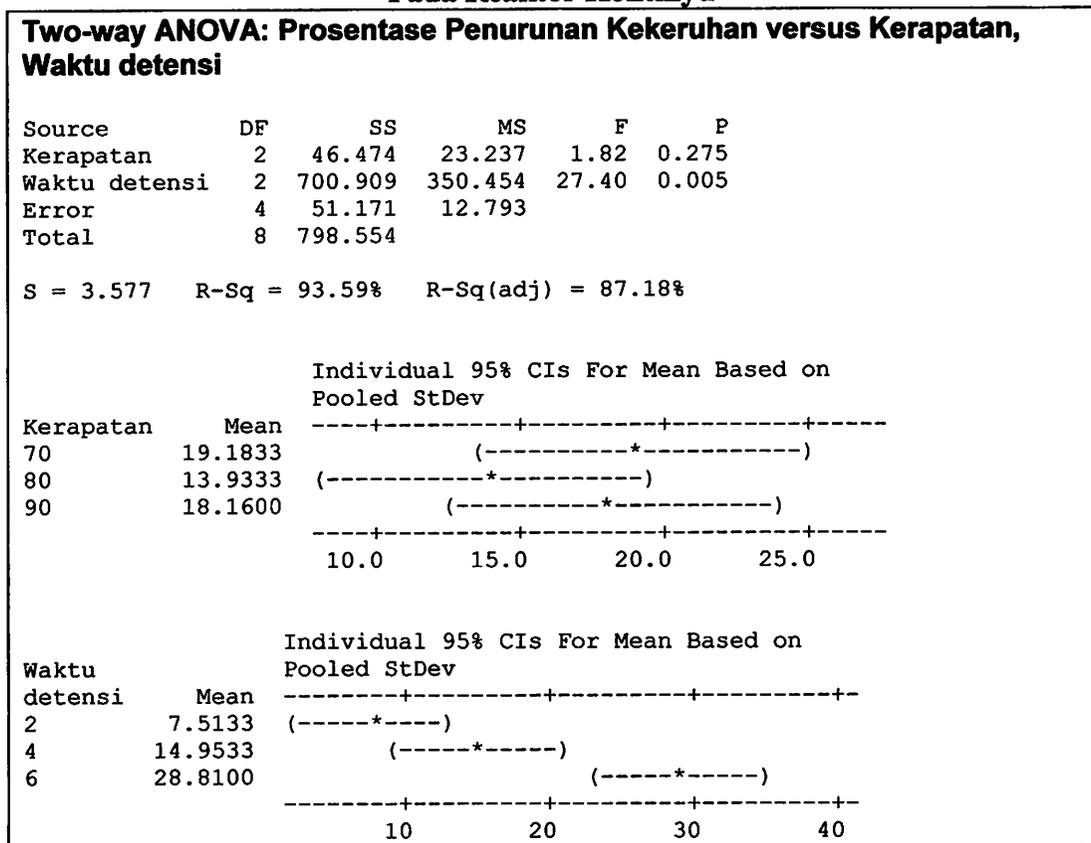
Keputusan yang dapat diambil untuk variasi kerapatan tanaman adalah menerima hipotesis awal (H_0) dan menolak hipotesis alternatif (H_1) karena nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$ dan nilai $P \geq 0,05$. Artinya, bahwa prosentase penyisihan kekeruhan dalam perlakuan tersebut memang identik atau tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Kondisi beda nyata antara reaktor dengan kerapatan 70 mg/cm^2 dan 80 mg/cm^2 , kemudian antara kerapatan 80 mg/cm^2 dan 90 mg/cm^2 dimana dikarenakan adanya penurunan prosentase penyisihan kekeruhan.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu detensi adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ dan nilai $P < 0,05$. Artinya, bahwa prosentase penyisihan kekeruhan dalam perlakuan tersebut memang tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan. Perbedaan signifikan didukung pula adanya kondisi yang beda nyata pada waktu pengambilan sampel antara hari ke-4 dan hari ke-6, karena pada hari tersebut terdapat peningkatan prosentase penyisihan kekeruhan cukup besar.

4.4.4.3 Analisis Varian (ANOVA) Two Ways Antara Variasi Kerapatan Tanaman dan Waktu Detensi Terhadap Prosentase Penyisihan Kekeruhan Pada Reaktor Kontinyu

Hasil analisis untuk prosentase penyisihan kekeruhan terhadap waktu pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 4.23 berikut ini:

Tabel 4.23 Hasil Uji ANOVA antara Variasi Kerapatan Tanaman dan Waktu Detensi (hari) Terhadap Prosentase Penyisihan Kekeruhan (%) Pada Reaktor Kontinyu



Uji hipotesa untuk analisa Anova Two-way antara variasi kerapatan tanaman dan waktu detensi terhadap penyisihan kekeruhan:

H_0 = Rata-rata prosentase penyisihan kekeruhan dalam perlakuan adalah identik/sama

H_1 = Rata-rata prosentase penyisihan kekeruhan dalam perlakuan adalah tidak identik/tidak sama

Untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5%, maka dari tabel distribusi F kerapatan tanaman didapat $F_{(0,05,2,4)} = 6,94$ dan tabel distribusi F waktu detensi didapat $F_{(0,05,2,4)} = 6,94$. Nilai F hitung output kerapatan tanaman dan waktu detensi secara berturut-turut adalah sebesar 1,82 dan 24,40. Nilai probabilitas kerapatan tanaman dan waktu detensi adalah 0,275 dan 0,005.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi kerapatan tanaman adalah menerima hipotesis awal (H_0) dan menolak hipotesis alternatif (H_1) karena nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$ dan nilai $P \geq 0,05$. Artinya bahwa prosentase penyisihan kekeruhan dalam perlakuan tersebut memang identik atau tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Kondisi beda nyata antara reaktor dengan kerapatan 70 mg/cm^2 dan 80 mg/cm^2 dikarenakan adanya penurunan prosentase penyisihan, kemudian antara kerapatan 80 mg/cm^2 dan 90 mg/cm^2 dimana dikarenakan adanya peningkatan kembali prosentase penyisihan kekeruhan yang cukup besar.

Keputusan yang dapat diambil untuk variasi waktu detensi adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) karena nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ dan nilai $P < 0,05$. Artinya bahwa prosentase penyisihan kekeruhan dalam perlakuan tersebut memang tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan. Perbedaan signifikan didukung pula adanya kondisi yang beda nyata pada waktu pengambilan sampel antara hari ke-2 dan hari ke-4, kemudian hari ke-4 dan hari ke-6, karena pada hari tersebut terdapat peningkatan prosentase penyisihan kekeruhan cukup besar.

4.5 Pembahasan

4.5.1 Pengaruh Pola Aliran Terhadap Prosentase Penyisihan TSS dan Prosentase Penyisihan Kekeruhan

Berdasarkan prinsip operasi, reaktor diklasifikasikan menjadi reaktor batch dan reaktor alir (Slamet A. et al, 200). Dari hasil analisa korelasi antara variasi pola aliran terhadap penyisihan TSS dan kekeruhan memiliki nilai probabilitas $< 0,05$, hal ini menunjukkan bahwa adanya korelasi antara pola aliran terhadap prosentase penyisihan TSS dan kekeruhan. Pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.4 dapat dilihat prosentase penyisihan TSS dan kekeruhan pada aliran batch dan kontinyu makin meningkat selama waktu operasi. Dari hasil tersebut, didukung pula dengan analisa regresi yang menyatakan bahwa variasi pola aliran juga berpengaruh secara signifikan terhadap prosentase penyisihan TSS dan kekeruhan. Artinya didalam pengolahan air limbah pola aliran merupakan salah satu faktor penting dalam menurunkan kandungan bahan pencemar. Jenis pola aliran yang digunakan juga menentukan besar kecilnya penurunan konsentrasi TSS dan kekeruhan pada limbah cair industri tahu. Pola aliran yang digunakan pada penelitian ini adalah aliran batch dan kontinyu.

Dari hasil penelitian diatas menunjukkan bahwa pada reaktor dengan menggunakan aliran batch lebih efektif meremoval konsentrasi TSS dan kekeruhan dibandingkan dengan reaktor yang menggunakan aliran kontinyu. Hal ini didukung oleh hasil analisis korelasi yang menunjukkan koefisien korelasi bernilai negatif (-) artinya, semakin besar aliran dalam reaktor maka prosentase penyisihan TSS dan kekeruhan semakin menurun. Hasil tersebut juga diperkuat dengan hasil analisa Anova yang menunjukkan prosentase penyisihan TSS dan kekeruhan dalam setiap perlakuan tersebut memang tidak identik atau terdapat perbedaan yang signifikan karena memiliki nilai probabilitas $< 0,005$. Perbedaan yang signifikan didukung pula dengan adanya kondisi yang beda nyata dimana, nilai rata-rata pada reaktor aliran batch yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai rata-rata pada reaktor kontinyu. Ketidakefektifan reaktor kontinyu dalam penurunan TSS dan kekeruhan diduga karena adanya aliran yang terjadi didalam

reaktor sehingga, pada tanaman uji dimana *Hydrilla verticillata* yang mempunyai struktur daun yang kecil dan seluruh bagian tubuhnya (daun, akar maupun batangnya) terendam di dalam limbah akan memberikan pengaruh yang tidak optimal karena terganggunya sistem kerja daripada akar yang mempunyai peran sangat penting terhadap penurunan TSS dan kekeruhan. Salah satu fungsi akar tumbuhan air yang tenggelam dalam perairan adalah menyaring dan menyerap bahan-bahan yang tersuspensi (Stowel et al. 1982 dalam “repository.ipb.”).

Penurunan yang cukup besar pada reaktor batch diduga karena adanya proses sedimentasi dan aktivitas mikroorganisme, dimana adanya pengendapan padatan yang terdapat pada reaktor yang kemudian akan dimanfaatkan untuk aktifitas mikroorganisme dalam proses penguraian bahan organik. Senyawa-senyawa organik yang tersisa pada larutan yang tersuspensi dalam air, melekat pada sedimen atau melekat pada akar tanaman akan diuraikan oleh mikroorganisme menjadi zat-zat yang lebih sederhana. Bahan organik yang terdapat dalam air limbah akan dirombak oleh mikroorganisme menjadi senyawa lebih sederhana dan akan dimanfaatkan oleh tumbuhan sebagai nutrient (Supradata, 2005).

Hal ini diperkuat dengan hasil perhitungan prosentase penyisihan TSS dan kekeruhan pada analisa deskriptif, dimana pada reaktor batch dapat meremoval TSS sebesar 92,80 %, sedangkan pada reaktor kontinyu hanya sebesar 75,80 % pada kerapatan 70 mg/cm² hari ke-6. Konsentrasi kekeruhan mampu diremoval sebesar 79,52 % pada reaktor batch dan pada reaktor kontinyu hanya mampu meremoval kekeruhan sebesar 30,85 % pada kerapatan 90 mg/cm² hari ke-6.

4.5.2 Pengaruh Variasi Kerapatan Tanaman Terhadap Prosentase Penyisihan TSS dan Prosentase Penyisihan Kekeruhan

Kemampuan tanaman menyerap polutan tergantung pada faktor kemampuan removal tanaman dan kerapatan tanaman. Proses penurunan polutan dalam bentuk bahan organik tinggi, merupakan nutrient bagi tanaman. Melalui proses dekomposisi bahan organik oleh jaringan akar tanaman akan memberikan sumbangan yang besar terhadap penyediaan C, N, dan energi bagi kehidupan mikrobial (Handayanto, E. dan Hairiah, K., dalam Supradata, 2005).

Semakin padat kerapatan tanaman, maka jaringan akar tanaman akan semakin meningkatkan proses dekomposisi bahan organik. Namun variasi kerapatan tanaman pada penelitian dengan menggunakan reaktor batch dan reaktor kontinyu tidak dapat meningkatkan kemampuan tanaman uji dalam menurunkan nilai TSS dan kekeruhan. Hal ini dapat dijelaskan pada uraian dibawah ini:

Pada analisis korelasi menunjukkan hubungan yang lemah, dimana nilai koefisiennya tidak mendekati 1 yakni untuk prosentase penyisihan TSS pada reaktor batch dan kontinyu masing-masing mempunyai nilai 0,149 dan -0,334. Sedangkan, untuk prosentase penyisihan kekeruhan pada reaktor batch dan kontinyu masing-masing mempunyai nilai 0,347 dan -0,044.

Pada reaktor batch hubungan antara kerapatan tanaman dan prosentase penyisihan TSS dan kekeruhan searah karena adanya nilai positif (+) pada nilai koefisien korelasi. Kesimpulan yang diambil adalah jika kerapatan tanaman makin rapat, maka prosentase penyisihan TSS dan kekeruhan akan semakin meningkat. Akan tetapi hal tersebut tidak berlaku pada penelitian ini karena nilai TSS yang paling rendah adalah pada reaktor batch dengan kerapatan tanaman 70 mg/cm^2 yaitu sebesar $76,1 \text{ mg/l}$.

Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.2 konsentrasi akhir TSS antara kerapatan tanaman 70 mg/cm^2 , 80 mg/cm^2 dan 90 mg/cm^2 , terlihat bahwa kerapatan 70 mg/cm^2 merupakan kerapatan yang efektif dalam meremoval konsentrasi TSS yaitu sebesar $76,1 \text{ mg/l}$ pada reaktor batch. Keefektifan kerapatan

tanaman 70 mg/cm^2 diduga karena kurang adanya tingkat kompetisi penyerapan nutrient oleh tanaman uji. Sehingga, kemampuan tanaman untuk bertahan hidup lebih baik karena adanya suplai nutrient yang lebih pada limbah itu sendiri. Artinya, semakin kecil kerapatan tanaman maka prosentase penyisihan TSS makin meningkat. Demikian pula sebaliknya, semakin besar kerapatan tanaman maka penurunan TSS makin menurun, hal ini dapat dilihat pada prosentase penyisihan TSS pada reaktor batch yang semakin menurun terjadi pada reaktor dengan kerapatan 80 mg/cm^2 dan 90 mg/cm^2 diduga karena adanya kompetisi tanaman uji terhadap penyerapan nutrient pada limbah sehingga menyebabkan menurunnya kemampuan tanaman uji dalam menyerap konsentrasi air limbah. Hasil analisis tersebut semakin diperkuat oleh (Sitompul dan Guritno, 1995 dalam Subrata, 2007) yang menyatakan bahwa makin rapat tanaman yang ada di suatu area maka kompetisi yang terjadi untuk mendapatkan nutrient semakin besar sehingga akan berpengaruh pada pertumbuhan tanaman itu sendiri.

Selanjutnya, pada reaktor kontinyu hubungan antara kerapatan tanaman dan prosentase penyisihan TSS dan kekeruhan tidak searah karena adanya nilai negatif (-) pada nilai koefisien korelasi. Kesimpulan yang diambil adalah jika kerapatan tanaman makin rapat, maka prosentase penyisihan TSS dan kekeruhan akan semakin menurun. Hal tersebut tidak berlaku pada penelitian ini karena nilai kekeruhan terendah adalah pada reaktor dengan menggunakan kerapatan tanaman 90 mg/cm^2 yaitu sebesar 316 NTU.

Hal tersebut dapat dilihat pada analisa deskriptif yang menunjukkan bahwa konsentrasi akhir kekeruhan antara kerapatan tanaman 70 mg/cm^2 , 80 mg/cm^2 dan 90 mg/cm^2 , terlihat bahwa kerapatan 90 mg/cm^2 merupakan kerapatan yang efektif dalam meremoval konsentrasi kekeruhan. Keefektifan kerapatan tanaman 90 mg/cm^2 diduga bukan karena faktor kerapatan tanaman uji melainkan adanya pengaruh waktu operasi yang memberikan kesempatan pada partikel-partikel didalam limbah untuk bisa mengendap. Hal ini diperkuat hasil penelitian (Puspita, D, 2008) yang menyatakan bahwa kekeruhan yang disebabkan oleh bahan-bahan tersuspensi yang berlebih jumlahnya dapat dihilangkan dengan cara pengendapan. Padatan tersuspensi mempunyai korelasi dengan kekeruhan, semakin tinggi nilai

padatan tersuspensi maka semakin tinggi nilai kekeruhan, tapi bukan berarti memiliki tingkat kekeruhan yang tinggi (Ansori, A, K, 2008).

Hasil analisa diatas ditunjang dengan hasil analisa regresi, yang menyatakan bahwa variasi kerapatan tanaman tidak berpengaruh secara signifikan terhadap prosentase penyisihan TSS dan kekeruhan karena memiliki nilai $P \geq 0,05$. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.2. dan Gambar 4.4 dari analisa deskriptif dimana prosentase penurunan antara kerapatan 70 mg/cm^2 , 80 mg/cm^2 dan 90 mg/cm^2 yang tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap penurunan TSS dan kekeruhan. Hal ini juga diperkuat dengan analisa ANOVA yang memperjelas bahwa dalam setiap perlakuan memang identik atau tidak ada perbedaan yang signifikan. Oleh karenanya, pengolahan air limbah tidak memerlukan variasi kerapatan tanaman yang sangat besar, namun variasi kerapatan tanaman harus disesuaikan dengan luas permukaan dari media tanam, karena apabila tidak disesuaikan akan menimbulkan pendangkalan dan perombakan bahan organik akibat pembusukan tanaman dan dapat menyebabkan kenaikan konsentrasi bahan pencemar itu sendiri.

4.5.3 Pengaruh Variasi Waktu Detensi Terhadap Prosentase Penyisihan TSS dan Prosentase Penyisihan Kekeruhan

Padatan tersuspensi sangat erat hubungannya dengan kekeruhan, karena meningkatnya padatan tersuspensi akan diikuti pula dengan meningkatnya kekeruhan. Kekeruhan tidak hanya membahayakan ikan tetapi juga menyebabkan air tidak produktif karena menghalangi masuknya sinar matahari untuk fotosintesis. Apabila dalam air terdapat partikel yang berlebihan, akan menyebabkan terjadinya kekeruhan pada air (Arsil. P., 2006).

Penelitian ini dilakukan selama 6 hari, selama waktu operasional 6 hari dilakukan analisis waktu detensi setiap 2 hari sekali dengan pertimbangan agar tanaman uji mempunyai waktu yang cukup dalam menyerap bahan pencemar. Mengingat percobaan dilakukan dengan sistem curah (batch). Dengan pola aliran curah (batch), maka konsentrasi reaktan / polutan akan berkurang tidak terhadap fungsi jarak, namun akan digantikan oleh fungsi waktu (Supradata, 2005)

Semakin lama waktu detensi, maka semakin banyak pula kesempatan tanaman uji untuk menyerap bahan-bahan pencemar dalam air limbah, sehingga tingkat pencemaran di lingkungan juga semakin kecil. Meskipun sempat terjadi kenaikan konsentrasi, waktu detensi yang efektif adalah hari ke-6 dimana konsentrasi TSS dan kekeruhan pada reaktor batch dan kontinu mengalami penurunan.

Pada analisa deskriptif diketahui bahwa semakin lama waktu detensi maka nilai TSS dan kekeruhan yang teremoval juga semakin tinggi, hal ini diperkuat dengan adanya analisis korelasi maupun regresi yang menyatakan bahwa koefisien dari waktu detensi searah ditandai dengan adanya tanda positif (+). Kesimpulan yang diambil adalah jika semakin lama waktu detensi, maka prosentase penyisihan TSS dan kekeruhan akan semakin meningkat.

Hal tersebut juga didukung analisa korelasi, yang memperjelas bahwa ada korelasi antara waktu detensi dengan prosentase penyisihan TSS dan kekeruhan. Pada analisa regresi, nilai $P < 0,05$. Artinya, koefisien regresi signifikan dimana variasi waktu detensi berpengaruh secara signifikan terhadap prosentase penyisihan TSS dan kekeruhan. Pada hari ke-6 ini diperkirakan mikroba telah memperbanyak diri yang diimbangi dengan pasokan nutrisi, oksigen, cahaya dan lain sebagainya. Oleh karena ada penambahan jumlah serta makanan yang cukup, maka akan diikuti dengan meningkatnya kemampuan mikroba dalam menguraikan zat organik yang terdapat dalam limbah. waktu detensi yang cukup akan memberikan kesempatan kontak antara mikroorganisme dengan air limbah (Wood dalam Supradata, 2005). Bahan organik yang terdapat didalam air limbah akan dirombak oleh mikroorganisme menjadi senyawa lebih sederhana dan akan dimanfaatkan oleh tumbuhan sebagai nutrient, sedangkan sistem perakaran tumbuhan air akan menghasilkan oksigen yang dapat digunakan sebagai sumber energi/katalis untuk rangkaian proses metabolisme bagi kehidupan mikroorganisme (Supradata, 2005).

Selanjutnya, pada analisa ANOVA Two-way, memperjelas bahwa prosentase penyisihan TSS dan kekeruhan dalam perlakuan memang tidak identik atau ada perbedaan yang signifikan. Artinya, variasi waktu detensi sangat

berpengaruh terhadap penurunan TSS dan kekeruhan selama waktu operasi. Hal ini dapat dilihat dari kondisi beda nyata yang ditunjukkan pada perlakuan selama pada hari ke-2, ke-4 dan ke-6 yang memberikan pengaruh terhadap penurunan TSS dan kekeruhan. Oleh karena itu, variasi waktu detensi sangat menentukan dalam menurunkan konsentrasi TSS dan kekeruhan pada limbah cair industri tahu.

4.5.4 Kualitas Output Pengolahan Fitoremediasi Aliran Batch dan Aliran Kontinyu Berdasarkan Standart Baku Mutu

Konsentrasi awal TSS pada limbah cair tahu dengan aliran batch adalah sebesar 1,065,3 mg/l, sementara konsentrasi awal kekeruhan sebesar 425 NTU. Konsentrasi awal TSS pada limbah cair tahu dengan aliran kontinyu adalah sebesar 1,078,3 mg/l, sementara konsentrasi awal kekeruhan sebesar 457 NTU. Sedangkan, konsentrasi awal TSS tersebut melebihi standart baku mutu limbah cair industri tahu berdasarkan Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor. 45 Tahun 2002 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri. Konsentrasi TSS mempunyai standart baku mutu sebesar 100 mg/l. Setelah dilakukan pengolahan dengan fitoremediasi pada reaktor batch, konsentrasi TSS dan kekeruhan yang terkandung dalam limbah tersebut mengalami penurunan.

Konsentrasi akhir TSS limbah cair industri tahu yang telah mengalami proses penyerapan oleh tanaman uji *Hydrilla verticillata* dengan kerapatan yang paling efektif yakni pada reaktor uji batch dengan kerapatan tanaman 70 mg/cm² menghasilkan konsentrasi akhir di hari ke-6 sebesar 76,1 mg/l dan pada reaktor uji kontinyu dengan kerapatan 90 mg/cm² menghasilkan konsentrasi akhir di hari ke-6 sebesar 261 mg/l. Dari hasil konsentrasi akhir TSS tersebut dapat diketahui bahwa hasil output pengolahan fitoremediasi pada reaktor batch di hari ke-6 sudah memenuhi standart baku mutu untuk aliran batch. Sedangkan dari hasil konsentrasi akhir TSS untuk aliran kontinyu dapat diketahui bahwa hasil output pengolahan fitoremediasi di hari ke-6 belum memenuhi standart baku mutu.

Oleh karena pengolahan fitoremediasi dengan memanfaatkan tanaman air terutama tanaman *Hydrilla verticillata* dengan menggunakan pola aliran secara batch menghasilkan limbah dengan nilai konsentrasi TSS yang memenuhi standart

baku mutu, maka limbah hasil olahan aman untuk dibuang ke badan air penerima setelah hari ke-6. Sedangkan, untuk pola aliran secara kontinyu untuk semua kerapatan belum memenuhi standart baku mutu, maka limbah hasil olahan tidak aman untuk dibuang ke badan air.

Sedangkan, untuk konsentrasi akhir kekeruhan limbah cair industri tahu yang telah mengalami proses penyerapan oleh tanaman uji *Hydrilla verticillata* dengan kerapatan yang paling efektif yakni dengan kerapatan tanaman 90 mg/cm² pada reaktor batch dan kontinyu menghasilkan konsentrasi akhir di hari ke-6 masing-masing sebesar 87 NTU dan 316 NTU. Kekeruhan tidak merupakan sifat fisik yang membahayakan, Tetapi ia tidak disenangi karena rupanya. Untuk membuat air memuaskan untuk penggunaan rumah tangga, usaha penghilangan secara hampir sempurna bahan-bahan yang menyebabkan kekeruhan adalah penting (Ansori, A, K, 2008). Sehingga, perlu untuk menyediakan alternatif pengolahan lanjutan untuk mencegah tingginya tingkat kekeruhan pada limbah cair industri tahu.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pada penelitian ini pola aliran yang paling efektif untuk menurunkan konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) dan kekeruhan adalah aliran secara batch. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil pengukuran dibawah ini:
 - Pada reaktor batch konsentrasi awal Total Suspended Solid (TSS) adalah sebesar 1.065,3 mg/l mampu di removal menjadi 76,1 mg/l dan konsentrasi awal kekeruhan adalah sebesar 425 NTU mampu di removal menjadi 87 NTU.
 - Pada reaktor kontinyu konsentrasi awal Total Suspended Solid (TSS) adalah sebesar 1.078,3 mg/l mampu di removal menjadi 261 mg/l dan konsentrasi awal kekeruhan adalah sebesar 457 NTU mampu di removal menjadi 316 NTU.
2. - Kerapatan optimum tanaman melayang (*Hydrilla verticillata*) dalam menurunkan konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) adalah 70 mg/cm² yaitu pada reaktor batch sebesar 76,1 mg/l atau prosentase penyisihan yang dihasilkan mencapai 92,86% dan pada reaktor kontinyu sebesar 261 mg/l atau prosentase penyisihan yang dihasilkan mencapai 75,80%.
 - Kerapatan optimum tanaman melayang (*Hydrilla verticillata*) dalam menurunkan kekeruhan adalah 90 mg/cm² yaitu pada reaktor batch sebesar 87 NTU atau prosentase penyisihan yang dihasilkan mencapai 79,52% dan pada reaktor kontinyu sebesar 316 NTU atau prosentase penyisihan yang dihasilkan mencapai 30,85%.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan memperhitungkan, variasi waktu detensi dan kerapatan tanaman sesuai dengan kemampuan fitoremediator yang di gunakan.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk memperoleh prosentase penyisihan TSS dan kekeruhan dengan variasi 70 mg/cm^2 , 80 mg/cm^2 dan 90 mg/cm^2 dengan mempertimbangkan debit limbah cair dalam reaktor agar mampu menjawab hipotesis yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. *Karakteristik Air Limbah Tahu*. <http://jtptunimus-gdl-s1-2008-yogotriwah-962-3-bab2> diakses tanggal 30 Oktober 2010.
- Alaerts, G. Sri Sumestri Santika. 1984. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional, Surabaya.
- Ansori, Ahmad. 2008. *Penentuan Kekerusuhan Pada Reservoir di PDAM Tirtanadi Instalasi Pengolahan Air Sunggal Medan Metode Turbidimetri*. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/13980/1/09E00369.pdf> diakses 24 Maret 2011
- Arsil, Poppy. Supriyanto. *Pengolahan Limbah Cair Dari Industri Kecil Pengolahan Tahu Secara Biofiltrasi Menggunakan Enceng Gondok (Eichhornia crassipes (Mart.) Solms.* <http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/8384/Poppy,A,UNOED.pdf?sequence=1> diakses 23 maret 2011
- BAPEDAL. 2002. *Keputusan Gubernur No.45 Tahun 2002*. Surabaya : Gubernur Jawa Timur.
- Budiman, Hendra. Robert Aditjipto. 2010. *Efek Toksisitas Produk Deterjen dengan Bahan Aktif Tambahan terhadap Ikan Nila*. Surabaya: Laporan Karya Penelitian Jurusan Teknik Kimia, Universitas Surabaya.
- Enrico, Bernard. 2008. *Pemanfaatan Biji asam Jawa (Tamarindus indica) sebagai Koagulan Alternatif Dalam Proses Penjernihan Limbah Cair Industri Tahu*. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/4413/1/09E00174.pdf> diakses 23 Maret 2011.

- Mangkoedihardjo, Sarwoko. 2005. *Fitoteknologi dan Ekotoksikologi dalam Desain Operasi Pengomposan Sampah*. Surabaya: Seminar Nasional Teknologi Lingkungan III, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITS.
- Nurhasan. Pramudyanto. 1991. *Informasi Praktis Pengolahan dan Pemanfaatan Limbah Tahu-Tempe*. <http://www.menlh.go.id/usaha-kecil/index-view.php?sub=7> diakses 24 Maret 2011.
- Nur, Iriawan. Astuti Puji Septi. 2006. *Mengolah Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. Yogyakarta: Andi.
- Pistal, Aroffie. 2008. *Pemanfaatan Paku Air (Azolla pinnata) Untuk Menurunkan BOD, COD dan TSS Pada Limbah Cair Produksi Tahu Secara Kontinyu*. Malang: Laporan Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP ITN.
- Puspita, Diana. 2008. *Penurunan Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) Pada Limbah Laundry Dengan Menggunakan Reaktor Biosand Filter Disertai Dengan Reaktor Aktivated Carbon*. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/20080804/110126/03513028.pdf> diakses 24 Maret 2011
- Saepudin, Endang. *Kuliah Bioteknologi*. <http://repository.ui.ac.id/dokumen/lihat/2828.pdf> diakses 31 Januari 2011
- Sarwono, B. Yan Pieter Saragih. 2001. *Membuat Aneka Tahu*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Slamet, Agus. Ali Masduqi. 2000. *Satuan Proses*. Surabaya: Modul Ajar Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITS.

Subrata, Yudha. 2007. *Fitoremediasi Logam Berat Cu 2+ Pada Air Limbah Industri Elektroplating Dengan Menggunakan Tumbuhan Enceng Gondok (Eichhorniae crassipes) dan Kayu Apu (Pistia stratiotes)*. Malang: Laporan Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP ITN.

Sumarsih, Sri. 2007. *Bioreaktor Sistem Batch*. [http:// ptp2007.files.wordpress.com/2007/10/microsoft-powerpoint-sistem-batch.pdf](http://ptp2007.files.wordpress.com/2007/10/microsoft-powerpoint-sistem-batch.pdf) diakses 24 maret 2011

Supradata. 2005. *Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias Cyperus Alternifolius, L. Dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (Ssf-Wetlands)*. Laporan Tesis, Program Studi Magister Ilmu Lingkungan.

Wiyono, Edy. Yulinah Trihadiningrum. 2000. *Studi Pemanfaatan duckweed (Lemna minor) untuk menurunkan COD, N, dan P Effluent IPLT Keputih..* Surabaya: Jurnal Purifikasi, Jurusan Teknik Lingkungan-FTSP, ITS Surabaya.

LAMPIRAN A

“ADMINISTRASI”



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG

Jln. Bendungan. Sigura-Gura No.2

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Rachman Usman

NIM : 06.26.007

Jurusan : Teknik Lingkungan

Pembimbing : Sudiro.,ST.MT.

Judul Tugas Akhir : "Pemanfaatan *Hydrilla verticillata* Dalam Menurunkan Konsentrasi TSS dan Kekeruhan Pada Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Pola Aliran Batch dan Kontinyu".

NO	Tanggal	Revisi/Keterangan	T. Tangan
	06 Mei 2011	<ul style="list-style-type: none">- Sistematisa penulisan.- Berikan penjelasan & relevan pada setiap bagian yang dituliskan- Gunakan satu Acuan yang sama untuk keputusan statistik dgn metoda yang digunakan- Lanjutkan ke analisa untuk proses Kontinyu.	
	07 Mei 2011	<p>layutka ke analisa statistik</p> <ul style="list-style-type: none">- tunda <p>= pembalasan ntk batch.</p>	
	13 Mei 2011	<ul style="list-style-type: none">= coba analisa per nilai variabel.ntk menyebutkan <u>dgn error.</u> <p>= tgl ke salahan yg terdapat di dlm pembalasan</p>	



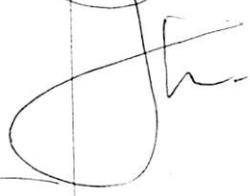
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG

Jln. Bendungan. Sigura-Gura No.2

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Rachman Usman
NIM : 06.26.007
Jurusan : Teknik Lingkungan
Pembimbing : Sudiro.,ST.MT.

Judul Tugas Akhir : "Pemanfaatan *Hydrilla verticillata* Dalam Menurunkan Konsentrasi TSS dan Kekeruhan Pada Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Pola Aliran Batch dan Kontinyu".

NO	Tanggal	Revisi/Keterangan	T. Tangan
	3 Juni 2011	= Perbaiki pembalokan = pembersihan	
	4 Juni 2011	= Siap di seminar	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG

Jln. Bendungan. Sigura-Gura No.2

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Rachman Usman

NIM : 06.26.007

Jurusan : Teknik Lingkungan

Pembimbing : Anis Astiyani.,ST.MT.

Judul Tugas Akhir : "Pemanfaatan *Hydrilla verticillata* Dalam Menurunkan Konsentrasi TSS dan Kekeruhan Pada Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Pola Aliran Batch dan Kontinyu".

NO	Tanggal	Revisi/Keterangan	T. Tangan
1.	12/4 2011	- lanjutkan	JH
2.	6/5 2011	- Cek penulisan halaman - Cek Margin - Penulisan Jenis font dan Air dan huruf / nama latin cek. - Semua gambar dan bagan tek. dis. berdiri harus ada pengantar - Hipotesa bagaimana pengaruh pH Setelah penurunan kekeruhan dan TSS - Lihat coretan.	JH
		- Penulisan diperbaiki - Cek di Caporan	JH
3	10/5 2011	- Tahapan pemetaan kerja - Lanjutkan	JH



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG

Jln. Bendungan. Sigura-Gura No.2

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Rachman Usman

N I M : 06.26.007

Jurusan : Teknik Lingkungan

Pembimbing : Anis Astiyani.,ST.MT.

Judul Tugas Akhir : "Pemanfaatan *Hydrilla verticillata* Dalam Menurunkan Konsentrasi TSS dan Kekeruhan Pada Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Pola Aliran Batch dan Kontinyu".

NO	Tanggal	Revisi/Keterangan	T. Tangan
5.	26/5 2011	BAB I ACC BAB II III Revisi lg. BAB IV Cek penulisan	
6.	7/6 2011	BAB III & II Acc BAB IV Acc → Cek penulisan. BAB V Saran di persiapkan	
7.	8/6 2011	BAB IV ACC. BAB V ACC.	
8.	15/6 2011	BAB I - V ACC. Abstraksi OK. DP OK. Susunan siap ujian	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Malang

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Rachman Usman
Nim : 06.26.007.
Program Studi : T. Lingkungan
Pembimbing : E. Candra . Dwi ratna . ST.MT.

No	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
1.	3-8-2011	Tambah per dy perbe- daan hasil pada makny Reaktor bandingkan dy reaktor kontrol	
2.	6-8-2011	Cek redaksional	
3	8-8-2011	ACC	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Malang

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Rachman Urman
Nim : 06.26.007.
Program Studi : T. Lingkungan
Pembimbing : Evy. Hendrianti . ST.MT.

No	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
	25/7 ¹ II.	Bab I → revisi hipotesa. Variasi alirán	
		Bab II → ole .	
	26/7 ¹ II.	Sumber. alasan hipotesa. alirán	
	27/7 ¹ II.	1) hipotesa dan bab I ole . 2) analisa statistik. ole .	
	29/7 ¹ II.	revisi pembahasan.	
	5/8 ¹ II.	Pembahasan pda. alirán ole .	

LAMPIRAN B

“DESAIN PERENCANAAN”

DESAIN PERENCANAAN

Kriteria desain reaktor:

1. Reaktor Batch

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

- Volume

Diketahui :

Panjang reaktor = 50 cm

Lebar reaktor = 30 cm

Tinggi muka air = 14 cm

Sehingga

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= p \times l \times t \\ &= 50 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \times 14 \text{ cm} \\ &= 2100 \text{ cm}^3 = 21 \text{ liter}\end{aligned}$$

- Debit Reaktor

Diketahui :

Volume = 21 liter

Td = 2 hari = 172800 detik

Sehingga

$$\begin{aligned}\text{Debit} &= \frac{\text{volume}}{td} \\ &= \frac{21 \text{ liter}}{172800 \text{ detik}} \\ &= 0,0001215 \text{ liter/detik} \\ &= 0,000122 \text{ liter/detik}\end{aligned}$$

2. Reaktor Kontinyu

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

- Volume

Diketahui :

Panjang reaktor = 50 cm

Lebar reaktor = 30 cm

Tinggi muka air = 14 cm

Sehingga

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= p \times l \times t \\ &= 50 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \times 14 \text{ cm} \\ &= 2100 \text{ cm}^3 \\ &= 21 \text{ liter}\end{aligned}$$

- Debit Reaktor

Diketahui :

Volume = 21 liter

Td = 2 hari

Sehingga :

$$\begin{aligned}\text{Debit} &= \frac{v}{td} \\ &= \frac{21 \text{ liter}}{2 \text{ hr}} \\ &= 10,5 \frac{\text{liter}}{\text{hr}} \\ &= \frac{10500 \text{ liter}}{24 \text{ jam}} \\ &= 437,5 \frac{\text{ml}}{\text{jam}} \\ &= 7,2 \frac{\text{ml}}{\text{menit}}\end{aligned}$$

Dibutuhkan 4 reaktor sehingga volume yg dibutuhkan adalah

$$4 \times 10,5 \text{ l/hr} = 42 \text{ l/hr}$$

Cara perhitungan kerapatan tanaman :

1. Untuk kerapatan 70 mg/cm² :

$$\begin{aligned} \text{Luas reaktor} &= p \times l \\ &= 50 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \\ &= 1500 \text{ cm}^2 \\ \text{Kerapatan} &= \frac{\text{berat tanaman (gr)}}{\text{luas reaktor}} \\ 70 \text{ mg/cm}^2 &= \frac{x \text{ (gr)}}{1500 \text{ cm}^2} \\ X_{70} &= 105 \text{ mg} \end{aligned}$$

2. Untuk kerapatan 80 mg/cm² :

$$\begin{aligned} \text{Luas reaktor} &= p \times l \\ &= 50 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \\ &= 1500 \text{ cm}^2 \\ \text{Kerapatan} &= \frac{\text{berat tanaman (gr)}}{\text{luas reaktor}} \\ 80 \text{ mg/cm}^2 &= \frac{x \text{ (gr)}}{1500 \text{ cm}^2} \\ X_{80} &= 120 \text{ mg} \end{aligned}$$

3. Untuk kerapatan 90 mg/cm² :

$$\begin{aligned} \text{Luas reaktor} &= p \times l \\ &= 50 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \\ &= 1500 \text{ cm}^2 \\ \text{Kerapatan} &= \frac{\text{berat tanaman (gr)}}{\text{luas reaktor}} \\ 90 \text{ mg/cm}^2 &= \frac{x \text{ (gr)}}{1500 \text{ cm}^2} \\ X_{90} &= 135 \text{ mg} \end{aligned}$$

Contoh perhitungan Prosentase Penyisihan TSS dan kekeruhan

Rumus yang dipakai :

$$\% \text{ Removal} = \frac{(\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir})}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Reaktor batch kerapatan 70 mg/cm² hari ke-2

- Konsentrasi TSS awal = 1.065,3 mg/l

Konsentrasi TSS akhir = 298,8 mg/l

$$\begin{aligned} \text{Prosentase Penyisihan TSS} &= \frac{(1.065,3 \text{ mg/l} - 298,8 \text{ mg/l})}{1.065,3 \text{ mg/l}} \times 100\% \\ &= 71,95 \% \end{aligned}$$

- Konsentrasi kekeruhan awal = 425 NTU

Konsentrasi kekeruhan akhir = 302,5 NTU

$$\begin{aligned} \text{Prosentase Penyisihan kekeruhan} &= \frac{(425 \text{ NTU} - 302,5 \text{ NTU})}{425 \text{ NTU}} \times 100\% \\ &= 28,82 \% \end{aligned}$$

LAMPIRAN C

“STANDAR BAKU MUTU”

**BAKU MUTU LIMBAH CAIR
UNTUK INDUSTRI TAHU DAN KECAP / TEMPE**

Volume Limbah Cair Maximum per satuan Bahan Baku
 Tahu : 20 m³ / ton Kedelai
 Kecap / Tempe : 10 m³ / ton Kedelai

Parameter	Kadar Maximum (mg/l)
BOD ₅	150
COD	300
TSS	100
pH	6 – 9

**BAKU MUTU LIMBAH CAIR
UNTUK INDUSTRI PENGOLAHAN BUAH DAN SAYURAN**

Volume Limbah Cair Maximum per satuan Bahan Baku
 Sayuran : 9 m³ / ton Bahan Baku
 Nanas : 14 m³ / ton Bahan Baku
 Buah-buahan lain : 9 m³ / ton Bahan Baku

Parameter	Kadar Maximum (mg/l)		
	PENGOLAHAN SAYURAN	PENGOLAHAN BUAH-BUAHAN	
		NANAS	JENIS BUAH LAIN
BOD ₅	80	85	75
TSS	60	60	60
pH.	6 – 9		

LAMPIRAN D

“DATA-DATA HASIL PENELITIAN”

DATA-DATA PENGUKURAN SAMPEL LIMBAH TAHU

Data Penelitian Untuk Suhu

Variasi kerapatan (mg/cm ²)	Waktu pengambilan sampel (Hari ke-)	Suhu (°C)	
		Reaktor Batch	Reaktor Kontinyu
70	2	26,5	26,9
	4	26,5	26,8
	6	26,6	26,6
80	2	26,2	26,8
	4	26,4	26,9
	6	26,2	26,9
90	2	26,4	26,9
	4	26,5	27
	6	26,4	26,9

LABORATORIUM KUALITAS AIR

JKAN

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

laboratorium Penguji
IP - 227 - IDN

Nomor : 106-1 S/LKA MLG/IV/2010

Halaman 2 dari 2
Page 2 of 2

Kode Contoh Uji
Sample Code

Ext. 54/PC/TV/2010/84

Metode Pengambilan Contoh Uji
Sampling Method

: -

Tempat Analisa
Place of Analysis

: Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

Tanggal Analisa
Testing Date(s)

: 12 April - 23 April 2010

HASIL ANALISA Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Standar Baku Mutu *)	Keterangan
<i>Air Limbah Tahu</i>						
1	pH	-	5,4	QI/LKA/08 (Elektrometri)	6 - 9	-
2	BOD	mg/L	1237	APIHA. Ed. 20. 5210 B, 1998	150	-
3	COD	mg/L	10934	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	300	-
4	TSS	mg/L	1065,3	APIHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	100	-
5	Kekeruhan	NTU	425	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	-	-
6	Total Kjeldahl Nitrogen	mg/L	93,700	APIHA. Ed. 21. 4500 N-Org B, 2005	-	-
7	Phospat Total	mg/L	32,581	SNI 19-2483-1991	-	-

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@jasatirta 1.go.id

KAN
Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Pengujian
LP - 227 - IDN

Nomor : 111-2 S/LKA MLG/IV/2010

Halaman 2 dari 2

Page 2 of 2

Kode Contoh Uji
Sample Code

Ext. 91-98/PC/IV/2010/146-153

Metode Pengambilan Contoh Uji
Sampling Method

Tempat Analisa
Place of Analysis

: Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

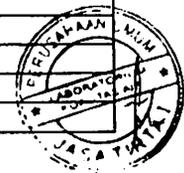
Tanggal Analisa
Testing Date(s)

: 15 April – 28 April 2010

HASIL ANALISA

Result of Analysis

Nc	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
I	Kontrol 2 - I				
1	pH	-	6,5	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	221,5	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	300	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
II	Kontrol 2 - II				
1	pH	-	6,4	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	192,2	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	280	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
III	D70. 2 - I				
1	pH	-	6,4	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	389,9	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	275	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
IV	D70. 2 - II				
1	pH	-	6,2	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	382,8	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	270	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
V	D80. 2 - I				
1	pH	-	6,6	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	344	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	415	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
VI	D80. 2 - II				
1	pH	-	6,1	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	394,0	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	255	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
VII	D90. 2 - I				
1	pH	-	6,2	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	403,8	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	285	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
VIII	D90. 2 - II				
1	pH	-	6,3	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	418	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	375	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	



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@jasatirta 1.go.id

YKAN
Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Pengujian
LP - 227 - IDN

Nomor : 114-2 S/LKA MLG/IV/2010

Halaman 2 dari 2

Page 2 of 2

Kode Contoh Uji
Sample Code

Ext. 105-112/PC/IV/2010/160-167

Metode Pengambilan Contoh Uji
Sampling Method

: -

Tempat Analisa
Place of Analysis

: Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

Tanggal Analisa
Testing Date(s)

: 16 April - 29 April 2010

HASIL ANALISA

Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
I	Kontrol 4 - I				
1	pH	-	6,1	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	169,8	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	310	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
II	Kontrol 4 - II				
1	pH	-	6,1	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	198	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	405	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
III	D70. 4 - I				
1	pH	-	5,9	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	131	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	255	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
IV	D70. 4 - II				
1	pH	-	5,6	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	192	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	305	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
V	D80. 4 - I				
1	pH	-	5,6	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	170,8	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	220	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
VI	D80. 4 - II				
1	pH	-	5,8	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	306,4	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	315	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
VII	D90. 4 - I				
1	pH	-	5,8	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	520	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	290	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
VIII	D90. 4 - II				
1	pH	-	6,1	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	165,6	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	220	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	



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@jasatirta 1.go.id

KAN
Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Pengujian
LP - 227 - IDN

Nomor : 119-2 S/LKA MLG/IV/2010

Halaman 2 dari 2

Page 2 of 2

Kode Contoh Uji
Sample Code

Ext. 127-134/PC/IV/2010/182-189

Metode Pengambilan Contoh Uji
Sampling Method

: -

Tempat Analisa
Place of Analysis

: Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

Tanggal Analisa
Testing Date(s)

: 19 April – 30 April 2010

HASIL ANALISA

Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
I	Kontrol 6 - I				
1	pH	-	7,4	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	150,8	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	213	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
II	Kontrol 6 - II				
1	pH	-	7,1	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	149,2	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	198	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
III	D70. 6 - I				
1	pH	-	6,7	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	115,4	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	148	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
IV	D70. 6 - II				
1	pH	-	6,6	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	96,4	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	132	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
V	D80. 6 - I				
1	pH	-	6,6	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	138,6	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	184	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
VI	D80. 6 - II				
1	pH	-	6,7	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	236,2	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	275	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
VII	D90. 6 - I				
1	pH	-	6,8	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	87,3	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	124	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
VIII	D90. 6 - II				
1	pH	-	6,8	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	95,0	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	144	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	



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@jasatirta 1.go.id

KAN
Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Penguji
LP - 227 - IDN

Nomor : 111-2 S/LKA MLG/IV/2010

Halaman 3 dari 3

Page 3 of 3

Kode Contoh Uji : Ext. 99-104/PC/IV/2010/154-159
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

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

Tanggal Analisa : 15 April - 28 April 2010
Testing Date(s)

HASIL ANALISA

Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
IX	H70. 2 - I				
1	pH	-	6,1	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	333,8	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	330	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
X	H70. 2 - II				
1	pH	-	6,3	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	263,8	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	275	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
XI	H80. 2 - I				
1	pH	-	6,3	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	291,8	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	250	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
XII	H80. 2 - II				
1	pH	-	6,6	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	247,6	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	210	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
XIII	H90. 2 - I				
1	pH	-	6,4	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	125,6	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	175	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
XIV	H90. 2 - II				
1	pH	-	6,3	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	201,2	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	195	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	



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@jasatirta 1.go.id



Nomor : 114-2 S/LKA MLG/IV/2010

Halaman 3 dari 3

Page 3 of 3

Kode Contoh Uji
Sample Code

Ext. 113-118/PC/IV/2010/168-173

Metode Pengambilan Contoh Uji
Sampling Method

: -

Tempat Analisa
Place of Analysis

: Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

Tanggal Analisa
Testing Date(s)

: 16 April – 29 April 2010

HASIL ANALISA

Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
IX	H70.4-1				
1	pH	-	5,8	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	152,8	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	240	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
X	H70.4-11				
1	pH	-	6,0	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	186,4	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	252	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
XI	H80.4-1				
1	pH	-	6,1	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	218	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	185	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
XII	H80.4-11				
1	pH	-	6,0	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	193,2	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	135	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
XIII	H90.4-1				
1	pH	-	6,1	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	173	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	207	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
XIV	H90.4-11				
1	pH	-	5,8	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	214,6	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	183	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	



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 dibubuki 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@jasatirta 1.go.id



Nomor : 119-2 S/LKA MLG/IV/2010

Halaman 3 dari 3

Page 3 of 3

Kode Contoh Uji : Ext. 115-140/PC/IV/2010/189-195
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

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

Tanggal Analisa : 19 April – 30 April 2010
Testing Date(s)

HASIL ANALISA

Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
IX	H70. 6 - I				
1	pH	-	7,3	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	83,4	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	91,6	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
X	H70. 6 - II				
1	pH	-	6,6	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	68,8	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	89,4	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
XI	H80. 6 - I				
1	pH	-	7,5	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	92,2	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	141	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
XII	H80. 6 - II				
1	pH	-	7,4	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	82,8	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	135	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
XIII	H90. 6 - i				
1	pH	-	7,4	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	111,8	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	78,6	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
XIV	H90. 6 - II				
1	pH	-	7,3	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	100,0	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	95,4	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	



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) 331880, Fax. (0321) 395134

E-mail : laboratorium@jasatirta 1.go.id



Nomor : 856 S/LKA MLG/V/2011

Halaman 2 dari 2

Page 2 of 2

Kode Contoh Uji
Sample Code

Ext. 251-254/PC/TV/2011/413-416

Metode Pengambilan Contoh Uji
Sampling Method

: -

Tempat Analisa
Place of Analysis

: Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

Tanggal Analisa
Testing Date(s)

: 18 April – 29 April 2011

HASIL ANALISA Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Standar Baku Mutu *)	Keterangan
<i>Air Limbah Tahu</i>						
1	pH	-	5,3	QI/LKA08 (Elektrometri)	6 - 9	
2	TSS	mg/L	1.078,3	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	100	
3	Kekeruhan	NTU	457	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	-	



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 Lengkonng Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta 1.go.id



Nomor : 853 S/LKA MLG/V/2011

Halaman 2 dari 2

Page 2 of 2

Kode Contoh Uji
Sample Code

Ext. 270-273/PC/IV/2011/430-433

Metode Pengambilan Contoh Uji
Sampling Method

: -

Tempat Analisa
Place of Analysis

: Laboratorium Kuaiitas Air PJT I Malang

Tanggal Analisa
Testing Date(s)

: 28 April – 10 Mei 2011

HASIL ANALISA

Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil 1	Hasil 2	Hasil 3	Metode Anaiisa	Keterangan
I	Kontrol - 2						
1	pH	-	6,4	6,4	6,4	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	365	369	362,5	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	401	408,3	417,7	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
II	70 - 2						
1	pH	-	6,3	6,4	6,3	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	391,7	388,2	391,6	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	392	397,5	404,5	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
III	80 - 2						
1	pH	-	6,5	6,4	6,4	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	386	384,7	391,8	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	436	441	437	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
IV	90 - 2						
1	pH	-	6,4	6,6	6,5	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	439,9	448,9	438,7	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	437	431	428	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	



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 Lengkung Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 395134
E-mail : laboratorium@jasatirta 1.go.id

KAN
Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Pengujian
LP - 227 - IDN

Nomor : 866 S/LKA MLG/IV/2011

Halaman 2 dari 2

Page 2 of 2

Kode Contoh Uji
Sample Code

Ext. 293-296/PC/IV/2011/454-457

Metode Pengambilan Contoh Uji
Sampling Method

: -

Tempat Analisa
Place of Analysis

: Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

Tanggal Analisa
Testing Date(s)

: 30 April – 11 Mei 2011

HASIL ANALISA

Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil 1	Hasil 2	Hasil 3	Metode Analisa	Keterangan
I	Kontrol - 4						
1	pH	-	6,6	6,5	6,5	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	298,2	292	296,6	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	398	398,2	397,8	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
II	70 - 4						
1	pH	-	6,5	6,5	6,5	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	311	301,7	304,1	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	374,1	379	380,9	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
III	80 - 4						
1	pH	-	6,4	6,4	6,5	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	334,4	336,1	331,5	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	418	409,3	414,7	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
IV	90 - 4						
1	pH	-	6,3	6,3	6,4	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	394,1	396	393,4	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	376,5	376,1	369,4	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	



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@jasatirta 1.go.id

YKAN
Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Penguji
LP - 227 - ION

RTA I

Nomor : 868 S/LKA MLG/V/2011

Halaman 2 dari 2

Page 2 of 2

Kode Contoh Uji
Sample Code

Ext. 03-06/PC/IV/2011/03-06

Metode Pengambilan Contoh Uji
Sampling Method

: -

Tempat Analisa
Place of Analysis

: Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

Tanggal Analisa
Testing Date(s)

: 02 Mei - 13 Mei 2011

HASIL ANALISA

Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil 1	Hasil 2	Hasil 3	Metode Analisa	Keterangan
I	Kontrol - 6						
1	pH	-	6,4	6,3	6,4	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	275,8	278,1	278,6	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	333,6	334	328,4	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
II	70 - 6						
1	pH	-	6,4	6,4	6,4	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	262,3	257	263,7	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	333,7	329,1	333,2	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
III	80 - 6						
1	pH	-	6,5	6,3	6,3	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	329,3	331,8	320,5	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	324,6	332	327,4	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	
IV	90 - 6						
1	pH	-	6,4	6,4	6,4	QI/LKA08 (Elektrometri)	
2	TSS	mg/L	266	264,9	263,5	APHA. Ed. 21. 2540 D, 2005	
3	Kekeruhan	NTU	316,4	315	316,6	QI/LKA/11 (Turbidimetri)	



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

Tabel Prosentase Penurunan TSS dan kekeruhan pada reaktor batch

Variasi kerapatan	Waktu pengambilan sampel (Hari ke-)		Konsentrasi Parameter pada Reaktor Batch					
			TSS			Kekeruhan		
			Nilai Akhir (mg/l)	Rata-rata	% R	Nilai akhir (NTU)	Rata-rata	% R
70	2	I	333,8	298,8	71,95	330	302,5	28.82
		II	263,8			275		
	4	I	152,8	169,6	84,08	240	246	42.12
		II	186,4			252		
	6	I	83,4	76,1	92,86	91,6	90,5	78.7
		II	68,8			89,4		
80	2	I	291,8	269,7	74,68	250	230	45.88
		II	247,6			210		
	4	I	218	205,6	80,70	185	160	62.35
		II	193,2			135		
	6	I	92,2	87,5	91,78	141	138	67.52
		II	82,8			135		
90	2	I	125,6	163,4	84,66	175	185	56.47
		II	201,2			195		
	4	I	173	195,3	81,66	207	195	54.11
		II	214,6			183		
	6	I	111,8	105,9	90,06	78,6	87	79.52
		II	100,0			95,4		

Tabel Prosentase Penurunan TSS dan kekeruhan pada reaktor Kontinyu

Variasi kerapatan	Waktu pengambilan sampel (Hari ke-)		Konsentrasi Parameter pada Reaktor Kontinyu					
			TSS			Kekeruhan		
			Nilai Akhir (mg/l)	Rata-rata	% R	Nilai akhir (NTU)	Rata-rata	% R
70	2	I	391,7	390.5	63.79	392	398	12.91
		II	388,2			397,5		
		III	391,6			404,5		
	4	I	311	305.6	71.66	374,1	378	17.29
		II	301,7			379		
		III	304,1			380,9		
	6	I	262,3	261	75.8	333,7	332	27.35
		II	257			329,1		
		III	263,7			333,2		
80	2	I	386	387.5	64.06	436	438	4.16
		II	384,7			441		
		III	391,8			437		
	4	I	334,4	334	69.03	418	414	9.41
		II	336,1			409,3		
		III	331,5			414,7		
	6	I	329,3	327.2	69.66	324,6	328	28.23
		II	331,8			332		
		III	320,5			327,4		
90	2	I	439,9	442.5	58.96	437	432	5.47
		II	448,9			431		
		III	438,7			428		
	4	I	394,1	394.5	63.41	376,5	374	18.16
		II	396			376,1		
		III	393,4			369,4		
	6	I	266	264.8	75.44	316,4	316	30.85
		II	264,9			315		
		III	263,5			316,6		

LAMPIRAN E

“METODE ANALISA SAMPEL”

Metode Analisa sampel

Pengukuraran TSS secara Gravimetri:

Cara uji dan Prinsip : Contoh uji yang telah homogen disaring dengan kertas saring yang telah ditimbang. Residu yang tertahan pada saringan dikeringkan sampai mencapai berat konstan pada suhu 103°C sampai dengan 105°C. Kenaikan berat saringan mewakili padatan tersuspensi total (TSS). Jika padatan tersuspensi menghambat saringan dan memperlama penyaringan, diameter pori-pori saringan perlu diperbesar atau mengurangi volume contoh uji. Untuk memperoleh estimasi TSS, dihitung perbedaan antara padatan terlarut total dan padatan total.

Bahan

- a. Kertas saring (*glass-fiber filter*) dengan beberapa jenis:
 1. Whatman Grade 934 AH, dengan ukuran pori (*Particle Retention*) 1,5 μm (*Standar for TSS in water analysis*).
 2. Gelman type A/E, dengan ukuran pori (*Particle Retention*) 1,0 μm (*Standar filter for TSS/TDS testing in sanitary water analysis procedures*).
 3. E-D Scientific Specialities grade 161 (VWR brand grade 161) dengan ukuran pori (*Particle Retention*) 1,1 μm (*Recommended for use in TSS/TDS testing in water and wastewater*).
 4. Saringan dengan ukuran pori 0,45 μm .
- b. Air suling.

Peralatan

- a. desikator yang berisi silika gel;
- b. oven, untuk pengoperasian pada suhu 103°C sampai dengan 105°C;
- c. timbangan analitik dengan ketelitian 0,1 mg;
- d. pengaduk magnetik;
- e. pipet volum;
- f. gelas ukur;
- g. cawan aluminium;
- h. cawan porselen/cawan Gooch;
- i. penjepit;
- j. kaca arloji; dan
- k. pompa vacuum.

Persiapan contoh uji : Gunakan wadah gelas atau botol plastik polietilen atau yang setara.

Pengawetan contoh : Awetkan contoh uji pada suhu 4°C, untuk meminimalkan dekomposisi mikrobiologikal terhadap padatan. Contoh uji sebaiknya disimpan tidak lebih dari 24 jam.

Pengurangan gangguan

- a. Pisahkan partikel besar yang mengapung.
- b. Residu yang berlebihan dalam saringan dapat mengering membentuk kerak dan menjebak air, untuk itu batasi contoh uji agar tidak menghasilkan residu lebih dari 200 mg.
- c. Untuk contoh uji yang mengandung padatan terlarut tinggi, bilas residu yang menempel dalam kertas saring untuk memastikan zat yang terlarut telah benar-benar dihilangkan.
- d. Hindari melakukan penyaringan yang lebih lama, sebab untuk mencegah penyumbatan oleh zat koloidal yang terperangkap pada saringan.

Persiapan pengujian

Persiapan kertas saring atau cawan *Gooch*

1. Letakkan kertas saring pada peralatan filtrasi. Pasang vakum dan wadah pencuci dengan air suling berlebih 20 mL. Lanjutkan penyedotan untuk menghilangkan semua sisa air, matikan vakum, dan hentikan pencucian.
2. Pindahkan kertas saring dari peralatan filtrasi ke wadah timbang aluminium. Jika digunakan cawan *Gooch* dapat langsung dikeringkan..
3. Keringkan dalam oven pada suhu 103°C sampai dengan 105°C selama 1 jam, dinginkan dalam desikator kemudian timbang.
4. Ulangi langkah pada butir c) sampai diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg.

Prosedur

- a. Lakukan penyaringan dengan peralatan vakum. Basahi saringan dengan sedikit air suling.
- b. Aduk contoh uji dengan pengaduk magnetik untuk memperoleh contoh uji yang lebih homogen.
- c. Pipet contoh uji dengan volume tertentu, pada waktu contoh diaduk dengan pengaduk magnetik
- d. Cuci kertas saring atau saringan dengan 3 x 10 mL air suling, biarkan kering sempurna, dan lanjutkan penyaringan dengan vakum selama 3 menit agar diperoleh penyaringan sempurna. Contoh uji dengan padatan terlarut yang tinggi memerlukan pencucian tambahan.
- e. Pindahkan kertas saring secara hati-hati dari peralatan penyaring dan pindahkan ke wadah timbang aluminium sebagai penyangga. Jika digunakan cawan *Gooch* pindahkan cawan dari rangkaian alatnya.
- f. Keringkan dalam oven setidaknya selama 1 jam pada suhu 103°C sampai dengan 105°C, dinginkan dalam desikator untuk menyeimbangkan suhu dan timbang.
- g. Ulangi tahapan pengeringan, pendinginan dalam desikator, dan lakukan penimbangan sampai diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg.

CATATAN

- Jika filtrasi sempurna membutuhkan waktu lebih dari 10 menit, perbesar diameter kertas saring atau kurangi volume contoh uji.
- Ukur volume contoh uji yang menghasilkan berat kering residu 2,5 mg sampai dengan 200 mg. Jika volume yang disaring tidak memenuhi hasil minimum, perbesar volume contoh uji sampai 1000 mL.

Perhitungan :

$$\text{mg TSS per liter} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji, mL}}$$

Untuk pengukuran kekeruhan secara turbidimetri:

Alat :

1. Turbidimeter
2. Gelas piala (Beaker Glass) 500 mL

Cara Kerja menggunakan alat turbidimeter:

1. Dihidupkan turbidimeter, kemudian dimasukkan sampel ke dalam tabung yang telah tersedia pada alat tersebut, diusahakan tidak ada gelembung udara
2. Skala diaduk sesuai dengan nilai sampel standart
3. Lalu sampel standart dikeluarkan dan dimasukkan sampel yang akan diteliti, lalu dibaca nilai kekeruhannya

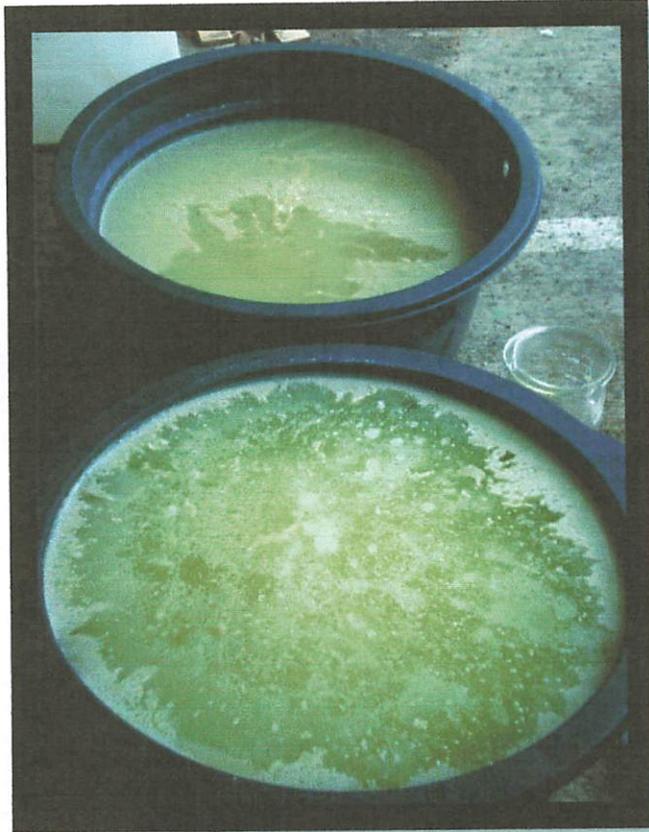
Perhitungan :

$$= \frac{\text{Hasil pemeriksaan}}{\text{Kekeruhan larutan standart}} \times \text{NTU} \times \text{Pengenceran} = \dots \text{NTU}$$

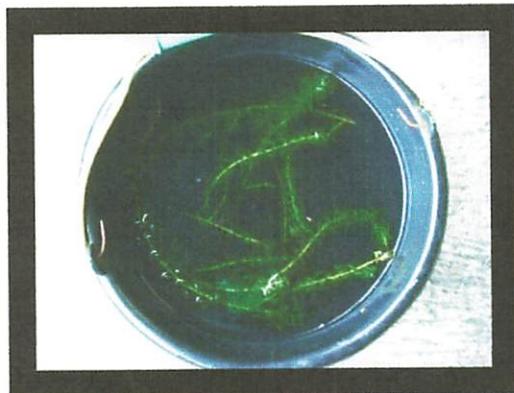
LAMPIRAN F

“DOKUMENTASI PENELITIAN”

DOKUMENTASI PENELITIAN



Gambar 1. Limbah cair tahu



Gambar 2. *Hydrilla verticillata*

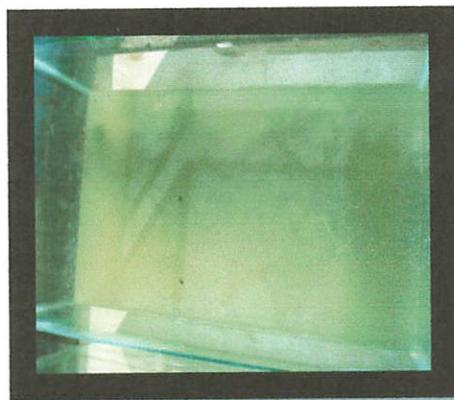
Penelitian Pada Reaktor Batch



Gambar 3. Tanaman Hydrilla verticillata Kerapatan 70 mg/cm²



Gambar 4. Tanaman Hydrilla verticillata Kerapatan 80 mg/cm²



Gambar 5. Tanaman Hydrilla verticillata Kerapatan 90 mg/cm²

Figure 100: Comparison of the two models

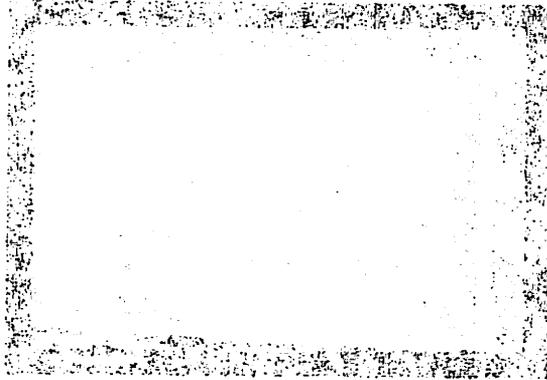


Figure 99: Comparison of the two models



Figure 98: Comparison of the two models

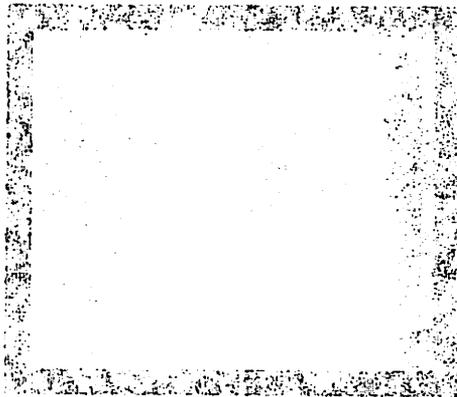


Figure 97: Comparison of the two models

Penelitian Pada Reaktor Kontinyu



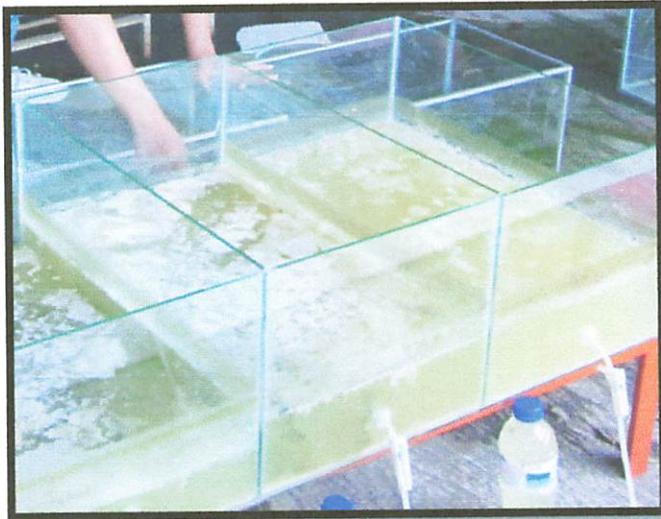
Gambar 6. Reaktor Kontinyu



Gambar 7. Limbah Tahu Dalam Bak Penampung



Gambar 8. Sampel Limbah Tahu



Gambar 9. Proses Pengambilan Sampel

LEMBAR PERSEMBAHAN

Bismilahirrahmanirrahim.,

ASSALAMU'ALAIKUM WR.WB..

Alhamdulillah..puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan saya nikmat kesehatan, keselamatan maupun kelancaran dalam penyusunan skripsi saya ini....Terima kasih saya ucapkan kepada:

keluarga di Ternate:

Terima kasih yang sebesar2x kepada mama & papa tercinta, ma..pa... akhirnya amank bisa selesaikan amank p kewajiban, mungkin tidak seperti harapan mama n papa, tapi ini sudah usaha maksimal yang bisa amank lakukan,...gitu juga buat ma iya, kakak ona, kakak onk, ma ina, deng org rumah smw...terima kasih dofu-dofu atas kiriman doa deng kriman uang yang menjadi faktor utama paling penting selama amank kuliah di Malang, amank emn bs balas deng doa supaya amank pe keluarga besar di Ternate bisa hidup bahagia n slalu diberikan lindungan dari Allah SWT....amin....

Bwt nenek yang paling amank sayang, mudah2an Allah kase te4 yang baik disana eee....amank sayang nenek,,amank minta maaf klo amank banyak kase repot nenek deng smw keluarga di Ternate, nenek org paling luar biasa, amank beruntung lahir di keluarga besar Ternate.....

Dosen jurusan Teknik lingkungan ITN Malang:

Bwt bu candra,,sebagai dosen wali n ketua jurusan yang menurut saya sangat luar biasa, sdh memberikan peran sebagai dosen sekaligus org tua sy dan teman2 yg laen terutama angktn 06'...terima kasih telah menyalurkan ilmu yang Insya Allah sangat bermanfaat bagi saya, mudah2an ilmu yang telah sy terima dapat sy manfaatkan dengan sebaik2x untuk kedepan nnti....sehingga harapan dari ibu tidak saya sia2kan....amin..

Bwt bu evy, pak sudiro, bu anis, pak hery n pak har,,sya tidak bisa mengucapkan apa2 selain bnyak2 terima kasih atas apa yang telah diberikan kepada saya, mnurut saya Jurusan T. lingkungan bkn sekedar tempat saya mneari ilmu, tetapi juga saya dpt merasakan kuatnya rasa kekeluargaan, rasa saling memiliki antara satu dengan yang laainnnya.....mudah2an Jurusan T.lingkungan ITN malang selalu jaya n dapat meneptak insan akademis yang bermanfaat bagi bangsa n Negara....aminnnn.....

teman-teman angkatan 06:

Bwt Macz Ayu, macz iva, macz salma, macz sukma, macz vika, pacz farozk, pacz ismid, pacz eaea, pacz dodot, n maz k djiz....terima kasih atas smangat dan dukungan yang selama ini teman2 berikan, sy sangat bersyukur kpd Allah SWT yang telah mempertemukan qt...selama di malang, kekkraban yg saya rasakan sdh seperti keluarga, emn ada bersama-sama teman2 smw....mudh2an pertemanan qt tdak hanya pas kuliah sj, tp selamanyaaaaa.....ok.....amiennn..

civitas akademika T.L:

“Klian slalu ada dlm memory kepala sy selamanya.....”

kawan2 IJO---ITAM:

Bwt abang-abang, bang thalib macap, bang usman, bang jaly, bang ozan, ka dadi, ka rose din,.....bang....bang... tukang bakso kalgez, hehe... n kakak2 yang laen, terima kasih atas dorongan n motivasi yang selalu abang2 berikan kepda saya selama ini....saya tidak ngomong panjang x lebar x tinggi....sy em bisa ucapkan terima kasih sa....so eukup to...? Luar biasa pengalaman yg sy daptkan baik dari segi isi kepala smpe kepuasan kaki n mata (jalan-jalan) selama sy masuk sbagai anggota keluarga besar HMI KOMISARIAT JABAL THAREEQ....Bwt kawan-kawan seperjuangan yang laen

.....YAKUZ.....

Jabal Thareeq.....SATU.....

anak kontrakan C 334:

Mz Adi, Mz Bayu, Mz didi, Mz dimaz n Mz pian,,terima kasih atas kebersamaan qt dalam satu atap....maaf klo sy sering byr listrik sama air slalu tlat. Hehe,,,terus berjuang mdh2an qt apa yang qt perjuangkan selalu di berikan jalan terbaik oleh TUHAN yang Maha Esa...Amin.....

~MYSUN~

Smw pasti ada jalannya, tinggal gimana qt terus pasrahkan n slalu berdo'a kepada-Nya....jalan terbaik dapat qt lakukan dengan berdo'a dan terus berusaha menjaga satu sama laen,,walaupun banyak yang bilang qt ga ceok,, tpi dalam hati keeilq,, kamu adalah separuh jantungq.....

Allah tidak akan memberikan sesuatu yang tidak bisa kita lewati, smw pasti bisa....ok...

“ Jaga Mata, Jaga Telinga, n Jaga Hati.....-“