

# SKRIPSI

**PEMANFAATAN LUMPUR TAHU DAN LUMPUR RUMAH POTONG  
HEWAN (RPH) SEBAGAI INOKULAN *ACTIVATED SLUDGE* (AS) PADA  
PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU DI KOTA MALANG**



**DISUSUN OLEH :  
RUSADI A. DIN  
05.26.009**



**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG  
2010**

02'32'000

02'32'000

02'32'000  
02'32'000  
02'32'000

02'32'000

02'32'000

02'32'000

02'32'000  
02'32'000  
02'32'000

02'32'000

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

**PEMANFAATAN LUMPUR TAHU DAN LUMPUR RUMAH POTONG  
HEWAN (RPH) SEBAGAI INOKULAN *ACTIVATED SLUDGE* (AS) PADA  
PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU DI KOTA MALANG**

*Oleh :*

**RUSADI A. DIN**

**05.26.009**

**Menyetujui :  
Dosen Pembimbing**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Sudiro, ST. MT  
NIP. 1039900327**

**Hardianto, ST.MT.  
NIP. P. 1030000350**

**Mengetahui  
Ketua Jurusan/Prodi Teknik Lingkungan**

**Candra Dwiratna, ST. MT  
NIP. X. 1036000349**

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

**NAMA : RUSADI A. DIN**

**NIM : 05.26.009**

**JURUSAN : TEKNIK LINGKUNGAN**

**JUDUL : PEMANFAATAN LUMPUR TAHU DAN LUMPUR  
RUMAH POTONG HEWAN (RPH) SEBAGAI INOKULAN  
ACTIVATED SLUDGE (AS) PADA PENGOLAHAN  
LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU DI KOTA MALANG .**

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

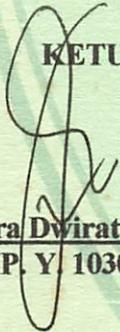
Pada Hari : Sabtu

Tanggal : 21 Agustus 2010

Dengan Nilai : B (70,90)

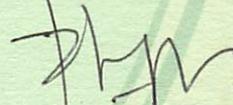
**PANITIA UJIAN SKRIPSI**

**KETUA**



**Candra Dwiratna, ST. MT**  
**NIP. Y. 1030000349**

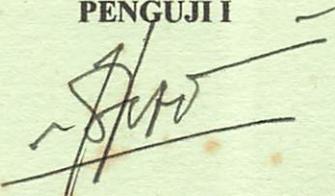
**SEKRETARIS**



**Evy Hendriarianti, ST. MMT**  
**NIP. Y. 103 030 0382**

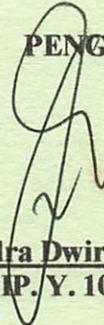
**ANGGOTA PENGUJI**

**PENGUJI I**



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

**PENGUJI II**



**Candra Dwiratna, ST. MT**  
**NIP. Y. 1030000349**

### ABSTRAKSI

Limbah cair industri tahu adalah limbah yang dihasilkan dari aktifitas pembuatan tahu dengan bahan baku kedelai, limbah cair ini memiliki kandungan bahan organik yang tinggi sehingga berpotensi mengakibatkan timbulnya bau yang tidak sedap dan menjadi sumber pencemar terhadap lingkungan. Limbah dengan kadar organik yang tinggi tapi dapat terurai secara biologis. Untuk menurunkan zat pencemar dalam limbah cair tahu dapat menggunakan prinsip pengolahan secara biologis. Salah satu pengolahan biologis yang efisien dan ekonomis adalah proses lumpur aktif (*activated sludge*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan lumpur tahu dan lumpur rumah potong hewan (RPH) sebagai inokulan *activated sludge* terhadap kualitas hasil efluen dari limbah cair tahu.

Penelitian ini dilakukan dengan variasi inokulan campuran lumpur tahu dan RPH, dan inokulan dari limbah cair tahu sebagai kontrol. waktu aerasi 4 jam dan pengambilan sampel tiap 15 menit selama 1 jam. Pelaksanaan penelitian dimulai dari tahap *seeding* dan aklimatisasi secara *bath*. selanjutnya dilakukan operasioal alat *activated sludge conventional* secara kontinyu. Metode analisis yang digunakan untuk mengetahui nilai konsentrasi TSS dan BOD berturut-turut adalah gravimetri dan titrimetri.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi akhir BOD dan TSS inokulan lumpur tahu dan RPH dapat menurunkan konsentrasi BOD sebesar 72,09% dan TSS sebesar 72,73%. Sementara inokulan dari limbah cair tahu sebagai kontrol dapat menurunkan konsentrasi BOD sebesar 62,79% dan TSS sebesar 63,64% pada waktu pengambilan sampel 1 jam, Waktu detensi 4 jam berpengaruh pada besarnya efisiensi penurunan BOD dan TSS, semakin lama waktu pengambilan sampel maka konsentrasi BOD dan TSS semakin kecil.

---

---

**Kata Kunci :** Limbah cair tahu, inokulan lumpur tahu dan lumpur RPH, *activated sludge conventional*, aliran kontinyu, BOD dan TSS.

---

---

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadirat ALLAH S.W.T, atas berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Pemanfaatan Lumpur Tahu Dan Lumpur Rumah Potong Hewan (RPH) Sebagai Inokulan *Activated Sludge* (As) Pada Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Di Kota Malang”** tepat pada waktunya.

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

1. Ibu Candra Dwiratna, ST. MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang dan selaku dosen pembahas yang telah memberikan masukan, kritikan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
2. Bapak Sudiro, ST. MT selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran selama proses penyusunan laporan skripsi.
3. Bapak Hardianto, ST. MT selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
4. Dosen pengajar dan staf Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang
5. Teman-teman Teknik Lingkungan khususnya Angkatan '05 dan semua pihak yang telah ikut membantu dalam proses penyelesaian laporan skripsi ini.

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

Semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak,  
khususnya rekan-rekan mahasiswa Teknik Lingkungan ITN Malang.

Malang, 21 Agustus 2010

*Penyusun*

## DAFTAR ISI

### LEMBAR PERSETUJUAN

ABSTRAKSI .....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Ruang Lingkup.....	3

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah cair industri Tahu.....	4
2.1.1 Karakteristik Limbah Cair Industri Tahu.....	4
2.1.2 Bahan Produksi Tahu.....	5
2.1.3 Proses Produksi Tahu .....	6
2.1.4 Bahaya Limbah Tahu.....	9
2.2 Baku Mutu Air Limbah Cair Tahu.....	9
2.2.1 <i>Biological oxigen demand</i> (BOD) .....	10
2.2.2 <i>Chemical oxigen demand</i> (COD).....	10
2.2.3 <i>Total suspended solid</i> (TSS).....	11
2.2.4 pH.....	11
2.3 Pengolahan Air Buangan Secara Biologi.....	12

2.4	Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroba...	13
2.4.1	Energi dan Sintesa Sel .....	13
2.4.2	Kebutuhan Nutrisi.....	14
2.4.3	Enzim Mikroba .....	14
2.4.4	Pengaruh Temperatur.....	14
2.4.5	Kebutuhan Oksigen.....	15
2.4.6	Pengaruh pH.....	15
2.5.	Activated sludge (lumpur aktif).....	15
2.5.1	Sistem Percampuran.....	16
2.5.12	Modifikasi Proses Lumpur Aktif.....	16
2.6	Mikroorganisme.....	19
2.6.1	Metabolisme mikroorganisme .....	20
2.6.2	Pertumbuhan mikroorganisme.....	21
2.7	Metode pengolahan data.....	23
2.7.1	Statistika deskriptif dan inferensi.....	23
2.7.2	Analisis korelasi.....	24
2.7.3	Analisis regresi.....	25
2.7.4	Pengantar desain eksperimen.....	26
2.6.4.1	Langkah-langkah dalam desain eksperimen ....	26
2.6.4.2	Analysis of Variance.....	27

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1	Jenis penelitian.....	28
3.2	Lokasi penelitian.....	28
3.3	Variabel Penelitian.....	28
3.3.1	Variabel Respon .....	28
3.3.2	Variabel Prediktor.....	28
3.4	Variabel Tambahn.....	29
3.5	Spesifikasi Alat dan Bahan.....	29

3.5.1	Alat.....	29
3.5.2	Bahan .....	30
3.6	Tahapan Penelitian.....	30
3.6.1	Pengambilan Sampel.....	30
3.6.2	Analisis Pendahuluan.....	30
3.7	Pelaksanaan Percobaan .....	31
3.7.1	Tahap Pembenihan ( <i>seeding</i> ) dan Aklimatisasi.....	31
3.7.2	Tahap Pengoperasia Reaktor <i>activated sludge</i> .....	32
3.8	Metode Analisis Parameter Uji.....	32
3.8.1	Analisis <i>Mixed Liquor Suspended Solid</i> (MLSS).....	32
3.8.2	Permanganat Value (PV) .....	33
3.8.3	Analisis <i>Biological oxigen demand</i> (BOD) .....	33
3.8.4	Analisis <i>Total suspended solid</i> (TSS).....	33
3.8.5	Analisis Temperatur.....	33
3.8.6	Pengukuran pH .....	34
3.9	Analisis Data.....	34
3.10	Kerangka Penelitian.....	35

## **BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN**

4.1	Karakteristik limbah cair Tahu .....	36
4.2	<i>Seeding</i> (pertumbuhan mikroorganisme).....	37
4.2.1	<i>Seeding</i> pada inokulan lumpur tahu dan RPH.....	37
4.3	Aklimatisasi (penyisihan bahan organik).....	39
4.3.1	Penyisihan bahan organik pada tahap aklimatisasi.....	39
4.3.2	Penyisihan Bahan Organik pada inokulan Lumpur Tahu dan RPH (Reaktor I) .....	39
4.3.3	Penyisihan Bahan Organik pada inokulan Limbah Cair Tahu sebagai kontrol (Reaktor II).....	42

4.4 Analisis deskriptif.....	43
4.4.1 Analisis deskriptif BOD.....	43
4.4.2 Analisis deskriptif TSS.....	44
4.5 Analisis korelasi.....	46
4.4.1 Analisis korelasi BOD.....	46
4.4.2 Analisis korelasi TSS.....	47
4.6 Analisis regresi.....	48
4.6.1 Analisis regresi BOD.....	48
4.6.2 Analisis regresi TSS.....	50
4.7 Analisis anova.....	52
4.7.1 Analisis anova BOD.....	52
4.7.2 Analisis anova TSS.....	54
4.8 Pembahasan.....	57
4.7.1 Pengaruh waktu pengambilan sampel dan Perbandingan jenis lumpur terhadap penyisihan konsentrasi BOD.....	57
4.7.2 Pengaruh waktu pengambilan sampel dan perbandingan jenis lumpur penyisihan konsentrasi TSS.....	59
4.7.3 Pandangan hasil penelitian berdasarkan baku mutu limbah limbah cair tahu dan kecap atau tempe menurut SK Gubernur Jatim no. 45 tahun 2002.....	61

## **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Saran.....	63

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik fisik limbah cair tahu - tempe .....	4
Tabel 2.2 Baku Mutu Limbah Cair Tahu dan kecap/Tempe Berdasarkan Kepgub Jawa Timur No. 45 Tahun 2002.....	9
Tabel 4.1 Parameter Awal Limbah Cair Tahu .....	36
Tabel 4.2 Konsentrasi MLSS pada lumpur tahu dan RPH saat seeding .....	37
Tabel 4.3 Konsentrasi MLSS pada limbah cair tahu sebagai kontrol saat seeding.....	38
Tabel 4.4. Penyisihan Bahan organik pada inokulan lumpur tahu dan RPH.....	40
Tabel 4.5 Penyisihan bahan organik pada inokulan limbah cair tahu Sebagai kontrol .....	41
Tabel 4.6. Data Konsentrasi akhir dan Persentase Penyisihan BOD.....	43
Tabel 4.7 Data Konsentrasi Akhir dan Persentase Penyisihan TSS.....	45
Tabel 4.8. Analisis Korelasi Antara % Penyisihan BOD Dengan Waktu Pengambilan Sampel ( menit ) dan jenis lumpur.....	46
Tabel 4.9. Analisis Korelasi Antara % Penyisihan TSS Dengan Waktu Pengambilan Sampel ( menit ) dan jenis lumpur.....	47
Tabel 4.10. Analisis Regresi Antara % Penyisihan BOD Dengan Waktu Pengambilan Sampel ( menit ) dan jenis lumpur.....	48
Tabel 4.11. Analisis Regresi Antara % Penyisihan TSS Dengan Waktu Pengambilan Sampel ( menit ) dan jenis lumpur .....	50
Tabel 4.12. Uji Anova % Penyisihan BOD Terhadap Waktu Pengambilan Sampel.....	52

Tabel 4.13. Uji Anova persen penyisihan BOD Terhadap Jenis lumpur.....	53
Tabel 4.14. Uji Anova persen penyisihan TSS Terhadap Waktu Pengambilan Sampel.....	54
Tabel 4.15. Uji Anova persen penyisihan TSS Terhadap jenis lumpur.....	55

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses pembuatan Tahu .....	8
Gambar 2.2 Skema Zat Padat .....	11
Gambar 3.1 Reaktor Lumpur Aktif.....	29
Gambar 4.1 Konsentrasi MLSS lumpur tahu dan RPH saat <i>seeding</i> .....	37
Gambar 4.2 Konsentrasi MLSS Pada limbah cair tahu saat <i>seeding</i> .....	38
Gambar 4.3. Penyisihan Bahan Organik Pada inokulan lumpur tahu dan RPH.....	40
Gambar 4.4 Penyisihan Bahan Organik Pada inokulan limbah cair tahu sebagai kontrol .....	42
Gambar 4.5 Hubungan waktu pengambilan sampel terhadap persentase penyisihan BOD.....	44
Gambar 4.6 Hubungan waktu pengambilan sampel terhadap persentase penyisihan TSS .....	45

---

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Industri tahu merupakan salah satu jenis industri yang limbahnya dapat menyebabkan pencemaran lingkungan apabila tidak dikelola dengan benar. Limbah cair yang dihasilkan oleh industri tahu merupakan limbah organik yang *degradable* atau mudah diuraikan oleh mikroorganisme secara alamiah. Namun karena sebagian pemrakarsa yang bergerak dalam industri tahu adalah orang-orang yang hanya mempunyai modal terbatas, maka perhatian terhadap pengolahan limbah industri tersebut sangat kecil dan bahkan ada beberapa industri tahu yang tidak mengolah limbahnya sama sekali dan langsung di buang ke sungai, hingga menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan.

Dalam upaya mengatasi permasalahan yang ditimbulkan oleh limbah cair industri tahu maka proses pengolahan wajib dilakukan sebelum limbah tersebut dibuang ke sungai. Untuk menurunkan zat pencemaran dalam limbah cair tahu dapat menggunakan prinsip pengolahan secara biologis, salah satu pengolahan biologis yang efisien dan ekonomis adalah sistem lumpur aktif (*activated sludge*). Dalam proses lumpur aktif terdapat dua proses penting yaitu proses penumbuhan bakteri dalam lumpur dan proses penambahan oksigen, agar pertumbuhan bakteri dapat berjalan dengan baik maka kadar oksigen terlarut (DO) untuk proses aerobik di jaga 2 mg/l (Marsono, 1997).

Air buangan industri tahu memiliki kandungan organiknya cukup tinggi dan mengandung asam asetat (asam cuka) yang terlarut, sehingga menyebabkan air limbah tahu bersifat asam yang menimbulkan bau yang tidak sedap dan berwarnah keruh.

Lumpur adalah materi tidak terlarut dan tersusun serat-serat organik yang kaya akan selulosa dan di dalamnya terhimpun kehidupan mikroba (Suriawiria, 2008). Lumpur tahu adalah lumpur yang dihasilkan oleh aktifitas pembuatan tahu dengan bahan baku kedelai, dimana di dalam lumpur sendiri terkandung berbagai mikroorganisme. Sedangkan Lumpur rumah potong hewan (RPH) di hasilkan dari

---

proses aktifitas pemotongan hewan seperti fases, urin, sisa makanan, embrio, darah. Pada proses aktifitas pemotongan hewan juga menghasilkan lumpur dan didalamnya terkandung berbagai macam mikroorganismenya.

Penelitian sebelumnya dengan memanfaatkan lumpur tahu dan lumpur rumah potong hewan (RPH) sebagai bahan lumpur aktif dapat menurunkan COD mencapai 76,66 % pada limbah cair tahu yang dilakukan secara *batch* (Sudaryati, 2005). Sedangkan pengolahan limbah rumah potong hewan (RPH) dengan menggunakan *activated sludge (AS)* tipe *step aeration* dapat menurunkan BOD 66,97 % dan TSS 82,35 % (Apriliandi, 2009). Berdasarkan penelitian tersebut diatas maka pada penelitian ini dicoba untuk memanfaatkan lumpur tahu dan lumpur rumah potong hewan (RPH) sebagai inokulan pada *activated sludge (AS)* dalam pengolahan limbah cair industri tahu aliran kontinyu.

## 1.2. Rumusan Masalah

Masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana tingkat pertumbuhan mikroorganismenya pada lumpur tahu dan lumpur rumah potong hewan (RPH) saat *seeding* dan aklimatisasi yang akan digunakan sebagai inokulan lumpur aktif ?
2. Bagaimana kemampuan lumpur tahu dan lumpur rumah potong hewan (RPH) sebagai inokulan *activated sludge (AS)* terhadap penurunan BOD dan TSS pada pengolahan limbah cair industri tahu secara kontinyu?

## 1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui tingkat pertumbuhan mikroorganismenya pada lumpur tahu dan lumpur rumah potong hewan (RPH) saat *seeding* dan aklimatisasi yang akan digunakan sebagai inokulan lumpur aktif.
2. Mengetahui kemampuan lumpur tahu dan lumpur rumah potong hewan (RPH) sebagai inokulan *activated sludge (AS)* terhadap penurunan BOD dan TSS pada pengolahan limbah cair industri tahu secara kontinyu.

#### 1.4. Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini adalah

1. Penelitian dilakukan skala laboratorium.
2. Sampel yang digunakan adalah limbah cair industri tahu yang di ambil di daerah Janti kecamatan Sukun kota Malang.
3. Parameter utama yang di ukur adalah BOD, TSS.
4. Sumber mikroorganisme berasal dari campuran lumpur Tahu 6 gr ditambah lumpur RPH 6 gr (Reaktor I) dan sumber mikroorganisme yang berasal dari limbah cair tahu murni sebagai kontrol (Reaktor II).
5. Proses *seeding* dan aklimatisasi di lakukan secara *batch* pada bak dan dilengkapi dengan aerator.
6. Waktu pengambilan sampel tiap 15 menit selama 1 jam.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Limbah Cair Industri Tahu

##### 2.1.1 Karakteristik Limbah Cair Industri Tahu

Limbah tahu adalah limbah yang dihasilkan dalam proses pembuatan tahu maupu pada saat pencucian kedelai. Limbah cair industri tahu mengandung banyak bahan organik dan padatan terlarut, untuk memproduksi 1 ton tahu dihasilkan limbah sebanyak 3000-5000 liter. (Anonim, 2007)

Bahan- bahan organik yang terkandung di dalam air buangan industri tahu pada umumnya sangatlah tinggi. Senyawa-senyawa organik di dalam air buangan tersebut dapat berupa protein, karbohidrat dan minyak. Di antara senyawa-senyawa tersebut protein dan lemak yang jumlahnya sangat besar (Anonim, 2010)

Karakteristik limbah tahu ada dua hal yang perlu diperhatikan pada karakteristik air limbah tahu yaitu karakteristik fisika dan kimia. Karakteristik fisika meliputi padatan total, padatan tersuspensi, suhu warna dan bau. Karakteristik kimia meliputi bahan organik, bahan anorganik dan gas. Komposisi fisik limbah cair tahu dapt di lihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Karakteristik fisik Limbah Cair Tahu - Tempe

Parameter	Jumlah
BOD (mg/l)	950
COD (mg/l)	1.534
TSS (mg/l)	305
pH	5

*Sumber : Anonim, 2007.*

### 2.1.2. Bahan Produksi Tahu

Tahu merupakan makanan yang terbuat dari bahan baku kedelai dan prosesnya masih sederhana dan terbatas pada skala rumah tangga. Tahu adalah makanan padat yang dicetak dari sari kedelai (*glicine spp*) dengan proses pengendapan protein pada titik isoelektriknya. Pembuatan tahu pada prinsipnya dibuat dengan mengekstrak protein kemudian menggumpalkannya sehingga terbentuk padatan protein.

(Idaman dan Wahjono, 1999)

Adapun bahan – bahan yang digunakan untuk proses produksi tahu antara lain:

#### 1. Kedelai

Kedelai merupakan bahan pokok yang paling mutlak untuk produksi tahu. Mutlak dalam arti pada umumnya dipakai sebagai syarat pokok yang harus dipenuhi dalam proses produksi tahu. Tanpa kedelai tidak akan didapatkan hasil tahu yang diharapkan. Dengan kata lain kedelai sebagai bahan pokok produksi tahu yang tidak dapat diganti dengan bahan lain.

Cara memilih kacang kedelai yang baik untuk produksi tahu antara lain:

- Cepat padat
- Tidak mudah rusak
- Dapat bertahan 2- 3 hari
- Banyak menghasilkan pati
- Memiliki rasa gurih, lejat dan nikmat
- Warnah tahu yang dihasilkan putih dan bersih.

#### 2. Air

Air biasanya digunakan untuk mendapatkan sari kedelai. Dalam proses pembuatan tahu air digunakan untuk peredaman dan pencucian, penggilingan, perebusan, penyaringan dan penggumpalan.

#### 3. Pengawetan tahu

Unkt memperpanjang umur tahu agar tahan lama dalam pemasaran, sebagian orang akan berusaha untuk mengawetkan tahu agar tahan lama dalam penyimpanan. Pada umumnya proses pengawetan dengan cara

---

merendam dalam air tahu dengan merebus. Ada pulah yang diawetkan dengan kunyit. Zat pengawet yang efektif adalah zat kimia dan zat tersebut di perlukan untuk menghambat atau memperlambat proses fermentasi, asidifikasi atau dekomposisi pada bahan makanan.

Zat pengawet sebaiknya memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- Dapat mengawetkan makanan
- Tidak berbahaya apabila dimakan
- Tidak memberikan gejala adanya bau dan rasa pada makanan.

Proses pengawetan hasil produksi tahu yang dilakukan pada pengrajin umumnya menggunakan metode secara alami yaitu pengawetan tahu dengan cara direndam dalam air ataupun direbus terlebih dahulu sebelum dipasarkan atau juga diberi bahan pengawet alami yaitu kunyit dan direndam sebagai pewarna tahu untuk jenis atau produk tahu kuning (Anonim, 2010)

### 2.1.3 Proses Produksi Tahu

Pembuatan tahu pada prinsipnya dengan cara mengekstraksi protein, kemudian menggumpalkannya, sehingga terbentuk padatan protein. Secara umum tahapan proses pembuatan tahu adalah sebagai berikut:

(Idaman dan Wahjono, 1999)

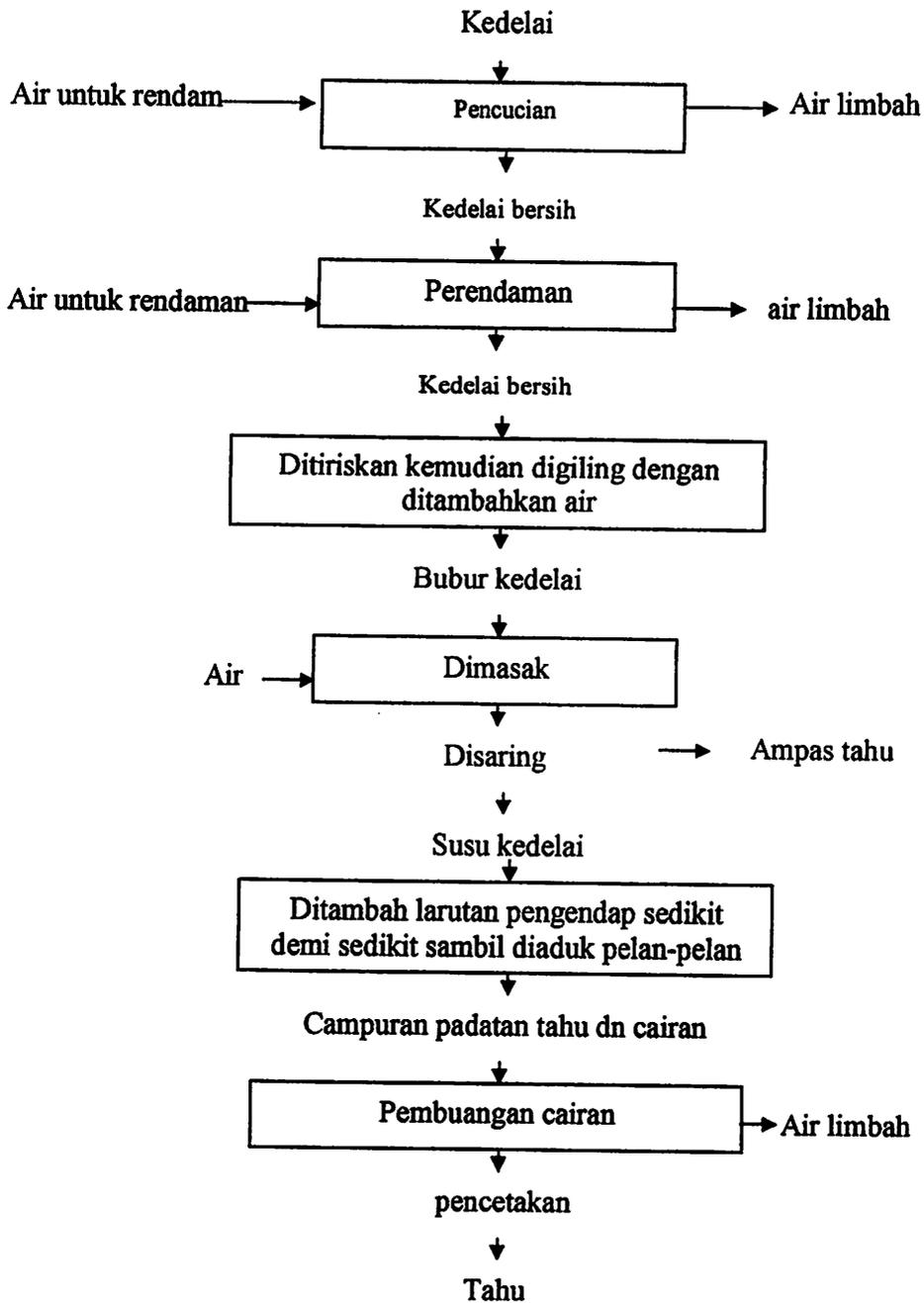
- Kedelai yang telah di pilih dibersihkan dan disortasi, pembersihan dilakukan dengan ditampi atau menggunakan alat pembersih.
- Perendaman dalam air bersih agar kedelai dapat mengembang dan cukup lunak untuk digiling, lama perendaman berkisar 4-10 jam.
- Pencucian dengan air bersih, jumlah air yang digunakan tergantung pada besarnya atau jumlah kedelai yang digunakan.
- Penggilingan kedelai menjadi bubur kedelai dengan mesin giling, untuk memperlancar penggilingan perlu ditambahkan air dengan jumlah yang sebanding dengan jumlah kedelai.
- Pemasakan kedelai dilakukan di atas tungku dan dididihkan selama 5 menit. Selama pemasakan ini dijaga agar tidak berbuih, dengan cara menambahkan air dan di aduk.

- Penyaringan bubur kedelai dilakukan dengan kain penyaring. Ampas yang diperoleh diperas dan di bilas dengan air hanyat, jumlah ampas basa kurang lebih 70% - 90% dari bobot kering kedelai.
- Setelah itu dilakukan penggumpalan dengan menggunakan air asam, pada suhu 50 °C kemudian didiamkan sampai terbentuk gumpalan besar selanjutnya air diatas endapan dibuang dan sebagian digunakan untuk proses penggumpalan kembali.

Langka terakhir adalah pengepresan dan percetakan yang dilapisi dengan kain penyaring sampai padat. Setelah air tinggal sedikit maka cetakan dibuka dan diangin-anginkan, (Idaman dan Wahjono, 1999)

Bahan-bahan organik yang terkandung di dalam industri tahu pada umumnya sangatlah tinggi. Senyawa-senyawa dalam air buangan tersebut dapat berupa protein, karbohidrat, lemak dan minyak. Diantara senyawa-senyawa tersebut protein dan lemaklah yang jumlahnya paling besar (Idaman dan Wahjono, 1999), yang mencapai 40%-60% protein, 25%-50% karbohidrat dan 10% lemak (Sugiharto, 1987).

Adapun diagram proses pembuatan tahu seperti pada gambar di bawa ini:



Gambar 2.1 Proses pembuatan tahu.  
(Idaman dan Wahjono, 1999).

#### 2.1.4 Bahaya Limbah Tahu

Limbah tahu dapat menimbulkan masalah dalam penanganannya karena mengandung sejumlah besar karbohidrat, protein, lemak, garam-garam, mineral, dan sisa-sisa bahan kimia yang digunakan dalam pengolahan dan pembersihan. Sebagai contohnya limbah industri tahu, tempe, tapioka industri hasil laut dan industri pangan lainnya, dapat menimbulkan bau yang menyengat dan polusi berat pada air bila pembuangannya tidak diberi perlakuan yang tepat. Air buangan (efluen) atau limbah buangan dari pengolahan pangan dengan Biological Oxygen Demand (BOD) tinggi dan mengandung polutan seperti tanah, larutan alkohol, panas dan insektisida. Apabila efluen dibuang langsung ke suatu perairan akibatnya mengganggu seluruh keseimbangan ekologis dan bahkan dapat menyebabkan kematian ikan dan biota perairan lainnya (Anonim, 2010).

#### 2.2. Baku Mutu Air Limbah Tahu.

Baku mutu limbah cair tahu dan kecap atau tempe berdasarkan SK. Gubernur jatim no. 45 tahun 2002 dapat di lihat pada tabel 2.2

**Tabel 2.2 Baku Mutu Limbah Cair**

Baku Mutu Limbah Cair Tahu dan Kecap/Tempe	
Tahu	: 20 m <sup>3</sup> /ton kedelai
Kecap / Tempe	: 10 m <sup>3</sup> /ton kedelai
parameter	Kadar maksimum (mg/l)
BOD <sub>5</sub>	150
COD	300
TSS	100
pH	6-9

Sumber : SK. Gubernur Jatim no 45 tahun 2002

---

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

*Biological Oxygen Demand (BOD)* atau kebutuhan oksigen biologis adalah suatu analisis empiris yang mencoba mendekati secara global proses-proses mikrobiologis yang benar-benar terjadi di dalam air. Angka BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan (mengoksidasikan) hampir semua zat organik yang terlarut dan sebagian zat-zat organik yang tersuspensi dalam air.

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

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

COD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan atau mengoksidasi bahan organik secara kimia.

Ketuntasan tes COD dibandingkan tes BOD (Alaerts dan Santika, 1987) :

- Analisis COD hanya memakan waktu kurang lebih 3 jam, sedangkan analisis BOD<sub>5</sub> memerlukan 5 hari
- Untuk menganalisa COD antara 50 sampai 800 mg/l, tidak dibutuhkan pengenceran sampel sedang pada umumnya analisis BOD selalu membutuhkan pengenceran.
- Ketelitian dan ketepatan (reproducibility) tes COD adalah 2 sampai 3 kali lebih tinggi dari tes BOD
- Gangguan dari zat yang bersifat racun terhadap mikroorganisme pada tes BOD, tidak menjadi soal pada tes COD.

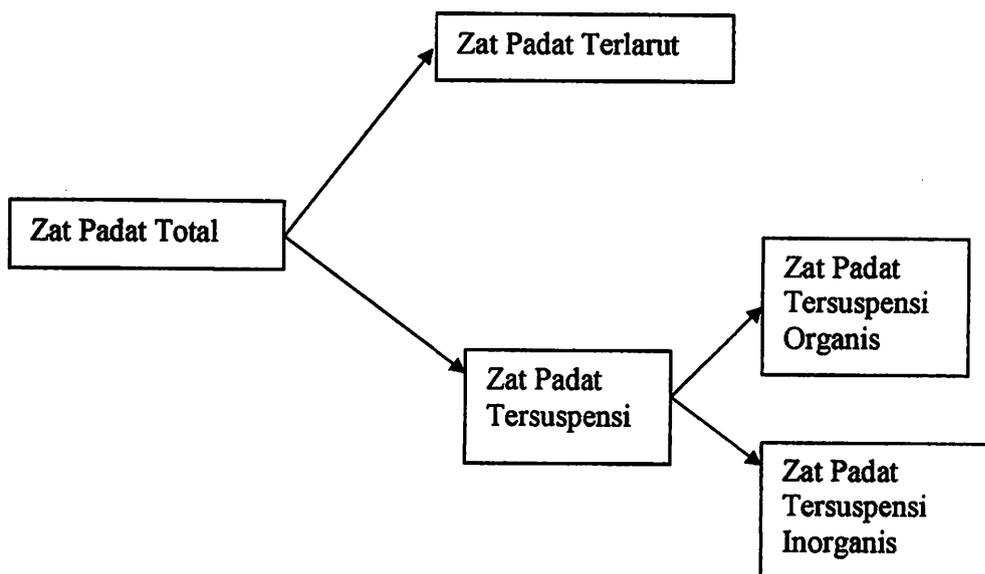
Kekurangan tes COD hanya merupakan suatu analisis yang menggunakan suatu reaksi oksidasi kimia yang menirukan oksidasi biologis (yang sebenarnya terjadi di alam), sehingga merupakan suatu

pendekatan saja. Karena hal tersebut maka tes COD tidak dapat membedakan antara zat-zat yang sebenarnya tidak teroksidasi (inert) dan zat-zat yang teroksidasi secara biologis, (Alaerts dan Santika, 1987).

### 2.2.3 Total Suspended Solid (TSS)

Dalam air alam ditemui dua kelompok zat, yaitu zat terlarut seperti garam dan molekul organik, dan zat padat tersuspensi dan koloidal seperti tanah liat, kwarts. Perbedaan pokok antara kedua kelompok zat ini ditentukan melalui ukuran /diameter partikel-partikel tersebut.

Pengertian zat padat total adalah semua zat-zat yang tersisa sebagai residu dalam suatu bejana, bila sampel air dalam bejana tersebut dikeringkan pada suhu tertentu. Zat padat total terdiri dari zat padat terlarut dan zat padat tersuspensi yang dapat bersifat organik dan inorganis seperti dijelaskan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.2 Skema Zat Padat (Sumber : Alaerts dan Santika, 1987)

### 2.2.4 pH

Konsentrasi ion hidrogen adalah ukuran kualitas dari air maupun air limbah. Adapun kadar yang baik adalah kadar dimana masih memungkinkan kehidupan biologis di dalam air berjalan dengan baik (Sugiharto, 1987). Batas pH

untuk pertumbuhan jasad merupakan suatu gambaran dari batas pH bagi kegiatan enzim. Untuk tiap jasad di kenal nilai pH minimum, optimum dan maksimum. Mikroorganisme memerlukan nilai pH antara 6,5-7,5 (Suriawiria, 2008).

### 2.3. Pengolahan Air Buangan Secara Biologi

Pengolahan air buangan secara biologi dilakukan berdasarkan suatu proses dimana suatu populasi mikroorganisme menggunakan kontaminan yang ada di dalam air buangan sebagai substrat untuk pertumbuhan dan sintesa sel. Mekanisme seperti ini terjadi pula di alam seperti sungai dan danau yang ditandai oleh adanya proses purifikasi di sungai dan danau tersebut.

Tujuan dari proses pengolahan biologis adalah untuk mengkonversikan komponen organik *biodegradable* (dapat diurai dan dikonsumsi oleh mikroba) menjadi suatu biomasa mikroba yang dapat dipisahkan dengan proses pemisahan padatan-cairan seperti pengendapan (*sedimentasi*) dan pengapungan (*flotation*). Secara umum polutan dalam air utamanya terdiri dari bahan organik terlarut dan tidak terlarut, berbagai bentuk nitrogen dan fosfat, serta bahan lain yang tidak larut dan tidak bereaksi (*inert material*) (Slamet dan Masduqi, 2000).

Berdasarkan kehadiran oksigen di dalam proses maka pada dasarnya ada dua sistem pengolahan air buangan secara biologis yaitu pengolahan air buangan secara *aerob* (ada oksigen) dan *anaerob* (tidak ada oksigen). Masing-masing jenis pengolahan tersebut baik *aerob* maupun *anaerob* dapat dibagi lagi berdasarkan sistem pertumbuhan mikroorganismenya yaitu sistem pertumbuhan mikroorganisme tersuspensi (*suspended growth system*) misalnya proses lumpur aktif dan sistem pertumbuhan mikroorganisme terlekat (*attached growth system*) misalnya proses biofilter. Proses pertumbuhan mikroorganisme tersuspensi adalah proses pengolahan air buangan secara biologis dimana mikroorganisme yang bertanggung jawab untuk mengubah materi organik terlarut atau materi lain yang terdapat di dalam air buangan menjadi gas dan sel-sel baru berada dalam kondisi tersuspensi di dalam cairan. Sedangkan proses pertumbuhan mikroorganisme terlekat adalah proses pengolahan air buangan secara biologis dimana

---

mikroorganisme yang bertanggung jawab untuk mengubah materi organik dan materi lainnya dalam air buangan menjadi gas dan sel-sel baru terlekat pada sebuah medium yang inert seperti batu, keramik yang didesain khusus atau plastik (Metcalf & Eddy, 1991).

Teknologi proses biologis difokuskan pada rekayasa dan rancangan bangunan *biorektor*, untuk mendapatkan lingkungan yang optimum bagi tumbuh kembangnya mikroba dimana di dalamnya dapat dikembangkan suatu biomasa mikroba aktif dengan konsentrasi yang tinggi. Unit proses aerobik memerlukan suatu suplai oksigen secara kontinyu untuk mendukung respirasi mikroba, sebaliknya untuk proses anaerobik tidak diperlukan oksigen karena zat ini bersifat racun bagi bakteri methanogenik (Slamet dan Masduqi, 2000).

Mekanisme penyisihan materi organik yang terdapat di dalam air buangan oleh mikroorganisme merupakan fenomena yang kompleks. Secara umum, mekanisme penyisihan materi organik terjadi karena tiga proses yang terjadi secara berurutan yaitu :

1. Terjadi kontak intim antar molekul substrak dengan dinding sel mikroba.
2. Transfer molekul ke dalam sel
3. Reaksi biokimia (metabolisme) di dalam sel mikroorganisme.

Sel bakteri memerlukan bahan organik dalam bentuk terlarut, sedang bentuk koloid atau yang tak larut akan diserap oleh dinding sel, yang selanjutnya akan diurai/dipecah oleh enzim ekstraselular, sehingga dapat ditransportasikan ke dalam sel (Slamet dan Masduqi, 2000).

## **2.4 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroba**

### **2.4.1 Energi dan Sintesa Sel**

Pertumbuhan mikroba merupakan hasil dari konversi bahan organik terlarut ditambah bahan organik tertentu sebagai elemen pendukung menjadi protoplasma melalui suatu rangkaian reaksi metabolik yang sangat

---

kompleks (Gaudy and Gaudy, 1980 dalam Slamet dan Masduqi, 2000). Istilah respirasi dan fermentasi umum digunakan pada reaksi-reaksi metabolik yang memproduksi energi untuk sintesa sel.

#### 2.4.2 Kebutuhan Nutrisi

Semua proses biologis yang digunakan untuk pengolahan air limbah selalu berbasis pada kebutuhan nutrisi mikroorganime. Bagi organisme kebutuhan nutrien diperlukan untuk (Slamet dan Masduqi, 2000) :

1. Memperoleh bahan-bahan yang diperlukan untuk sintesa bahan-bahan sitoplasma
2. Menyediakan sumber energi untuk pertumbuhan sel dan reaksi biosintetik
3. Menyediakan sumber akseptor elektron untuk elektron yang dilepaskan selama reaksi biokimia dalam sel

#### 2.4.3 Enzim Mikroba

Semua aktifitas sel mikroba tergantung pada penggunaan makanan dan semua reaksi biokimia yang terkait didalamnya dikontrol oleh enzim. Enzim adalah protein yang diproduksi oleh sel hidup, berfungsi sebagai katalis untuk mempercepat laju reaksi spesifik yang terjadi dalam sel. Enzim bersifat spesifik yang hanya akan mengkatalisa reaksi tertentu dan kan berfungsi hanya untuk satu jenis zat tertentu saja (Slamet dan Masduqi, 2000).

#### 2.4.4 Pengaruh Temperatur

Semua proses pertumbuhan tergantung pada reaksi-reaksi kimia, dan laju reaksi dipengaruhi oleh temperatur. Dengan demikian, laju pertumbuhan mikroba sebagai total jumlah pertumbuhan mikroba dapat dipengaruhi temperatur karena pertumbuhan mikroba dikontrol oleh reaksi enzimatik, maka pertumbuhan maksimum terjadi pada suatu temperatur tertentu dan akan mengalami penurunan setelah suhu pertumbuhan maksimumnya. Titik suhu pertumbuhan maksimum disebut sebagai temperatur optimum (Slamet dan Masduqi, 2000).

#### 2.4.4 Kebutuhan Oksigen

Berdasarkan kepada kebutuhan oksigen, mikroorganisme dapat diklasifikasikan menjadi tiga golongan (Slamet dan Masduqi, 2000) :

1. Organisme aerobik, memerlukan oksigen besar sebagai sumber elektron aseptor.
2. Organisme anaerobik, tidak memerlukan oksigen sebagai sumber elektron aseptor.
3. Organisme fakultatif, dapat menggunakan oksigen atau komponen lain sebagai elektron akseptor. Akan tetapi, akan tumbuh lebih efisien dalam suasana aerobik.

#### 2.4.5 Pengaruh pH

Kebanyakan bakteri, baik dalam biakan murni maupun dalam kultur campuran seperti dalam bioreaktor air limbah, memiliki rentang pH untuk pertumbuhan antara pH 4 dan 9. Secara umum pH optimum untuk pertumbuhan mikroba pada rentang 6,5 -7,5. (Wilkinson, 1975 dalam Slamet dan Masduqi, 2000) menyarankan bahwa mikroba tumbuh dengan baik pada pH sedikit basa, sementara algae dan fungi tumbuh dengan baik pada kondisi pH sedikit asam.

### 2.5 *Activated Sludge* (Lumpur Aktif)

Proses lumpur aktif merupakan salah satu proses pengolahan limbah secara biologis dengan pola pertumbuhan mikroba tersuspensi di dalam air limbah. Mikroba, terfluidisasi dalam bioreaktor pada suasana aerobik akan mengkonversi bahan-bahan organik yang terkandung dalam air limbah (sebagai sumber makanan, substrat), menjadi sel-sel mikroorganisme dan produk oksidasi lain.

Unit-unit utama dalam sistem lumpur aktif terdiri dari tangki aerasi dengan sistem pensuplai oksigen (aerator) yang berfungsi sebagai bioreaktor dan unit pemisah padat-cair (tangki pengendapan), berfungsi memisahkan air limbah

---

dengan biosolid yang terkandung di dalamnya, serta pompa resirkulasi untuk meresirkulasi lumpur aktif dari unit pemisah ke bioreaktor. Lumpur hasil pengendapan dari unit pemisah padat-cair merupakan kumpulan berbagai jenis mikroba yang disebut sebagai lumpur aktif. Di dalam bioreaktor air limbah segar dicampur dengan lumpur aktif melalui proses resirkulasi, campuran air limbah-lumpur aktif disebut sebagai *Mixed Liquor Suspended Solid (MLSS)* (Slamet dan Masduqi, 2000).

### 2.5.1 Sistem Percampuran

Salah satu kebutuhan mendasar dalam perencanaan proses lumpur aktif mengetahui tipe bioreaktor yang terbaik untuk pengolahan air limbah dengan jenis yang tertentu. Bentuk geometrik dari bioreaktor sangat menentukan pola aliran air dan percampuran yang terjadi didalamnya. Percampuran yang baik akan menjamin selalu terjadinya distribusi mikroba keseluruhan bioreaktor dan selalu terjadi kontak intim antara mikroba dengan substrat dalam air limbah. (Slamet dan Masduqi, 2000).

Tipe pola percampuran sangat penting, karena berpengaruh pada :

- 1) Kebutuhan transfer oksigen di dalam bioreaktor
- 2) Pemerataan beban sehingga terhindarkan adanya kejutan beban organik
- 3) Kinetika proses dalam bioreaktor
- 4) Distribusi mikroba sehingga kontak intim antara biomassa dan substrat selalu terjaga.

(Slamet dan Masduqi, 2000).

### 2.5.2 Modifikasi Proses *Activated Sludge* (Lumpur Aktif)

Modifikasi dapat dilakukan dengan berbagai macam cara namun yang sering dilakukan untuk mengatur agar proses nitrifikasi dapat berjalan secara simultan dengan proses oksidasi karbon. Proses nitrifikasi dapat dicapai bila kondisi lingkungan memadai dengan konsentrasi oksigen minimum dipersyaratkan dipenuhi dan umur lumpur rata-rata

---

dalam proses tercapai. Beberapa konfigurasi dapat dilakukan (Slamet dan Masduqi, 2000) antara lain:

1. Merubah konfigurasi sistem inlet limbah segar
2. Merubah konfigurasi sistem aerasi
3. Merubah parameter utama seperti rasio F/M, umur lumpur, rasio resirkulasi dan lain-lain
4. Melakukan aerasi dengan injeksi oksigen murni

Tipe-tipe hasil modifikasi dan apa yang membedakannya (Marsono, 1997), adalah sebagai berikut :

1. *Step aeration*

Merupakan tipe plug flow konvensional yaitu rasio F/M menurun menuju ke outlet, dimana inlet air buangan masuk melalui 3 – 4 titik di tangki aerasi dengan maksud untuk menyetarakan F/M rasio dan mengurangi tingginya kebutuhan oksigen dititik yang paling awal.

Keuntungan dari proses modifikasi ini adalah :

- a. Mempunyai *volumetric loading* yang tinggi.
- b. HRT (waktu tinggal) yang lebih pendek.

Parameter Penting Untuk Disain (Marsono, 1997) adalah sebagai berikut :

a) F/M rasio

F/M rasio yaitu perbandingan antara substrat (*food*) terhadap mikroorganisme.

b) SVI (*Sludge Volume Index*)

SVI didefinisikan sebagai volume *sludge* yang mengendap 30 menit dalam satu liter sampel dibagi dengan berat *sludge* kering per satu liter *sludge*.

c) Rasio Resirkulasi

Rasio resirkulasi adalah perbandingan antara debit lumpur yang dikembalikan ke tangki aerasi terhadap debit air yang diolah.

d) Umur Lumpur

Umur lumpur adalah jumlah massa mikroorganisme (sebagai lumpur yang aktif) dibagi jumlah massa mikroorganisme yang dibuang per satuan waktu.

e) Waktu Detensi (HRT)

HRT adalah lama waktu tinggal limbah dalam tangki aerasi.

f) *Volumetric Loading*

*Volumetric loading* adalah massa BOD per m<sup>3</sup> air limbah per hari.

g) Produksi Lumpur

Adalah banyaknya lumpur yang dihasilkan dan yang harus dibuang setiap harinya.

h) Kebutuhan Oksigen

Kebutuhan oksigen adalah total kebutuhan O<sub>2</sub> – kebutuhan untuk resirkulasi

2. *Tapered Aeration*

Modifikasi operasi sistem ini sama dengan *step aeration*, hanya sistem aerasi diatur menurun ke arah keluaran sesuai kebutuhan. Hal ini ditujukan untuk penghematan dan efisiensi pemakaian energi untuk aerasi (Slamet dan Masduqi, 2000).

3 *Contact Stabilisasi*

Pada sistem ini terdapat dua tangki yaitu :

- o *Contact tank* yang berfungsi untuk mengabsorb bahan organik untuk proses lumpur aktif
- o *Reaeration tank* yang berfungsi untuk mengoksidasi bahan organik yang telah diabsorb (proses stabilisasi).

4. *Pure Oxygen*

Oksigen murni di injeksikan ke tangki aerasi dan diresirkulasi. Keuntungannya adalah mempunyai *F/M ration* dan *volumetric loading* yang tinggi, serta HRT yang lebih pendek.

5. *Oxidation ditch*

Parit oksidasi merupakan sistem lumpur aktif dengan bioreaktor mengikuti pola aliran reaktor sumbat (*plug flow* reaktor) dengan bentuk denah oval. Sistem aerasi digunakan aerator sikat (*brush aerator*) yang diletakkan pada satu atau lebih lokasi disepanjang aliran reaktor (Slamet dan Masduqi, 2000).

6. *Hight rate aeration*

Kondisi ini didapatkan dengan meninggikan harga rasio resirkulasi ( $r$ ), atau debit air yang dikembalikan dibesarkan 1 – 5 kali. Dengan cara ini akan diperoleh jumlah mikroorganisme yang lebih besar, sehingga mempunyai kinerja  $F/M$  dan *volumetric loading* yang tinggi, dan HRT yang lebih pendek. Pada sistem ini mempunyai efisiensi yang lebih rendah.

7. *Extended Aeration*

Pada sistem ini reaktor mempunyai umur lumpur dan HRT yang lebih lama, sehingga lumpur yang akan dibuang akan lebih sedikit.

## 2.6. Mikroorganisme

Mikroorganisme sangat penting dalam jumlah paling besar pada *activated sludge* adalah bakteri, yang terdapat sebagai individu mikroskopik dengan ukuran satu mikron yang tampak menyatu atau individu yang berkoloni. Beberapa bakteri membutuhkan oksigen sempurna (mereka hanya dapat hidup jika ada udara), meskipun ada juga yang anaerob (mereka aktif pada kondisi tanpa udara). Kebanyakan bakteri yang hidup pada *activated sludge* adalah fakultatif (dapat hidup pada kondisi ada dan tanpa udara), merupakan faktor yang penting untuk bertahan dari *activated sludge* saat konsentrasi oksigen terlarut rendah atau mungkin menjelang habis.

Pembentukan bakteri akan mendominasi saat kedua bakteri yaitu heterotropik dan autotropik berada pada *activated sludge*. Bakteri heterotropik mendapat energi dari senyawa organik karbon yang ada pada air limbah untuk mensintesis sel baru. Pada waktu yang sama, mereka juga melepas energi melalui

---

konversi dari bahan organik menjadi senyawa seperti karbondioksida dan air. Jenis bakteri heterotropik pada lumpur aktif berdasarkan grup atau genus adalah *comamonas*, *pseudomonas alcaligenes*, *paracoccus*, *unidetified*, *aeromonas*, *flavobacterium-cytophaga*, *coryneform*, *arthobacter*, *bacillus* (Hirashi at.al, dalam Ignasius 1999).

### 2.6.1 Metabolisme Mikroorganisme

Proses metabolisme yang dilakukan oleh organisme hidup, dimulai dengan mengambil bahan – bahan baku, yang seluruhnya berasal dari lingkungan fisik organisme tersebut. Lingkungan mempengaruhi setiap reaksi metabolisme yang terjadi. Lingkungan pada dasarnya menentukan penyelenggaraan metabolisme dalam dua hal, yaitu (Suriawiria,1977) :

1. menyediakan semua bahan baku yang diperlukan oleh organisme
2. mempersiapkan keadaan fisik dan kimia bagi terselenggaranya proses-proses metabolisme.

Oleh karena suatu organisme tersusun oleh sebagian senyawa anorganik dan sebagian lagi organik, maka suatu organisme harus memperoleh nutrien anorganik dan organik. Semua organisme memperoleh nutrien anorganik dalam bentuk sudah jadi atau setengah jadi dari lingkungannya. Beberapa organisme membentuk makanannya dari bahan-bahan anorganik yang diperolehnya, organisme ini disebut organisme yang ototrof. Organisme lain tidak mampu membuat makanan dari nutrien anorganik, tetapi memperoleh nutrien organik yang setengah jadi dari lingkungannya disebut organisme heterotrof. Dalam beberapa hal energi yang dibutuhkan untuk membuat makanan diperoleh dari cahaya matahari organisme ini disebut organisme yang berfotosintesis, sedang organisme yang energi di peroleh dari senyawa kimia, disebut organisme yang berkemosintesa (Suriawiria,1977).

Suatu hal yang sangat penting dalam proses nutrisi ialah absorpsi. Absorpsi merupakan suatu proses pemindahan senyawa-senyawa dari

---

lingkungan masuk kedalam sel dengan melalui permukaan sel (Suriawiria,1977).

Bahan-bahan anorganik dan organik yang terlarut dalam air sebagian diabsorpsi dengan jalan difusi, dan air serta semua bahan-bahan yang terlarut sebagian lagi diabsorpsi secara kimia yang membutuhkan energi dan merupakan hal terpenting yang di lakukan oleh sel. Apabila konsentrasi bahan-bahan yang terlarut di dalam sel lebih besar dari pada sekelilingnya, maka sel akan mengabsorpsi air secara osmotik. Nutrien yang terlarut di dalam air di absorpsi ke dalam sel dengan difusi, tetapi hanya apabila konsentrasi partikel di luar sel lebih besar dari pada di dalam sel. Peristiwa ini adalah suatu hal yang agak jarang terjadi karena secara normal konsentrasi partikel di dalam sel lebih besar dari pada diluar, sehingga kalau terjadi difusi sel-sel rambut akarlah yang akan melepaskan ion-ion ke dalam tanah (Suriawiria,1977).

Seperti halnya jasad hidup mikroorganisme memerlukan energi dan bahan-bahan untuk membangun tubuhnya. Bahan-bahan tadi diperlukan untuk sintesa protoplasma dan bagian-bagian sel. Untuk dapat menggunakan energi dari bahan-bahan tadi, sel melakukan kegiatan yang menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan kimia. Semua reaksi terarah yang berlangsung didalam sel itu disebut metabolisme (Suriawiria,1977).

Reaksi-reaksi yang terjadi di dalam sel hanya mungkin berlangsung dengan pertolongan katalisator organik (biokatalisator) yang disebut enzim. Enzim merupakan katalisator organik atau biokatalisator yang di hasilkan oleh sel berbentuk senyawa protein (Suriawiria,1977).

#### 2.6.2 Pertumbuhan Mikroorganisme

Bagi mikroorganisme pertumbuhan merupakan salah satu bentuk respon terhadap lingkungan fisik dan kimia yang paling penting. Pertumbuhan adalah hasil dari replikasi dan perubahan dalam ukuran sel.

Mikroorganisme dapat tumbuh pada berbagai variasi kondisi fisik, kimia dan nutrisi. Bila media tempat mikroorganisme tersebut berada memiliki nutrisi dalam jumlah yang cukup, maka mikroorganisme itu akan mengekstrak nutrisi dari media dan mengubahnya menjadi materi biologis. Sebagian dari nutrisi akan digunakan untuk produksi energi sedangkan sebagian lagi akan dipakai untuk biosintesis dan untuk membentuk produk yang lain. Penggunaan nutrisi oleh mikroorganisme ini akan mengakibatkan peningkatan massa mikroorganisme yang dapat digambarkan oleh persamaan 2.1.



Laju pertumbuhan berhubungan langsung dengan konsentrasi sel dan reproduksi sel merupakan hasil akhir dari reaksi ini (Shuler dan Kargi, 1992 dalam Widyanto, 2006).

Pola pertumbuhan mikroorganisme berdasarkan jumlahnya dapat dibagi menjadi tujuh fase (Slamet dan Masduqi, 2000) yaitu :

1. Fase adaptasi (*log phase*)

Merupakan fase adaptasi pada lingkungan baru, waktu generasi lama, laju pertumbuhan nol, ukuran sel dan laju aktifitas metabolisme maksimum.

2. Fase Percepatan

Pada fase ini waktu generasi menurun dan laju pertumbuhan meningkat.

3. Fase eksponensial

Merupakan fase dimana waktu generasi konstan dan minimal, laju pertumbuhan spesifik maksimum dan konstan, laju konversi substrat maksimum dan terjadi penambahan jumlah mikroba secara eksponensial.

4. Fase pertumbuhan menurun

Merupakan fase kenaikan waktu generasi dan penurunan laju pertumbuhan spesifik karena terjadi penurunan konsentrasi substrat secara perlahan.

5. Fase stasioner

Terjadi penurunan konsentrasi substrat secara tajam dan adanya akumulasi senyawa toksik hasil proses metabolisme, disini seolah-olah terjadi keseimbangan antara laju kematian dan pertumbuhan.

6. Fase endogenous

Pada fase ini terjadi respirasi dan metabolisme endogenous, laju kematian meningkat dan terjadi cell lysis.

## 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

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

#### Hipotesis

Hipotesis untuk uji korelasi adalah :

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : \rho \neq 0$$

Dimana  $\rho$  adalah korelasi antara 2 variabel.

Daerah penolakan

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

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

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

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

Hipotesis

- $H_0$  : Tidak ada korelasi antara dua variabel
- $H_1$  : Ada korelasi antara dua variabel

Pengambilan keputusan

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

Untuk mengetahui kuat lemahnya korelasi :

Apabila nilai korelasi semakin mendekati 1 atau (-1), berarti hubungan antara 2 variabel semakin erat (Iriawan dan Astuti, 2006)

2.7.3 Analisis Regresi

Analisis regresi sangat berguna dalam berbagai penelitian antara lain :

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

Model regresi memiliki variabel respon (y) dan variabel prediktor (x). Variabel respon adalah variabel yang dipengaruhi suatu variabel prediktor. Variabel respon sering dikenal variabel dependen karena peneliti tidak bisa bebas mengendalikannya. Kemudian, variabel prediktor digunakan untuk memprediksi nilai variabel respon dan sering disebut variabel independent karena peneliti bebas mengendalikannya (Iriawan dan Astuti, 2006).

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

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

Untuk mengetahui besarnya hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat digunakan uji regresi, sehingga diketahui ketepatan atau signifikansi prediksi dari hubungan/korelasi data. Pada analisis regresi terdapat uji kelinieran dan uji t, dalam uji t terdapat :

Hipotesis

$H_0$  : koefisien regresi tidak signifikan

$H_1$  : koefisien regresi signifikan

Pengambilan keputusan

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

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

Untuk nilai Probabilitas

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

#### 2.7.4 Pengantar Desain Eksperimen

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

##### 2.7.4.1 Langkah-langkah dalam Desain Eksperimen

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

1. Mengenali permasalahan
2. Memilih faktor dan level
3. Menentukan faktor dan level
4. Memilih metode desain eksperimen
5. Melaksanakan eksperimen
6. Analisa Data
7. Membuat suatu keputusan

#### 2.7.4.2 Analysis of Variance

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

---

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental dengan skala laboratorium.

### 3.2 Lokasi penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan ITN Malang.

### 3.3 Variabel Penelitian

#### 3.3.1 Variabel Respon (Y)

- Konsentrasi BOD
- Konsentrasi TSS

Pengambilan parameter BOD dan TSS berdasarkan keputusan Gubernur Jawa Timur no 45 tahun 2002 bahwa di dalam peraturan tersebut parameter yang dominan termasuk BOD dan TSS. Untuk pengukuran sampel dilakukan pengulangan tiga kali.

#### 3.3.2 Variabel Prediktor (X)

- a. Waktu detensi selama 4 jam, pada proses lumpur aktif tipe conventional waktu detensi selama 4-8 jam (Marsono, 1997).
- b. Waktu pengambilan sampel tiap 15 menit selama 1 jam.
- c. Sumber mikroorganisme berasal dari lumpur Tahu 6 gr ditambah lumpur RPH 6 gr (Reaktor I). Dasar penetapan perbandingan campuran lumpur mengacu pada teori Rachel Maria Samson yang menyatakan bahwa untuk mengolah limbah cair dari industri tahu-tempe dapat digunakan campuran lumpur tahu-tempe dan rumah potong hewan (RPH) dengan perbandingan 300 : 300 mg lumpur/liter atau 0,3 gr : 0,3 gr lumpur/liter. (Critopher,2001). Sehingga untuk mengolah 20 liter limbah cair industri tahu maka di butuhkan jumlah lumpur sebesar:

- Untuk lumpur tahu =  $0,3 \text{ gr lumpur/liter} \times 20 \text{ liter} = 6 \text{ gr lumpur}$ .
- Untuk lumpur RPH =  $0,3 \text{ gr lumpur/liter} \times 20 \text{ liter} = 6 \text{ gr lumpur}$ .  
pada (Reaktor II) sumber mikroorganisme berasal dari limbah cair tahu.

### 3.4 Variabel Tambahan

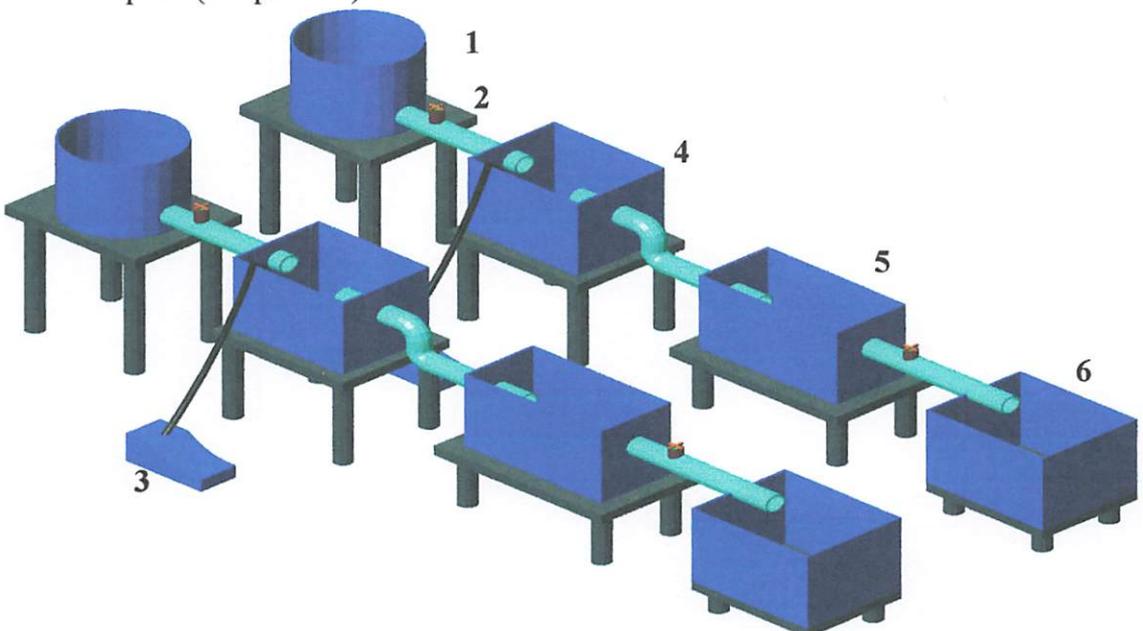
- Suhu, DO dan pH

Pada penelitian ini di pakai pH optimum untuk mikroorganisme yaitu 6,5-7,5 (Waluyo, 2007). Bila pH nya asam maka ditambahkan NaOH dan bila basa ditambahkan HNO<sub>3</sub>. Analisis awal limbah cair tahu setelah di dinginkan selama 1 hari didapatkan suhu antara 24 °C - 25 °C, idealnya konsentrasi oksigen terlarut (DO) dalam tangki aerasi minimal sebesar 2 mg/l (Marsono, 1997).

### 3.5 Spesifikasi alat dan bahan yang digunakan

#### 3.5.1 Alat

Peralatan yang digunakan terdiri dari dua bak utama yaitu bak aerasi untuk proses *seeding* dan aklimatisasi serta bak pengendapan, untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 3.1. Rencana perhitungan reaktor dapat di lihat pada (lampiran A).



Gambar 3.1. Reaktor *Activated Sludge* (Lumpur Aktif).

- \* Untuk jamput lama = 0,3 gr/jamput liter x 20 liter = 6 gr/jamput
  - \* Untuk jamput BPH = 0,3 gr/jamput liter x 20 liter = 6 gr/jamput
- pada (Reaktor A) sumber mikroorganisme berasal dari limbah dan lain

### 3.4 Variabel Tambahan

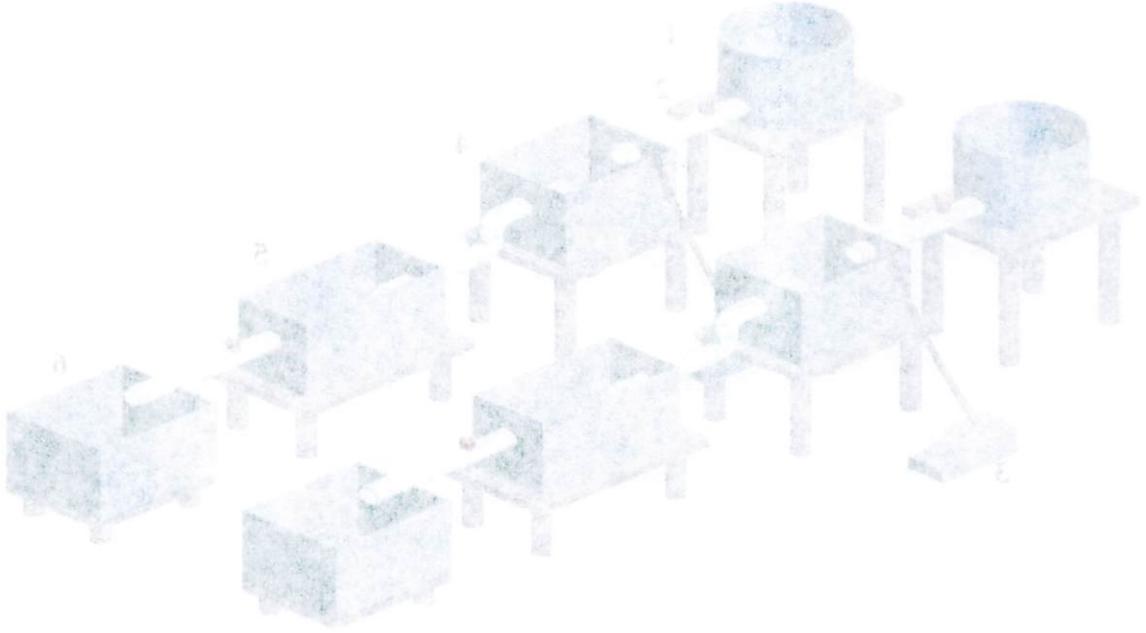
- \* Suhu DO dan pH

Pada penelitian ini di lakukan uji optimasi untuk mikroorganisme yaitu 6-2-7-2 (Wahono, 2007) Biotik uji nya akan maka diindikasikan NaOH dan bila hasil diindikasikan BNO<sub>2</sub> Analisis awal limbah dan lain setelah di dinginkan selama 1 jam dibekukan suhu antara 24 °C - 22 °C idealnya konsentrasi oksigen terlarut (DO) dalam tangki secara minimal sebesar 5 mg/l (Marseno, 1997)

### 3.5 Spesifikasi alat dan bahan yang digunakan

#### 3.5.1 Alat

Peralatan yang digunakan terdiri dari dua bagian yaitu bak reaksi untuk proses selulosa dan ekstraksi serta bak pengendapan untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 3.1. Rencana perhitungan reaktor dapat di lihat pada (lampiran A)



Gambar 3.1. Reaktor Selulosa-Wahono (Lampiran A11)

**Keterangan :**

1. Bak plastik
2. Kran/valve
3. Aerator
4. Bak aerasi dengan P = 32 cm, L = 25 cm, dan T = 25 cm
5. Bak pengendapan P = 40 cm, L = 20 cm, dan T = 25 cm. (lampiran A)
6. Bak penampung efluent.

**3.5.2. Bahan**

1. Limbah cair industri tahu
2. Air aquadest
3. NaOH
4. HNO<sub>3</sub>
5. Pupuk urea, pupuk NPK dan glukosa sebagai nutrisi untuk mikroorganisme.

**3.6 Tahapan Penelitian**

**3.6.1 Pengambilan sampel**

**a. Sampel**

- Lumpur Tahu 6 gr dan lumpur RPH 6 gr sebagai inokulan lumpur aktif.
- Limbah cair tahu

**b. Lokasi pengambilan sampel**

Lumpur tahu dan limbah cair tahu di ambil di industri tahu daerah Janti Kecamatan Sukun Kota Malang dan lumpur RPH di ambil dari RPH (Rumah Potong Hewan) Kota Malang.

**3.6.2 Analisis Pendahuluan**

Pada tahap awal penelitian dilakukan analisis pendahuluan untuk mendapatkan karakteristik awal mengenai limbah cair yang akan diolah. Parameter yang dianalisis adalah pH, suhu, BOD, TSS.

---

### 3.7 Pelaksanaan percobaan

#### 3.7.1 Tahap pembenihan (*seeding*) dan aklimatisasi

##### a. Pembenihan (*seeding*)

Pembenihan dilakukan untuk memperoleh sejumlah mikroorganisme yang akan berperan dalam penguraian bahan organik dalam reaktor, proses pembenihan dilakukan secara *batch* pada bak aerasi dengan menambahkan nutrisi untuk mendukung pertumbuhan mikroorganisme.

Adapun tahapan pembenihan (*seeding*) sebagai berikut:

1. Sediakan 20 liter aquadest pada bak kemudian masukkan lumpur tahu 6 gr dan lumpur RPH 6 gr lalu tambahkan nutrisi (pupuk urea 10 gr, pupuk NPK 10 gr, glukosa 10) sebelumnya telah diencerkan dengan aquadest menjadi volume 500 ml, Setelah itu berikan oksigen (Reaktor I).
2. Sediakan 20 liter limbah cair tahu pada bak lalu tambahkan nutrisi (pupuk urea 10 gr, pupuk NPK 10 gr, glukosa 10 gr) sebelumnya telah diencerkan dengan aquadest menjadi volume 500 ml, Setelah itu berikan oksigen. (Reaktor II)
3. Selama proses pembenihan (*seeding*) berlangsung dilakukan pengukuran suhu, pH dan DO setiap hari.
4. Standar *Mixed Liquor Suspended Solid (MLSS) activated sludge conventional* 1500 - 3000 mg/l (Marsono, 1997). Pada penelitian ini dipakai 3000 mg/l dan setelah mencapai 3000 mg/l kemudian dilanjutkan dengan proses aklimatisasi.

##### b. Aklimatisasi

Aklimatisasi merupakan proses penyesuaian diri oleh mikroorganisme terhadap lingkungan barunya dan berakhir ketika proses adaptasi sejumlah bakteri aktif dengan air limbah telah menunjukkan kestabilan. Analisa terhadap bahan organik dilakukan untuk mengetahui perkembangan penguraian bahan organik. Kegiatan

---

ini dilakukan melalui pengukuran *permanganat value* (PV) selama aklimatisasi sampai kondisi *steady state* dicapai. kondisi *steady state* merupakan suatu kondisi dimana penyisihan zat organik yang dikonsumsi oleh mikroorganisme mendekati harga stabil atau konstan. Apabila selisih penurunan bahan organik selama tiga hari berturut-turut relatif stabil dengan perbedaan tidak lebih dari 10 % maka dapat dikatakan bahwa kondisi telah *steady state*. Setelah aklimatisasi mencapai kondisi *steady state* maka selanjutnya siap dipakai untuk proses pengolahan limbah cair tahu secara kontinyu.

### 3.7.2 Tahap pengoperasian Reaktor *Activated Sludge* (Lumpur Aktif)

Tahapan proses pengoperasian reaktor adalah sebagai berikut :

1. Kalibrasi alat sebanyak 3 kali pengulangan yaitu debit yang dialirkan oleh bak penampung limbah ke bak aerasi dan bak sedimentasi.
2. Memasukkan 20 liter limbah cair tahu kedalam bak penampung dengan dengan mengukur suhu, DO dan pH
3. Alirkan 20 liter limbah cair tahu dari bak penampung ke bak aerasi yang telah terisi inokulan lumpur aktif dan selanjutnya dialirkan secara grafitasi ke bak sedimentasi.
4. Setelah waktu detensi 4 jam bak sedimentasi, selanjutnya di ambil sampel pada *valve outlet* sedimentasi. Waktu pengambilan sampel tiap 15 menit selama 1 jam kemudian analisis BOD dan TSS.

## 3.8 Metode Analisis Parameter Uji

### 3.8.1 Analisis *Mixed Luquor Suspended Solid* (MLSS)

MLSS adalah campuran antara mikroba aktif dan komponen lain dalam air limbah (Masduqi, 2007) sedangkan *Mixed liquor Volatile suspended solid* (MLVSS) adalah konsentrasi mikroba aktif. Untuk menentukan konsentrasi mikroba aktif (MLVSS) maka 70% - 80% dari

---

MLSS (Perdana, 2007). Pengukuran MLSS menggunakan metode gravimetri (Alearts dan Santika, 1987).

### 3.8.2 Permanganat Value (PV)

Pengukuran *permanganat value* (PV) di lakukan selama proses aklimatisasi sampai kondisi *steady state* dicapai. kondisi *steady state* merupakan suatu kondisi dimana penyisihan zat organik yang dikonsumsi oleh mikroorganisme mendekati harga stabil atau konstan. Apabila selisih penurunan bahan organik selama tiga hari berturut-turut relatif stabil dengan perbedaan tidak lebih dari 10 % maka dapat dikatakan bahwa kondisi telah *steady state*. Setelah proses ini mencapai kondisi *steady state* maka selanjutnya inokulan lumpur aktif siap dipakai untuk proses pengolahan limbah cair tahu secara kontinyu.

### 3.8.2 Analisis *Biological Oxigen Demand* (BOD)

Metode analisis yang di gunakan adalah metode titrasi winkler. Prinsip analisis adalah oksigen di dalam sampel akan mengoksidasi  $MnSO_4$  yang ditambahkan ke dalam larutan pada keadaan alkalis, sehingga terjadi endapan  $MnSO_4$  dengan penambahan asam sulfat dan kalium iodida maka akan di bebaskan iodin yang ekuivalen dengan oksigen terlarut. Iodin yang di bebaskan tersebut kemudian analisa dengan metode titrasi iodometris yaitu dengan larutan standar tiosulfat dengan indikator kanji. (Alearts dan Santika, 1987).

### 3.8.3 Analisis Total Suspended Solid (TSS)

Metode analisis yang digunakan untuk menganalisa TSS adalah metode Gravimetri. Bila zat padat dalam sampel dipisahkan dengan menggunakan kertas atau filter fiber dan kemudian zat padat yang tertahan pada filter dikeringkan dalam pada suhu  $\pm 105^0$  C. Maka berat residu sesudah pengeringan adalah zat padat tersuspensi (Alearts dan Santika, 1987).

### 3.8.4 Temperatur

Temperatur merupakan salah satu faktor penting di dalam kehidupan . beberapa jenis mikroorganisme dapat hidup pada daerah

temperatur yang luas dan jenis yang lainnya pada daerah yang terbatas. Pada umumnya batas daerah temperatur bagi kehidupan mikroorganisme terletak di antara 0 °C sampai 90 °C. Sehingga untuk masing-masing mikroorganisme di kenal nilai temperatur minimum, optimum dan maksimum. Pengukuran temperatur menggunakan alat termometer. (Suriawiria, 2008).

### 3.8.5 Pengukuran pH

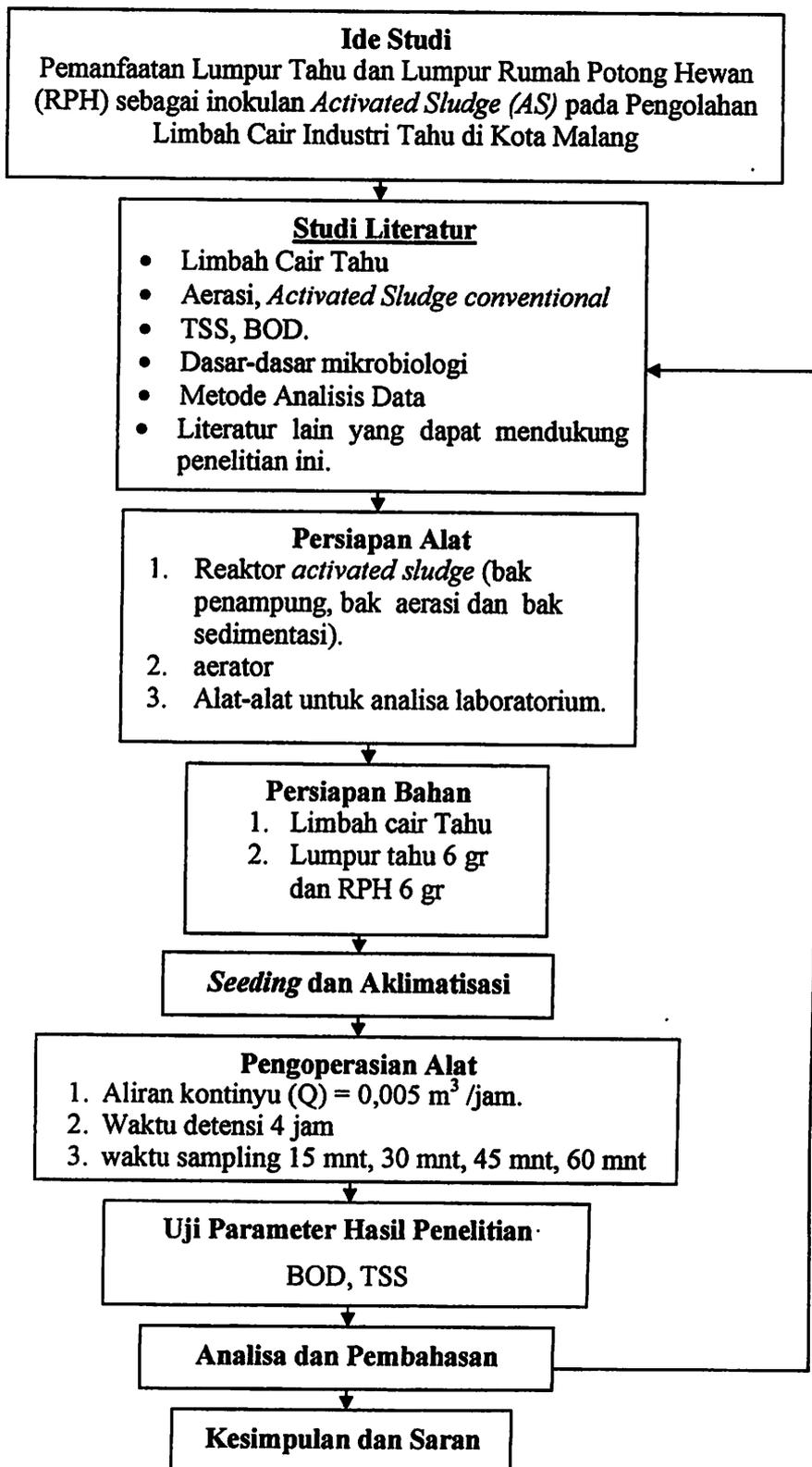
Kebanyakan bakteri, baik dalam biakan murni maupun dalam kultur campuran seperti dalam bioreaktor air limbah, memiliki rentang pH untuk pertumbuhan antara pH 4 dan 9. Secara umum pH optimum untuk pertumbuhan mikroba pada rentang 6,5 -7,5. menyarankan bahwa mikroba tumbuh dengan baik pada pH sedikit basa, sementara algae dan fungi tumbuh dengan baik pada kondisi pH sedikit asam. (Wilkinson, 1975 dalam Slamet dan Masduqi, 2000). Untuk mengukur pH menggunakan kertas pH atau pH meter.

### 3.9 Analisis Data

Hasil percobaan yang didapat dilakukan analisis data dengan metode :

- a. Analisis Korelasi bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara variabel bebas (waktu sampling dan inokulan) dan variabel terikat (konsentrasi akhir BOD dan TSS).
- b. Analisis Regresi bertujuan untuk mengetahui apakah variabel bebas (waktu sampling dan inokulan) dapat memprediksi persentase variabel terikat (konsentrasi akhir BOD dan TSS).
- c. Analisis Anova bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh perbedaan antara variabel bebas (waktu sampling dan inokulan) dan variabel terikat (konsentrasi akhir BOD dan TSS).

## 3.10 Kerangka Penelitian



## BAB IV

### ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Karakteristik Limbah Cair Tahu

Limbah cair tahu yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari industri tahu yang bertempat di daerah Janti Kecamatan Sukun Kota Malang. Selanjutnya dianalisis untuk mengetahui parameter awal dari limbah. Pada tabel 4.1 berikut menunjukkan karakteristik limbah cair tahu dan dibandingkan dengan baku mutu limbah cair menurut Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45 Tahun 2002 untuk limbah cair tahu.

Tabel 4.1 Parameter Awal Limbah Cair Tahu

No	Parameter	Kadar	Kepgub Jawa Timur No.45 Tahun 2002 untuk limbah cair tahu
1	BOD (mg/l)	2080.84	150
2	TSS (mg/l)	1100	100
3	Suhu ( $^{\circ}$ C)	24,5	25
4	DO (mg/l)	2,15	-
5	pH	4,25	6-9

*Sumber: Hasil Penelitian*

Berdasarkan tabel 4.1 menunjukkan kualitas limbah cair tahu tidak memenuhi untuk parameter BOD dan TSS jika dibandingkan dengan baku mutu limbah cair menurut Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45 Tahun 2002. Apabila dengan kondisi limbah seperti ini langsung dibuang ke badan air maka akan dapat menyebabkan berkurangnya kandungan oksigen pada badan air sehingga menyebabkan terjadinya kematian biota-biota air termasuk ikan (Alaerts dan santika, 1987). Untuk itu perlu

dilakukan pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan sehingga tidak mencemari lingkungan dan sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan.

## 4.2 Seeding (Penumbuhan Mikroorganisme).

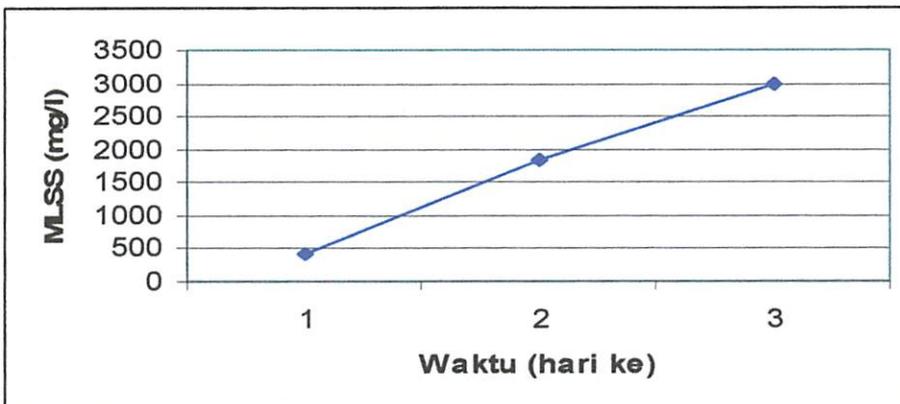
### 4.2.1 Seeding Pada inokulan Lumpur Tahu dan RPH

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka data konsentrasi mikroorganisme pada reaktor I yaitu sumber mikroorganisme yang berasal dari campuran lumpur tahu dan lumpur rumah potong hewan (RPH) dan pada reaktor II yaitu sumber mikroorganisme yang berasal dari limbah cair tahu. Selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.2 dan gambar 4.1.

**Tabel. 4.2 Konsentrasi MLSS Pada Lumpur Tahu dan RPH Saat Seeding**

Hari-Ke	Tanggal	Suhu (°C)	DO (mg/l)	pH	konsentrasi MLSS (mg/l)			Rata-rata MLSS (mg/l)
					1	2	3	
1	3 mei 2010	25	3,52	7,12	500	400	400	433.33
2	4 mei 2010	25	3,49	7,05	1800	1800	1900	1833.33
3	5 mei 2010	25	3,59	7,23	3000	3000	3000	3000

Sumber : Hasil Penelitian



Gambar 4.1 Konsentrasi MLSS lumpur tahu dan RPH saat *seeding*

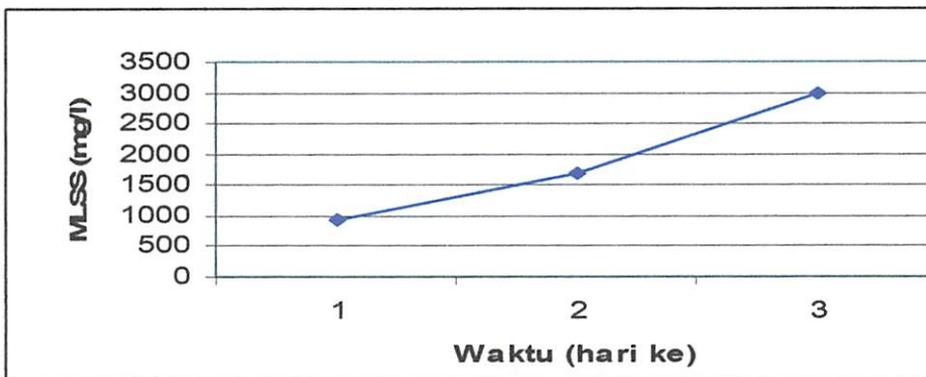
Berdasarkan tabel 4.2 dan gambar 4.1 yaitu (Sumber mikroorganisme campuran lumpur tahu dan RPH) dapat dilihat bahwa pada retensi waktu 1 hari sampai 3 hari terjadi peningkatan nilai MLSS. Untuk jumlah mikroorganisme

terkecil terjadi pada hari ke 1 sebesar 433.33 mg/l sedangkan mikroorganisme terbesar terjadi pada hari ke 3 sebesar 3000 mg/l.

**Tabel. 4.3 Konsentrasi MLSS Pada Limbah cair Tahu Sebagai Kontrol**

Hari-ke	Tanggal	Suhu (°C)	DO (mg/l)	pH	konsentrasi MLSS (mg/l)			Rata-rata MLSS (mg/l)
					1	2	3	
1	3 mei 2010	24,5	2,17	6,67	900	900	1000	933.33
2	4 mei 2010	24,7	2,80	6,71	1700	1700	1700	1700
3	5 mei 2010	25	3,00	7,08	3000	3000	3000	3000

Sumber : Hasil Penelitian



Gambar 4.2 Konsentrasi MLSS Pada limbah cair tahu saat *seeding*

Berdasarkan tabel 4.3 dan gambar 4.2 yaitu (Sumber mikroorganisme dari limbah cair tahu tanpa penambahan lumpur tahu dan RPH) dapat dilihat bahwa pada retensi waktu 1 hari sampai 3 hari terjadi peningkatan nilai MLSS. Untuk jumlah mikroorganisme terkecil terjadi pada hari ke 1 sebesar 933.33 mg/l sedangkan mikroorganisme terbesar terjadi pada hari ke 3 sebesar 3000 mg/l.

Proses pada (tabel 4.2. gambar 4.1 dan tabel 4.3. gambar 4.2) dinamakan proses pertumbuhan mikroorganisme, pada tahap awal yaitu waktu yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menyesuaikan diri dengan lingkungan barunya. Selanjutnya bakteri telah berkembangbiak dengan cepat. Hal ini dipengaruhi oleh pemberian nutrisi berupa pupuk urea, NPK dan glukosa dimana pupuk urea dan NPK sebagai sumber N dan P bagi mikroorganisme, sedangkan glukosa digunakan sebagai sumber karbon karena glukosa merupakan sumber karbon yang

paling mudah untuk dibiodegradasi oleh mikroorganisme sehingga diharapkan mikroorganisme dapat tumbuh dengan baik. Selain pengaruh pemberian nutrisi juga di pengaruhi oleh kondisi lingkungan yang baik antara lain pH, suhu dan proses aerasi yang cukup. Proses seeding pada penelitian ini menggunakan konsentrasi MLSS 3000 mg/l untuk standar lumpur aktif konvensional (Marsono,1997).

### 4.3 Aklimatisasi

#### 4.3.1 Penyisihan Bahan Organik Pada Tahap Aklimatisasi

Aklimatisasi merupakan proses penyesuaian diri oleh mikroorganisme terhadap lingkungan barunya dan berakhir ketika proses adaptasi sejumlah bakteri aktif dengan air limbah telah menunjukkan kestabilan dan mampu untuk menguraikan bahan organik dalam air limbah secara konstan. Analisis bahan organik dilakukan untuk mengetahui perkembangan penguraian bahan organik. Kegiatan ini dilakukan melalui pengukuran *permanganat value* (PV) selama aklimatisasi sampai kondisi *steady state* dicapai. kondisi *steady state* merupakan suatu kondisi dimana penyisihan zat organik yang dikonsumsi oleh mikroorganisme mendekati harga stabil atau konstan. Apabila selisih penurunan bahan organik selama tiga hari berturut-turut relatif stabil dengan perbedaan tidak lebih dari 10 % maka dapat dikatakan bahwa kondisi telah *steady state* (Eckenferder, 1995 dalam Wardani,2006).

#### 4.3.2 Penyisihan Bahan Organik pada Inokulan Lumpur Tahu dan RPH (Reaktor I)

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka data konsentrasi akhir bahan organik pada proses aklimatisasi untuk reaktor I yaitu sumber mikroorganisme campuran lumpur tahu dan RPH dapat dilihat pada tabel 4.4 dan gambar 4.3

Untuk mengetahui penyisihan bahan organik digunakan rumus:

- Penyisihan Bahan Organik

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

**Keterangan :**

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

Contoh perhitungan untuk Reaktor I Sumber Mikroorganisme campuran lumpur tahu dan RPH

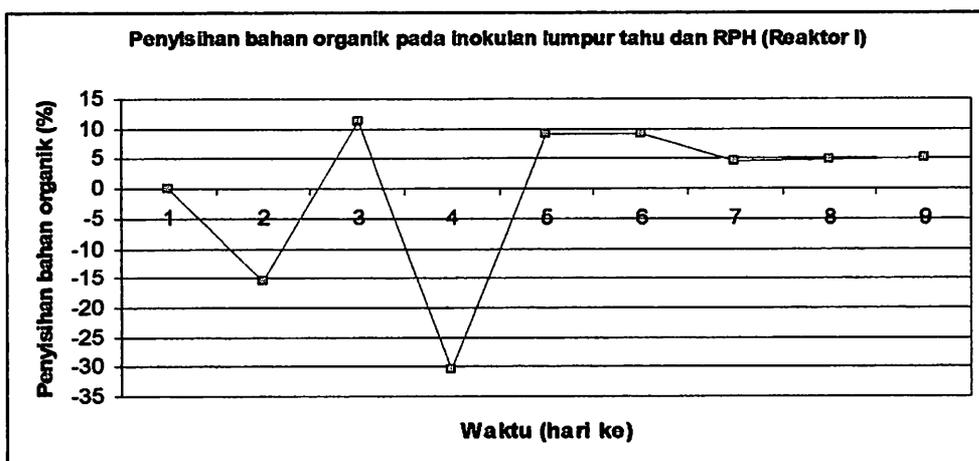
- Penyisihan Bahan Organik Untuk hari ke 3 :

$$\begin{aligned} \text{Penyisihan Bahan Organik} &= \frac{19140 - 16990}{19140} \times 100\% \\ &= 11,23 \% \end{aligned}$$

Tabel 4.4. Penyisihan bahan organik pada inokulan lumpur tahu dan RPH

Hari ke-	Tanggal	Suhu (°C)	DO (mg/l)	pH	Bahan Organik (mg/l)	Selish bahan Organik (mg/l)	Penyihan bahan organik (%)
1	06-Mei-2010	25,10	5,23	7,32	16560	0	0
2	07-Mei-2010	25,50	5,84	7,12	19140	-2580	-15,57
3	08-Mei-2010	25,00	5,50	6,80	16990	2125	11,23
4	09-Mei-2010	24,33	5,60	6,99	22150	-5160	-30,37
5	10-Mei-2010	24,51	5,63	7,05	2100	2050	9,25
6	11-Mei-2010	24,90	6,12	6,54	18280	1820	9,05
7	12-Mei-2010	24,21	3,40	7,20	17420	820	4,48
8	13-Mei-2010	25,00	3,60	7,18	16560	860	4,93
9	14-Mei-2010	25,00	4,20	7,43	15700	860	5,19

Sumber : Hasil penelitian



Gambar 4.3 Penyisihan bahan organik pada inokulan lumpur tahu dan RPH

Berdasarkan tabel 4.4 dan gambar 4.3. pada saat aklimatisasi terjadi fluktuasi penyisihan bahan organik. Untuk penyisihan bahan organik terendah terjadi pada hari ke 7 sebesar 4,48 %. Sedangkan penyisihan bahan organik tertinggi terjadi pada hari ke 3 sebesar 11,23 %. Untuk penyisihan bahan organik dengan fluktuasi dibawah 10 % selama tiga hari berturut-turut terjadi pada hari ke 7 sampai hari ke 9 sebesar 4,48% - 5,19 % dengan konsentrasi bahan organik sebesar 17420 mg/l – 15700 mg/l. Pada tahap ini kondidi *steady state* telah tercapai.

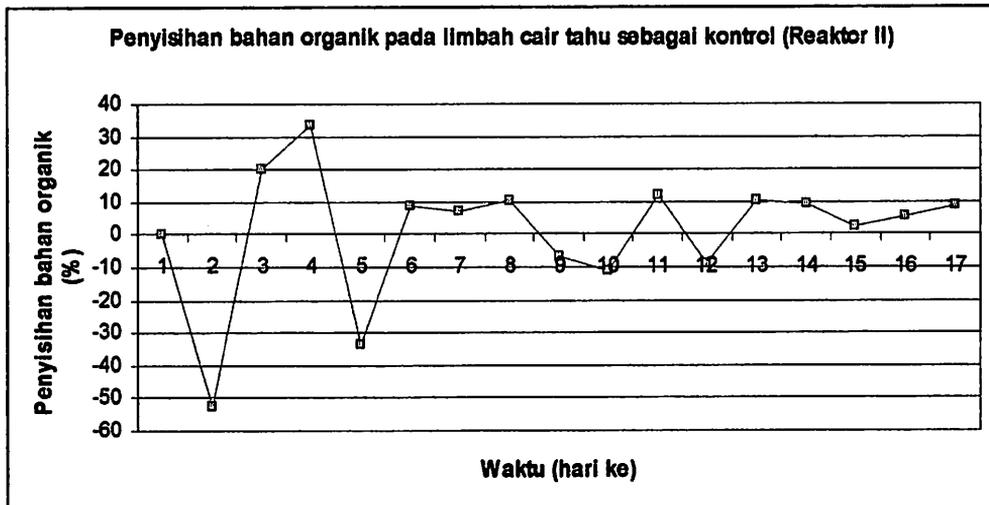
#### 4.3.3 Penyisihan Bahan Organik pada Inokulan Limbah Cair tahu Sebagai Kontrol (Reaktor II).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka data konsentrasi akhir bahan organik pada proses aklimatisai untuk reaktor II yaitu sumber mikroorganisme dari limbah cair tahu tanpa penambahan lumpur tahu dan RPH dapat dilihat pada tabel 4.5 dan gambar 4.4

Tabel 4.5. Penyisihan Bahan Organik pada Limbah Cair tahu Sebagai Kontrol

Hari ke-	Tanggal	Suhu (°C)	DO (mg/l)	pH	Bahan Organik (mg/l)	Selisih bahan Organik (mg/l)	Penyihan bahan organik (%)
1	06-Mei-2010	25	3,00	6,89	22150	0	0
2	07-Mei-2010	25,17	2,50	7,23	33760	-11610	- 52,41
3	08-Mei-2010	26	2,10	7,43	26880	6880	20,37
4	09-Mei-2010	25,05	2,27	7,00	17850	9030	33,59
5	10-Mei-2010	25	3,23	7,17	23870	-6020	- 33,72
6	11-Mei-2010	25	3,40	6,92	21720	2150	9,07
7	12-Mei-2010	24	3,05	7,10	20100	1620	7,46
8	13-Mei-2010	24,9	3,30	6,80	17950	2150	10,69
9	14-Mei-2010	25	3,25	7,11	19140	-1190	- 6,62
10	15-Mei-2010	25	3,80	7,05	21290	-2150	- 11,23
11	16-Mei-2010	25	4,10	7,15	18710	2580	12,11
12	17-Mei-2010	25,01	3,40	7,40	20430	-1720	- 9,19
13	18-Mei-2010	25,07	3,18	7,49	18280	2150	10,52
14	19-Mei-2010	25	4,30	7,12	16560	1720	9,40
15	20-Mei-2010	25	4,67	7,20	16130	430	2,59
16	21-Mei-2010	25,01	3,44	7,30	15270	860	5,33
17	22-Mei-2010	25	3,21	7,29	13910	1360	8,91

Sumber : Hasil penelitian



Gambar 4.4. Penyisihan bahan organik pada limbah cair tahu sebagai kontrol

Berdasarkan tabel 4.5 dan gambar 4.4. pada saat aklimatisasi terjadi fluktuasi penyisihan bahan organik. Untuk penyisihan bahan organik terendah terjadi pada hari ke 15 sebesar 2,59 %. Sedangkan penyisihan bahan organik tertinggi terjadi pada hari ke 4 sebesar 33,59 %. Untuk penyisihan bahan organik dengan fluktuasi dibawah 10 % selama tiga hari berturut-turut terjadi pada hari ke 15 sampai hari ke 17 sebesar 2,59% - 8,91 % dengan konsentrasi bahan organik sebesar 16130 mg/l – 13910 mg/l. Pada tahap ini kondidi *steady state* telah tercapai.

Proses aklimatisasi membutuhkan waktu yang lama pada reaktor I yaitu 1 - 9 hari sedangkan pada reaktor 2 yaitu 1 – 17 hari, karena massa mikroorganisme yang besar harus di kembangkan dan beradaptasi dengan karakteristik air limbah. Penyisihan bahan organik yang berfluktuasi pada saat aklimatisasi menunjukkan belum cukup populasi mikroorganisme yang tersedia serta belum mempunya mikroorganisme untuk beradaptasi dengan kondisi yang ada seperti konsentrasi dan komposisi substrat di dalam reaktor. Peningkatan konsentrasi bahan organik pada tahap aklimatisasi di karenakan juga terjadi kematian mikroorganisme yang tidak mampu beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang ada. Menurut pendapat Grady dan Lim, (1980) dalam Widiyanto, (2005) pada saat mikroorganisme mati,

mereka akan mengeluarkan isi selnya ke media tempat mereka hidup, isi sel ini yang dapat terukur sebagai bahan organik.

#### 4.4. Analisis Deskriptif

##### 4.4.1 Analisis Deskriptif BOD

Hasil penelitian yang diperoleh dan dengan konsentrasi akhir BOD menunjukkan bahwa lumpur aktif mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi BOD, Berikut adalah contoh perhitungan persentase penyisihan BOD :

Untuk mengetahui persentase penyisihan BOD digunakan rumus :

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

**Contoh Perhitungan :**

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

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{2080,64 - 1225,81}{2080,64} \times 100\%$$

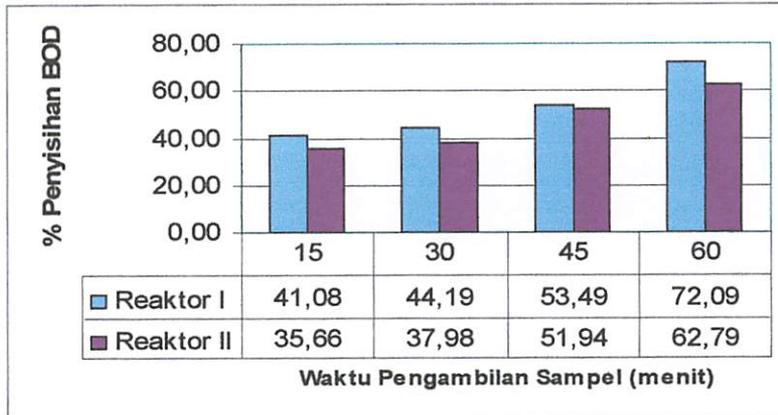
$$= 41,08\%$$

Hasil perhitungan selanjutnya dapat di lihat pada tabel 4.6

Tabel 4.6. Data Konsentrasi akhir dan Persentase Penyisihan BOD

No	Konsentrasi Awal (mg/l)	Reaktor	Waktu Pengambilan Sampel (menit)	konsentrasi akhir BOD (mg/l)	Persentase penyisihan BOD (%)
1.	2080,64	Inokulan pada Lumpur tahu dan RPH (Reaktor I)	15	1225,81	41,08
2.	2080,64		30	1161,29	44,19
3.	2080,64		45	967,74	53,49
4.	2080,64		60	580,65	72,09
5.	2080,64	Inokulan pada Limbah cair tahu (kontrol). (Reaktor II)	15	1338,71	35,66
6.	2080,64		30	1290,32	37,98
7.	2080,64		45	1000	51,94
8.	2080,64		60	774,19	62,79

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 4.5. Grafik Hubungan Waktu Pengambilan Sampel Terhadap Persentase Penyisihan BOD

Pada tabel 4.6 dan gambar 4.5 dapat dilihat bahwa persen penyisihan BOD terendah terjadi pada reaktor 2 (Inokulan pada limbah cair tahu) dengan waktu pengambilan sampel 15 menit sebesar 35,66 % dan tertinggi pada reaktor 1 (Inokulan pada lumpur tahu dan RPH) dengan waktu pengambilan sampel 60 menit sebesar 72,09%.

#### 4.4.2 Analisis Deskriptif TSS

Data hasil penelitian yang diperoleh dan dengan konsentrasi akhir TSS menunjukkan bahwa, lumpur aktif mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi TSS. Berikut adalah contoh perhitungan persentase penyisihan TSS :

Untuk mengetahui persentase penyisihan TSS digunakan rumus :

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{\text{KonsentrasiAwal} - \text{KonsentrasiAkhir}}{\text{KonsentrasiAwal}} \times 100\%$$

#### Contoh Perhitungan :

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{\text{KonsentrasiAwal} - \text{KonsentrasiAkhir}}{\text{KonsentrasiAwal}} \times 100\%$$

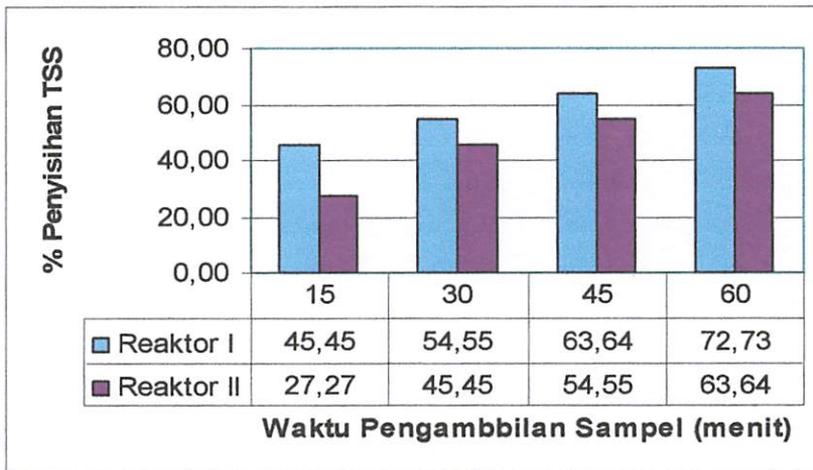
$$\begin{aligned} \% \text{ Penyisihan} &= \frac{1100 - 600}{1100} \times 100\% \\ &= 45,45 \% \end{aligned}$$

Hasil perhitungan selanjutnya dapat di lihat pada tabel 4.7

Tabel 4.7. Data Konsentrasi Akhir dan Persentase Penyisihan TSS

No	Konsentrasi awal (mg/l)	Reaktor	Waktu (menit)	konsentrasi akhir TSS	Persentase penyisihan TSS (%)
1	1100	Inokulan pada Lumpur tahu dan RPH (Reaktor I)	15	600	45,45
2	1100		30	500	54,55
3	1100		45	400	63,64
4	1100		60	300	72,73
5	1100	Inokulan pada Limbah cair tahu sebagai kontrol (Reaktor II)	15	800	27,27
6	1100		30	600	45,45
7	1100		45	500	54,55
8	1100		60	400	63,64

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 4.6. Grafik Hubungan Waktu Pengambilan Sampel Terhadap Persen Penyisihan TSS

Pada tabel 4.7 gambar 4.6 dapat dilihat bahwa persen penyisihan TSS terendah terjadi pada reaktor 2 (Inokulan pada limbah cair tahu) dengan waktu pengambilan sampel 15 menit sebesar 27,27 % dan tertinggi pada reaktor 1 (Inokulan pada lumpur tahu dan RPH) dengan waktu pengambilan sampel 60 menit sebesar 72,73%.

#### 4.4 Analisis Korelasi

##### 4.5.1 Analisis Korelasi BOD

- Uji Korelasi persen penyisihan BOD dapat dilihat pada tabel 4.10.

**Tabel 4.8. Analisis Korelasi Antara % Penyisihan BOD Dengan Waktu Pengambilan Sampel ( menit ) dan Jenis Lumpur**

Correlations: % penyisihan BOD, waktu Pengambilan Sampel, Jenis lumpur		
	% penyisihan BOD	waktu pengambilan sampel
Waktu pengambilan sampel	0,935 0,001	
jenis lumpur	0,236 0,573	0,116 1,694
Cell Contents: Pearson correlation P-Value		

#### Keputusan

Berdasarkan tabel 4.8. menunjukkan bahwa :

- Korelasi antara persen penyisihan BOD dengan waktu pengambilan sampel adalah 0.935. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat karena mendekati 1 (Iriawan dan Astuti,2006). Hubungan kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti salah satu variabel meningkat, maka variabel lainnya meningkat pula. Tingkat signifikan persentase penyisihan BOD dan waktu detensi yang ditunjukkan dengan nilai probabilitasnya  $0.001 < 0,05$  maka korelasinya signifikan.
- Korelasi antara persentase penyisihan BOD dengan jenis lumpur adalah 0.236, hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel sedang karena mendekati 1 (Iriawan dan Astuti,2006). Hubungan jenis lumpur terhadap penurunan konsentrasi BOD searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti salah satu variabel meningkat, maka variabel lainnya meningkat pula. Tingkat signifikan

persentase penyisihan BOD dan yang ditunjukkan dengan nilai probabilitasnya  $0.573 > 0,05$  maka korelasinya tidak signifikan.

#### 4.5.2 Analisis Korelasi TSS

➤ Uji Korelasi persen penyisihan TSS dapat dilihat pada tabel 4.11.

**Tabel 4.9. Analisis Korelasi Antara % Penyisihan TSS Dengan Waktu Pengambilan Sampel ( menit ) dan Jenis Lumpur**

Correlations: % penyisihan TSS, waktu Pengambilan Sampel, Jenis lumpur		
Waktu pengambilan sampel	%penyisihan TSS	waktu pengambilan sampel
	0,885	
	0,003	
Jenis lumpur	0,430	0,000
	0,267	1,000
Cell Contents: Pearson correlation		
P-Value		

#### Keputusan

Berdasarkan tabel 4.9. menunjukkan bahwa :

- Korelasi antara persen penyisihan TSS dengan waktu pengambilan sampel adalah 0.885. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kuat karena mendekati 1 (Iriawan dan Astuti,2006). Hubungan kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti salah satu variabel meningkat, maka variabel lainnya meningkat pula. Tingkat signifikan persentase penyisihan TSS dan waktu detensi yang ditunjukkan dengan nilai probabilitasnya  $0.003 < 0,05$  maka korelasinya signifikan.
- Korelasi antara persentase penyisihan TSS dengan jenis lumpur adalah 0.430, hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel sedang karena mendekati 1 (Iriawan dan Astuti,2006). Hubungan variasi jenis lumpur terhadap penurunan konsentrasi TSS searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti salah satu

variabel meningkat, maka variabel lainya meningkat pula. Tingkat signifikan persentase penyisihan TSS dan yang ditunjukkan dengan nilai probabilitasnya  $0.267 > 0,05$  maka korelasinya tidak signifikan.

#### 4.6. Analisis Regresi

##### 4.6.1 Analisis Regresi BOD

- Uji Koefisien Regresi persen penyisihan BOD dapat dilihat pada tabel 4.12

**Tabel 4.10. Analisis Regresi Antara % Penyisihan BOD Dengan Waktu Pengambilan Sampel (menit) dan Jenis Lumpur**

Regression Analysis: % penyisihan BOD versus waktu pengambilan sampel, jenis lumpur				
The regression equation is				
% Penyisihan BOD = 30,5 + 0,540 Waktu Pengambilan Sampel + 0,329 Jenis Lumpur				
Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	30,490	3,829	7,96	0,001
Waktu Pengambilan Sampel	0,53990	0,09162	5,89	0,002
Jenis Lumpur	0,3293	0,6196	0,53	0,618
S = 5,18443    R-Sq = 88,18    R-Sq(adj) = 83,48				

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

---

Pada tabel 4.10 dapat kita ketahui :

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

$$Y = 30,5 + 0,540X_1 + 0,329 X_2$$

Dimana :

Y = % Penyisihan BOD

X<sub>1</sub> = Waktu Pengambilan Sampel

X<sub>2</sub> = Jenis lumpur

Berdasarkan tabel 4.10. dapat disimpulkan bahwa :

- o Konstanta sebesar 30,5 menyatakan bahwa jika kedua variabel yaitu X<sub>1</sub> (waktu pengambilan sampel), X<sub>2</sub> (jenis lumpur) bernilai 0 (tidak ada), maka variabel Y (persentase penyisihan BOD) sebesar 30,5%.
  - o Koefisien regresi untuk variabel X<sub>1</sub> (waktu pengambilan sampel) sebesar 0,540 menyatakan bahwa setiap penambahan waktu pengambilan sampel 15 menit akan meningkatkan persen penyisihan BOD sebesar 0,540%.
  - o Koefisien regresi untuk variabel X<sub>2</sub> (Jenis lumpur) sebesar 0,329 menyatakan untuk perbedaan variasi jenis lumpur akan meningkatkan persen penyisihan BOD sebesar 0,329 %.
- B. Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi ( R Square = r<sup>2</sup> ) sebesar 88,1%. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi BOD dipengaruhi oleh variasi waktu waktu pengambilan sampel dan jenis lumpur sedangkan sisanya 11,9 % penurunan penyisihan BOD dipengaruhi oleh faktor lain seperti pengaruh temperatur, pH dan aerasi.
- C. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas.

Keputusan

- o Dengan membandingkan statistik t hitung dengan statistik t tabel  
Jika statistik t hitung output < statistik t tabel, maka H<sub>0</sub> diterima dan H<sub>1</sub> ditolak. Jika statistik t hitung output > t tabel, maka H<sub>0</sub> ditolak dan H<sub>1</sub> diterima. Berdasarkan tabel 4.10 statistik t hitung output untuk variasi waktu pengambilan sampel 5,89 jenis lumpur 0,53 sedangkan t tabel

2,015. Untuk variasi waktu pengambilan sampel t hitung output > statistik t tabel maka  $H_1$  diterima dan  $H_0$  ditolak yang berarti koefisien regresi signifikan sedangkan jenis lumpur t hitung output < statistik t tabel maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak yang berarti koefisien regresi tidak signifikan

- o Berdasarkan probabilitas

Terlihat bahwa pada kolom signifikan untuk variasi waktu detensi 0,002; probabilitasnya < 0,05 sehingga  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima atau koefisien regresi signifikan. Sementara jenis lumpur 0,618 probabilitasnya > 0,05 sehingga  $H_1$  ditolak dan  $H_0$  diterima atau koefisien regresi tidak signifikan.

#### 4.6.2 Analisis Regresi TSS

- Uji Koefisien Regresi persen penyisihan TSS dapat dilihat pada tabel 4.13

**Tabel 4.11. Analisis Regresi Antara % Penyisihan TSS Dengan Waktu Pengambilan Sampel (menit) dan jenis lumpur**

Regression Analysis: % penyisihan TSS versus waktu pengambilan sampel, jenis lumpur				
The regression equation is				
% Penyisihan TSS = 21,6 + 0,697 Waktu Pengambilan Sampel + 1,89 Jenis Lumpur				
Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	21,585	2,755	7,83	0,001
Waktu Pengambilan Sampel	0,69713	0,06209	11,23	0,000
Jenis Lumpur	1,8942	0,3471	5,46	0,003
S = 2,94534    R-Sq = 96,9%    R-Sq(adj) = 95,6%				

- Keterangan :**
- S = Standar deviasi model.
  - R-Sq ( $R^2$ ) = Koefisien determinasi.
  - R-Sq (adj) = Koefisien determinasi yang disesuaikan.
  - T = Nilai statistik.
  - P = Nilai probabilitas
  - DF = Derajat bebas
  - SS = Variasi residual

---

- MS	=	Mean Square
- F	=	Nilai statistic Uji
- P	=	Nilai probabilitas

Pada tabel 4.11 dapat kita ketahui :

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

$$Y = 21,6 + 0,697X_1 + 1,89 X_2$$

Dimana :

Y = % Penyisihan TSS

X<sub>1</sub> = Waktu Pengambilan Sampel

X<sub>2</sub> = Jenis lumpur

Berdasarkan tabel 4.11. dapat disimpulkan bahwa :

- Konstanta sebesar 21,6 menyatakan bahwa jika kedua variabel yaitu X<sub>1</sub> (waktu pengambilan sampel), X<sub>2</sub> (jenis lumpur) bernilai 0 (tidak ada), maka variabel Y (persentase penyisihan TSS) sebesar 21,6%.
  - Koefisien regresi untuk variabel X<sub>1</sub> (waktu pengambilan sampel) sebesar 0,697 menyatakan bahwa setiap penambahan waktu pengambilan sampel 15 menit akan meningkatkan persen penyisihan TSS sebesar 0,697%.
  - Koefisien regresi untuk variabel X<sub>2</sub> (Jenis lumpur) sebesar 1,89 menyatakan untuk perbedaan variasi jenis lumpur akan meningkatkan persen penyisihan TSS sebesar 1,89 %.
- B. Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi ( R Square = r<sup>2</sup> ) sebesar 96,9%. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi TSS dipengaruhi oleh variasi waktu waktu pengambilan sampel dan jenis lumpur sedangkan sisanya 3,1 % penurunan penyisihan TSS dipengaruhi oleh faktor lain seperti pengaruh aerasi dan berat dari partikel sendiri.

C. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas.

Keputusan

- Dengan membandingkan statistik t hitung dengan statistik t tabel  
 Jika statistik t hitung output < statistik t tabel, maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak. Jika statistik t hitung output > t tabel, maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima. Berdasarkan tabel 4.11 statistik t hitung output untuk variasi waktu pengambilan sampel 11,23; jenis lumpur 5,46 sedangkan t tabel 2,015. Untuk variasi waktu pengambilan sampel dan jenis lumpur t hitung output > statistik t tabel maka  $H_1$  diterima dan  $H_0$  ditolak yang berarti koefisien regresi signifikan.
- Berdasarkan probabilitas  
 Terlihat bahwa pada kolom signifikan untuk variasi waktu detensi 0,000; dan jenis lumpur 0,003 atau probabilitasnya < 0,05 sehingga  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima atau koefisien regresi signifikan.

**4.7 Analisis Anova**

4.7.1 Analisis Anova BOD

➤ Hasil uji ANOVA persen penyisihan BOD dapat dilihat pada tabel 4.12 dan 4.13

**Tabel 4.12. Uji Anova % Penyisihan BOD Terhadap Waktu Pengambilan Sampel**

One-way ANOVA: % Penyisihan BOD, Waktu Pengambilan Sampel					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	996	996	3,15	0,098
Error	14	4424	316		
Total	15	5419			

S = 17,78    R-Sq = 18,37%    R-Sq(adj) = 12,54%

**Keterangan:**

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

**Keputusan**

1. Nilai Probabilitas

Berdasarkan tabel 4.12 nilai probabilitas (P) dari variasi waktu pengambilan sampel sebesar 0,098. Karena nilai probabilitas < 0,05 maka  $H_0$  ditolak. Artinya rata – rata persentase penyisihan konsentrasi BOD dalam delapan perlakuan tersebut memang tidak identik.

2. Nilai F

Berdasarkan tabel 4.12 nilai F hitung output dari variasi waktu pengambilan sampel sebesar 3,15. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah 5,79. Karena nilai F hitung output < dari F tabel maka keputusannya adalah menerima hipotesis awal ( $H_0$ ) dan menolak hipotesis alternatif ( $H_1$ ). Artinya tidak ada perbedaan yang signifikan antara variasi waktu pengambilan sampel terhadap penyisihan BOD.

**Tabel 4.13. Uji Anova % Penyisihan BOD Terhadap Jenis lumpur**

One-way ANOVA: % Penyisihan BOD, Jenis Lumpur					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	8799,4	8799,4	102,42	0,000
Error	14	1202,9	85,9		
Total	15	10002,2			

S = 9,269    R-Sq = 87,97%    R-Sq(adj) = 87,12%

**Keterangan :**

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

**Keputusan**

3. Nilai Probabilitas

Berdasarkan tabel 4.13 nilai probabilitas (P) dari variasi jenis lumpur sebesar 0.000 Karena nilai probabilitas < 0,05 maka  $H_0$  ditolak. Artinya rata – rata

persentase penyisihan konsentrasi BOD dalam delapan perlakuan tersebut memang tidak identik.

4. Nilai F

Berdasarkan tabel 4.13 nilai F hitung output dari variasi jenis lumpur adalah sebesar 102.42. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah 5,79. Karena nilai F hitung output > dari F tabel maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal ( $H_0$ ) dan menerima hipotesis alternatif ( $H_1$ ). Artinya ada perbedaan yang signifikan antara variasi waktu pengambilan sampel terhadap penyisihan BOD.

4.7.2 Analisis Anova TSS

➤ Hasil uji ANOVA persen penyisihan TSS dapat dilihat pada tabel 4.14 dan 4.15.

**Tabel 4.14. Uji Anova % Penyisihan TSS Terhadap Waktu Pengambilan Sampel**

One-way ANOVA: % Penyisihan TSS, Waktu Pengambilan Sampel					
Source	DF	SS	MS	F	P
Waktu Pengambila	3	1105,9	368,6	5,10	0,075
Error	4	289,3	72,3		
Total	7	1395,2			

S = 8,504    R-Sq = 79,27%    R-Sq(adj) = 63,71%

Keterangan :

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

Keputusan

5. Nilai Probabilitas

Berdasarkan tabel 4.14 nilai probabilitas (P) dari variasi waktu pengambilan sampel sebesar 0.075. Karena nilai probabilitas > 0,05 maka  $H_0$  diterima.

Artinya rata – rata persentase penyisihan konsentrasi TSS dalam delapan perlakuan tersebut memang identik.

6. Nilai F

Berdasarkan tabel 4.12 nilai F hitung output dari variasi waktu pengambilan sampel sebesar 5,10. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah 5,79. Karena nilai F hitung output < dari F tabel maka keputusannya adalah menerima hipotesis awal (  $H_0$  ) dan menolak hipotesis alternatif ( $H_1$ ). Artinya tidak ada perbedaan yang signifikan antara variasi waktu pengambilan sampel terhadap penyisihan TSS

**Tabel 4.15. Uji Anova % Penyisihan TSS Terhadap Jenis lumpur**

One-way ANOVA: % Penyisihan TSS, Jenis Lumpur					
Source	DF	SS	MS	F	P
Jenis Lumpur	1	258	258	1,36	0,287
Error	6	1137	189		
Total	7	1395			

S = 13,77    R-Sq = 18,52%    R-Sq(adj) = 4,93%

Keterangan:

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

Keputusan

7. Nilai Probabilitas

Berdasarkan tabel 4.14 nilai probabilitas (P) dari variasi jenis lumpur sebesar 0,287. Karena nilai probabilitas > 0,05 maka ( $H_0$ ) diterima dan menolak hipotesis ( $H_1$ ). Artinya rata – rata persentase penyisihan konsentrasi TSS dalam delapan perlakuan tersebut memang identik.

8. Nilai F

Berdasarkan tabel 4.15 nilai F hitung output dari variasi waktu pengambilan sampel sebesar 1,36. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah 5,79. Karena nilai F hitung output < dari F tabel maka keputusannya adalah menerima hipotesis awal ( $H_0$ ) dan menolak hipotesis alternatif ( $H_1$ ). Artinya tidak ada perbedaan yang signifikan antara variasi jenis lumpur terhadap penyisihan TSS.

## 4.7 Pembahasan

### 4.7.1 Pengaruh Waktu pengambilan Sampel dan perbandingan Jenis Lumpur terhadap penyisihan Konsentrasi BOD

Pada tabel 4.6 dan gambar 4.5 dapat dilihat dengan waktu pengambilan sampel yang semakin lama, maka persentase penyisihan BOD semakin meningkat. Hal ini ditunjukkan dengan persentase penyisihan tertinggi terjadi pada waktu pengambilan sampel 60 menit yaitu sebesar 72,09% dan persentase penyisihan terendah terjadi pada waktu pengambilan sampel 15 menit yaitu sebesar 35,66%. Pada reaktor 1 dengan inokulan campuran jenis lumpur tahu dan RPH mempunyai persentase penyisihan BOD lebih besar. Hal ini ditunjukkan dengan persentase penyisihan tertinggi yaitu sebesar 72,09 % dan persentase penyisihan terendah terjadi pada reaktor 2 dengan inokulan limbah cair tahu sebagai kontrol yaitu sebesar 35,66%.

Analisis korelasi antara waktu pengambilan sampel terhadap penyisihan konsentrasi BOD adalah signifikan dengan nilai *pearson correlation* sebesar 0,935. Hal ini disebabkan, semakin lama waktu pengambilan sampel maka mikroorganisme yang ada dalam reaktor telah mampu beradaptasi dengan air limbah dan memperoleh nutrisi untuk kelangsungan hidupnya sehingga mikroorganisme semakin banyak dan mampu mendegradasi air limbah, selain aktifitas mikroorganisme juga di pengaruhi oleh proses pengendapan yang terjadi pada bak aerasi dan sedimentasi. Proses lumpur aktif merupakan salah satu proses pengolahan limbah secara biologis dengan pola pertumbuhan mikroba tersuspensi di dalam air limbah. Mikroba, terfluidisasi dalam bioreaktor pada suasana aerobik akan mengkonversi bahan-bahan organik yang terkandung di dalam air limbah (sebagai sumber makanan, substrat), menjadi sel-sel mikroorganisme dan produk oksidasi lain: Karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), Air ( $\text{H}_2\text{O}$ ), Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) (Slamet dan Masduqi, 2000). BOD dipakai sebagai ukuran atau satuan yang menyatakan konsentrasi organik karbon, dan selanjutnya disebut sebagai substrat (Marsono, 1997). Hal lain yang dapat menurunkan konsentrasi BOD adalah proses aerasi, dalam proses lumpur aktif secara aerobik, oksigen

sangatlah mutlak diperlukan kehadirannya karena mikroorganisme aerobik akan menggunakan oksigen untuk mengkonversi bahan-bahan organik yang terkandung dalam air limbah. Idealnya konsentrasi oksigen dalam tangki aerasi minimal sebesar 2 mg/liter untuk menjamin proses berjalan dengan sempurna (Slamet dan Masduki, 2000).

Analisis korelasi antara campuran jenis lumpur dengan persen penyisihan konsentrasi BOD adalah tidak signifikan, sedangkan uji anova antara campuran jenis lumpur terhadap penyisihan BOD adalah tidak identik. Hal ini disebabkan karena penyisihan BOD tidak dipengaruhi oleh kuantitas dari campuran lumpur tahu dan RPH akan tetapi lebih pada kuantitas dan kemampuan berbagai macam jenis mikroorganisme yang terkandung dalam inokulan campuran lumpur tahu dan RPH sehingga mikroorganisme dapat mengkonversi bahan-bahan organik yang terkandung dalam air limbah, selain adanya kemampuan mikroorganisme untuk mengkonversi bahan organik juga dipengaruhi oleh proses pengendapan pada bak aerasi dan sedimentasi. Menurut (Suria Wiria, 2008) penurunan BOD dilakukan oleh mikroorganisme dan sejalan dengan pertumbuhan lumpur biologis.

Berdasarkan uji anova antara waktu pengambilan sampel terhadap penyisihan konsentrasi BOD adalah tidak identik/ada perbedaan. Hal ini menyatakan bahwa dalam variasi waktu pengambilan sampel mempunyai range yang cukup untuk membedakan persen penyisihan BOD. Hasil analisis dapat diketahui bahwa terjadi penurunan konsentrasi BOD setiap dilakukan pengambilan sampel 15 menit, 30 menit, 45 menit, dan 60 menit. Hal ini disebabkan, pada awal pengoperasian dengan waktu pengambilan sampel 15 menit mikroorganisme masih melakukan adaptasi dan belum mampu mengikat oksigen secara optimal sehingga pertumbuhan mikroorganisme masih sedikit sehingga penurunan konsentrasi BOD masih kecil. Kemudian dilanjutkan dengan waktu pengambilan sampel 30 menit, 45 menit, dan 60 menit, selama selang waktu tersebut terjadi adaptasi dan pertumbuhan mikroorganisme, sehingga mikroorganisme dapat mendegradasi limbah semakin baik. Hal ini disebabkan, semakin lama waktu pengambilan sampel,

---

mikroorganisme yang ada dalam reaktor telah mampu beradaptasi dengan air limbah dan memperoleh nutrisi untuk kelangsungan hidupnya. Penurunan nilai BOD dilakukan oleh mikroorganisme dan sejalan dengan pertumbuhan lumpur biologis (Suriawiria,2008).

Hasil analisis regresi penyisihan konsentrasi BOD limbah cair tahu dipengaruhi oleh waktu pengambilan sampel dan variasi campuran jenis lumpur. Hal ini diperkuat dengan nilai R square sebesar 88,1%.

#### **4.7.2 Pengaruh Waktu pengambilan Sampel dan perbandingan Jenis Lumpur terhadap penyisihan Konsentrasi TSS**

Pada tabel 4.7 dan gambar 4.6 dapat dilihat dengan waktu pengambilan sampel yang semakin lama, maka persentase penyisihan TSS semakin meningkat. Hal ini ditunjukkan dengan persentase penyisihan tertinggi terjadi pada waktu pengambilan sampel 60 menit yaitu sebesar 72,73% dan persentase penyisihan terendah terjadi pada waktu pengambilan sampel 15 menit yaitu sebesar 27,27%. Pada reaktor 1 dengan inokulan campuran jenis lumpur tahu dan RPH mempunyai persentase penyisihan TSS lebih besar. Hal ini ditunjukkan dengan persentase penyisihan tertinggi yaitu sebesar 72,73% dan persentase penyisihan terendah terjadi pada reaktor 2 dengan inokulan limbah cair tahu sebagai kontrol yaitu sebesar 27,27%.

Analisis korelasi antara waktu pengambilan sampel terhadap persen penyisihan konsentrasi TSS adalah signifikan dengan nilai *pearson correlation* sebesar 0,885, begitu juga dari hasil analisis Anova antara waktu pengambilan sampel terhadap persen penyisihan konsentrasi TSS adalah identik. Hal ini menyatakan bahwa dalam variasi waktu pengambilan sampel mempunyai range yang cukup untuk membedakan persen penyisihan *Total Suspended Solid (TSS)*. Penurunan *Total Suspended Solid (TSS)* dalam lumpur aktif terjadi melalui proses pengendapan yang terjadi pada bak aerasi dan sedimentasi. Semakin lama waktu pengambilan sampel, maka *Total Suspended Solid (TSS)* pada air limbah semakin mempunyai waktu yang lebih lama untuk bisa mengendap. Selain itu, Mikroorganisme yang ada dalam

reaktor yang telah mampu beradaptasi dengan air limbah dan memperoleh nutrisi untuk kelangsungan hidupnya akan semakin banyak dan mampu mengoksidasi bahan organik. Bahan organik dalam air buangan akan diuraikan oleh mikroorganisme menjadi karbon dioksida, amonia dan untuk pembentukan sel baru serta hasil lain yang berupa lumpur (Marsono, 1997). Hal ini sejalan dengan pendapat (Alaert dan Santika, 1987) bahwa zat padat tersuspensi dapat bersifat organik dan anorganik. Lumpur yang dihasilkan oleh mikroorganisme selanjutnya akan diendapkan dalam tangki sedimentasi sehingga konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) dalam air limbah mengalami penurunan.

Analisis korelasi antara perbandingan campuran jenis lumpur terhadap persen penyisihan konsentrasi TSS adalah tidak signifikan, begitu pula dengan uji anova antara campuran jenis lumpur dan persen penyisihan TSS adalah identik. Penurunan *Total Suspended Solid* (TSS) terjadi melalui proses pengendapan yang terjadi pada bak aerasi dan sedimentasi sehingga kuantitas campuran jenis lumpur tahu dan RPH tidak berpengaruh terhadap penurunan *Total Suspended Solid* (TSS). Semakin lama waktu pengambilan sampel maka TSS semakin mempunyai kesempatan untuk mengendap, Penurunan TSS juga terjadi akibat mikroorganisme yang terkandung dalam lumpur tahu dan RPH yang menguraikan bahan organik pada limbah. Selain itu Percampuran yang baik saat proses aerasi akan terjadinya distribusi mikroorganisme keseluruh bioreaktor dan selalu terjadi kontak intim antara mikroorganisme dengan substrat dalam air limbah (Slamet dan Masduki, 2000).

Hasil analisis Anova antara waktu pengambilan sampel terhadap penyisihan konsentrasi TSS adalah identik/tak ada perbedaan. Hal ini menyatakan bahwa dalam variasi waktu pengambilan sampel belum mempunyai range yang cukup untuk membedakan persen penyisihan *Total Suspended Solid* (TSS). Penurunan *Total Suspended Solid* (TSS) dalam lumpur aktif ini terjadi melalui proses fisik yaitu pengendapan yang terjadi pada bak aerasi dan sedimentasi, selain itu penurunan *Total Suspended Solid*

(TSS) dapat juga terjadi akibat aktifitas mikroorganisme yang mengoksidasi bahan organik. Hal ini disebabkan, semakin lama waktu pengambilan sampel maka mikroorganisme yang ada dalam reaktor telah mampu mengkonversi bahan-bahan organik pada air limbah sebagai nutrisi untuk kelangsungan hidupnya sehingga mikroorganisme semakin banyak dan mampu mengoksidasi bahan organik. Bahan organik dalam air buangan akan diuraikan oleh mikroorganisme menjadi karbon dioksida, amonia dan untuk pembentukan sel baru serta hasil lain yang berupa lumpur (Marsono, 1997). Hal ini sejalan dengan pendapat (Alaert dan Santika, 1987) bahwa zat padat tersuspensi dapat bersifat organik dan anorganik lumpur yang dihasilkan oleh mikroorganisme selanjutnya akan diendapkan dalam tangki sedimentasi dengan waktu detensi atau waktu tinggal selama 4 jam dengan maksud untuk memberikan waktu yang cukup untuk partikel *solid* untuk mengendap sehingga konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) dalam air limbah mengalami penurunan.

Hasil analisis regresi penyisihan konsentrasi TSS limbah cair tahu dipengaruhi oleh waktu pengambilan sampel dan variasi campuran jenis lumpur. Hal ini diperkuat dengan nilai R square sebesar 96,9 %.

#### **4.7.3. Pandangan Hasil Penelitian Berdasarkan Baku Mutu Limbah Cair Tahu dan Kecap/Tempe Menurut SK. Gubernur Jatim no 45 Tahun 2002**

Jika dilihat kembali pada BAB II khususnya sub bab standar baku mutu limbah cair tahu dan kecap/tempe menurut SK. Gubernur Jatim no 45 Tahun 2002 (tabel 2.2). Pada tabel tercantum bahwa kadar maksimum BOD sebesar 150 mg/l dan TSS 100 mg/l. Berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan dengan judul “Pemanfaatan lumpur tahu dan lumpur rumah potong hewan (RPH) sebagai inokulan *activated sludge* (AS) pada pengolahan limbah cair industri tahu di kota malang”, efesiensi penyisihan terbaik yang di capai BOD adalah 72,09 % dan TSS adalah 72,73% dengan sisa kandungan masing-masing BOD sebesar 580,66 mg/l dan TSS 300 mg/l dengan waktu adaptasi mikroorganisme 60 menit untuk

inokulan mikroorganisme dari lumpur tahu dan RPH (Reaktor I) dan lebih baik dari inokulan mikroorganisme berasal dari limbah cair tahu murni sebagai kontrol (Reaktor II). Tidak tercapainya efisiensi yang sempurna (efisiensi 100%) disebabkan oleh beberapa faktor:

- Pengambilan zat pencemar yang terkandung di dalam air limbah merupakan tujuan pengolahan air limbah, penambahan oksigen (aerasi) adalah salah satu usaha dari pengambilan zat pencemar tersebut sehingga konsentrasi zat pencemar akan berkurang atau bahkan dapat dihilangkan sama sekali (Sugiharto,1987). Sementara debit udara yang dipakai 20 l/menit pada perencanaan penelitian dan disesuaikan dengan kriteria desain alat aerator yang tersedia.
- Bila nozzle diletakkan di tengah-tengah maka akan meningkatkan kecepatan berkontakannya gelembung udara dengan air limbah sehingga konsentrasi zat pencemar akan berkurang secara efektif (Sugiharto,1987). Sementara pada penelitian ini perletakan nozzle udara pada reaktor penelitian ini diletakkan merapat pada dinding reaktor sehingga kecepatan berkontakannya udara belum efektif.
- Waktu detensi aerasi untuk lumpur aktif konvensional yaitu 4-8 jam (Marsono,1997), sementara pada penelitian ini hanya digunakan 4 jam sehingga dengan waktu ini belum maksimal memberikan kesempatan kepada mikroorganisme untuk menguraikan zat organik pada limbah cair.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan :

1. Pertumbuhan mikroorganisme memerlukan waktu 3 hari pada proses *seeding* dan 9 hari pada proses aklimatisasi, pengukuran pertumbuhan mikroorganisme hanya dilakukan saat proses *seeding* dan aklimatisasi
2. Pengolahan limbah cair tahu dengan menggunakan inokulan lumpur tahu dan RPH dapat menurunkan konsentrasi BOD sebesar 72,09% dan TSS sebesar 72,73%, pada waktu pengambilan sampel 60 menit.

#### **5.2. Saran**

Saran yang dapat diusulkan sehubungan dengan penelitian lebih lanjut adalah :

- a. Perlu penelitian yang lebih lanjut dengan memperpanjang waktu detensi aerasi air limbah dan waktu adaptasi untuk mengetahui tingkat penyisihan BOD dan TSS yang lebih besar.
- b. Pada penelitian selanjutnya desain debit udara dan perletakan nozzel pada reaktor harus diperhatikan agar proses kontak udara terjadi secara merata.
- c. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan parameter lain seperti COD pada limbah cair tahu.
- d. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan memanfaatkan inokulan lumpur tahu dan RPH untuk pengolahan limbah jenis lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts,G dan Santika, S.S (1987). **Metode Penelitian Air**. Usaha Nasional Surabaya.
- Anonim, 2002, **Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45 Tahun 2002 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau Kegiatan Usaha Lainnya di Jawa timur.**
- Anonim,2010. **Industri Kecil dan Agro Industri Yang Potensial Mencemari Lingkungan**. Dalam <http://www.mnlh.go.id/usaha-kecil>. Diakses ( 1 Juni 2010).
- Anonim, 2007. **Pengolahan Limbah Industri Pangan**, Dirjen Industri Kecil Menengah Departemen Perindustrian, Jakarta.
- Apriliandi, R. 2009, **Pengolahan Limbah Rumah Potong Hewan (RPH) Dengan Menggunakan *Activated Sludge* (AS) Tipe *Step Aeration***, Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Nasional Malang.
- Benefield, Larry, D. dan Randall, Clifford W. 1980. **Biological Process Design for Wastewater Treatment**. Prentice-Hall,Inc,englewood Cliffs
- Iriawan, N dan Astuti, P, S, 2006. **Mengolah Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14**. Andi. Yogyakarta
- Ignasius DA. Saputra, 1999. **Lumpur Aktif : Alternatif Pengolahan Limbah**. Jurnal Studi Pembangunan, Kemasyarakataan dan Lingkungan.
- Idaman, N dan Wahjono, H. 1999. **Teknologi Pengolahan Air Limbah Tahu - Tempe dengan proses Biofilter Anaerobik dan Aerob**. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi Direktorat Teknologi Lingkungan, Jakarta.
- Pala, JF. 2008. **Pengolahan Limbah Cair Tempe Menggunakan Biolink-5 dengan Proses Aerasi**. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Nasional Malang

- Marsono, B, Dj. 1997. **Modul Ajar Teknik Pengolahan Air Limbah Secara Biologis**. Jurusan Teknik Lingkungan. FTSP – ITS Surabaya
- Metcalf and Eddy. 1991 **Wastewater Engineering, Treatment And Reuse**. Third Edition. McGraw-Hill. New York
- Ginting, P. 2007. **Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri**. Bandung. Yrama Widya
- Pistal, A. 2008. **Pemanfaatan Paku Air (*Azolla Pinnata*) untuk menurunkan BOD, COD dan TSS pada Limbah Cair Tahu secara Kontinyu**. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Nasional Malang.
- Sudaryati, 2005. **Pemanfaatan Sedimen Perairan Tercemar Sebagai Bahan Lumpur Aktif Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu**. Jurnal Program Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Udayana
- Sugiharto, 1987. **Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah**. Universitas Indonesia – Pres. Jakarta
- Silfiston Van George Charistopher, 2001. *Indonesien Industry and the waste that it produces and view on disposed waste and the use of contained in waste and how to proces them*. Dalam [http://www. Adrees viko comia India-mikrobiol Secret et Al. /biology.clc.uc.edu](http://www.Adrees viko comia India-mikrobiol Secret et Al. /biology.clc.uc.edu) (Diakses 15 april 2010).
- Slamet, A. dan Masduqi, A. 2000. **Modul Ajar Satuan Proses**. Jurusan Teknik Lingkungan. FTSP – ITS Surabaya
- Suriawiria, U. 2008. **Mikrobiologi Air**. Alumni – Bandung
- Suriawiria,U. 1977. *Mikrobiologi Lingkungan*. Departemen Teknik Penyehatan ITB. Bandung.
- Sugiyono, 2009. **Statistika Untuk Penelitian**. Alfabeda Bandung.
- Widyanto, I. 2005. **Penurunan COD, TSS dan Warna Pada limbah cair Rumah Potong Hewan (RPH) Menggunakan Anaerobik Baffled Reaktor**. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Nasional Malang.
- Waluyo, L. 2007. **Mikrobiologi Umum Edisi Revisi**. UMM Press
- Wardani,DK. 2006. **Pengolahan limbah pencucian ikan menggunakan bioreaktor AS dengan membran eksternal**. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP ITS Surabaya.

**Lampiran A**  
**Desain Reaktor**

---

---

---

**DESAIN REAKTOR ACTIVATED SLUDGE**

Debit (Q) = 0,005 m<sup>3</sup>/jam

BOD influen (S<sub>0</sub>) = 2080,84 mg/l.....(Analisis awal)

BOD efluen (S) = 150 mg/l.....(SK Gub Jatim no 45, 2002)

Temperatur (T) = 24,5 °C.....(Analisis Awal)

MLSS (X) = 3000 mg/l

Umur lumpur ( $\theta_c$ ) = 4 hari

Kelarutan oksigen dalam tangki aerasi (C'sw) = 8,5 mg/l

Oksigen terlarut minimum yang di pertahankan dalam tangki aerasi (C) = 2 mg/l

Koefisien pertumbuhan MLVSS (Y) = 0,5 kg VSS

Koefisien kematian (Kd) = 0,06 /hari

Salinity surface tension factor ( $\beta$ ) = (0,9 untuk air buangan)

Berat jenis udara = 1,3 kg/m<sup>3</sup>

Faktor koreksi oksigen transfer ( $\alpha$ ) = 0,9

Faktor konversi BOD<sub>5</sub> ke BOD ultimate (f) = 0,7

Faktor koreksi oksigen terlarut terhadap ketinggian tempat (Fa).

( Marsono,1997)

➤ **Perhitungan Tangki Aerasi**

Dik = Q = 0,005 m<sup>3</sup>/jam

Td = 4 jam

Volume = 0,005 m<sup>3</sup>/jam x 4 jam  
= 0,02 m<sup>3</sup>

Direncanakan:

Tinggi → (H) = 0,25 m = 25 cm

Lebar → (L) = 0,25 m = 25 cm

---

---

$$\text{Volume} = p \times l \times t$$

$$0,02 \text{ m}^3 = p \times 0,25 \text{ m} \times 0,25 \text{ m}$$

$$P = \frac{0,02 \text{ m}^3}{0,25 \text{ m} \times 0,25 \text{ m}} = 0,32 \text{ m} = 32 \text{ cm}$$

➤ Bak Pengendapan

$$T_d = 4 \text{ jam}$$

$$Q = 0,005 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\begin{aligned} V &= Q \times t_d = 0,005 \text{ m}^3/\text{jam} \times 4 \text{ jam} \\ &= 0,02 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

➤ Zona Settling

Direncanakan dimensi:

$$P : L = 2 : 1$$

$$L = 20 \text{ cm}$$

$$P = 20 \text{ cm} \times 2 \text{ cm} = 40 \text{ cm}$$

$$H = \frac{\text{volume}}{P \times L} = \frac{0,02 \text{ m}^3}{0,4 \text{ m} \times 0,2 \text{ m}} = 0,25 \text{ m} = 25 \text{ cm}$$

➤ Zona Inlet

$$P = 25\% \times \text{panjang zona settling}$$

$$= 25\% \times 40 \text{ cm}$$

$$= 10 \text{ cm}$$

➤ Zona Lumpur

Direncanakan dimensi :

$$\text{Vol trapesium} = 1/3 \cdot H \cdot ((A_1 + A_2) + \sqrt{A_1 \cdot A_2})^{0,5}$$

$$A_1 = \text{Luas Permukaan atas}$$

$$A_2 = \text{Luas Permukaan bawah}$$

$$a = 1/3 \times P \text{ (panjang bak)} = 1/3 \times 40 \text{ cm} = 13,3 \text{ cm}$$

$$a' = 1/3 \times P \text{ (panjang bak)} = 1/5 \times 40 \text{ cm} = 8 \text{ cm}$$

$$b = w \text{ (lebar bak)} = 20 \text{ cm}$$

$$b' = 1/5 \times 20 \text{ cm} = 4 \text{ cm}$$

---

*Desain Reaktor*

---

$$A_1 = a \times b = 13,3 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} = 266 \text{ cm}^2 = 0,0266 \text{ m}^2$$

$$A_2 = a' \times b' = 8 \text{ cm} \times 4 \text{ cm} = 32 \text{ cm}^2 = 0,0032 \text{ m}^2$$

$$\text{Vol trapesium} = 1/3.H.(A_1+A_2+( A_1.A_2))^{0,5}$$

$$\begin{aligned} H &= \frac{\text{vol} \times 3}{(A_1 + A_2 (A_1.A_2))^{1/2}} \\ &= \frac{0,02 \text{ m}^3 \times 3}{(0,00266\text{m}^2 + 0,0032\text{m}^2 (0,00266\text{m}^2 \times 0,0032\text{m}^2)^{1/2}} \\ &= 0,12 \text{ m} = 12 \text{ cm}. \end{aligned}$$

➤ F/M yaitu perbandingan antara substrat makan terhadap mikroorganisme

$$\text{Dik} = Q = 0,005 \text{ m}^3/\text{jam} \times 24 \text{ jam} = 0,12 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$(S_0) = 2080,84 \text{ mg / l}$$

$$(X) = 3000 \text{ mg/l}$$

$$V = 0,02 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} F/M &= \frac{Q.S_0}{V.X} \\ &= \frac{0,12\text{m}^3 / \text{hr} \times 2080,84\text{mg} / \text{l}}{0,02\text{m}^3 \times 3000\text{mg} / \text{l}} = 0,32 \text{ hr} \dots\dots\dots(\text{Kriteria } 0,2-0,4. \text{ Ok}). \end{aligned}$$

➤ Waktu detensi (HRT)

$$\begin{aligned} T_d &= \frac{V}{Q} = \frac{0,02 \text{ m}^3}{0,12 \text{ m}^3 / \text{hr}} = 0,166 \text{ hr} \\ &= 0,166 \text{ hr} \times 24 \text{ jam} \\ &= 4 \text{ jam} \dots\dots\dots(\text{Kriteria } 4 - 8 \text{ jam. Ok}). \end{aligned}$$

➤ Volumetri Loading ( $V_L$ ) adalah massa BOD per  $\text{m}^3$  air limbah per hari

$$\begin{aligned} V_L &= \frac{Q.S_0}{V} \\ &= \frac{0,12\text{m}^3 / \text{hr} \times 2080,84\text{g} / \text{m}^3}{0,02\text{m}^3} \\ &= 12485,04 \text{ g.BOD/m}^3 \end{aligned}$$

---

$$Y_{\text{obs}} = \frac{Y}{1 + kd \cdot \theta_c} = \frac{0,5}{1 + 0,06 / \text{hr} \times 4 \text{ hari}} = 0,40$$

➤ Produksi Lumpur

$$\begin{aligned} P_x &= Y_{\text{obs}} \cdot Q \cdot (S_0 - S) / 1000 \text{ kg/hr} \\ &= \frac{0,40 \times 0,12 \text{ m}^3 / \text{hr} (2080,84 \text{ g} / \text{m}^3 - 150 \text{ g} / \text{m}^3)}{1000 \text{ kg} / \text{hr}} \\ &= 0,092 \text{ kg/hr} \end{aligned}$$

➤ Kebutuhan oksigen teoritis (N)

$$\begin{aligned} \text{Kg O}_2/\text{hr} &= \frac{Q \cdot (S_0 - S)}{1000 \cdot f} - 1,42 P_x \\ &= \frac{0,12 \text{ m}^3 / \text{hr} (2080,84 \text{ g} / \text{m}^3 - 150 \text{ g} / \text{m}^3)}{1000 \cdot 0,7} - 1,42 \times 0,092 \text{ kg/hr} \\ &= 0,31 \text{ kg/hr} \end{aligned}$$

➤ Standar oksigen requirement (SOR)

$$\begin{aligned} F_a &= 1 - \left( \frac{\text{tinggi reaktor (m)}}{9450} \right) \\ &= 1 - \left( \frac{0,25 \text{ (m)}}{9450} \right) \\ &= 0,99 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SOR kg/hr} &= \frac{N}{((C \cdot sw \cdot \beta \cdot f_a - C) / csw) \times (1,024)^{T-20} \times \alpha} \\ &= \frac{0,31 \text{ kg} / \text{hr}}{((8,5 \text{ mg} / \text{l} \cdot 0,9 \cdot 0,99 - 2 \text{ mg} / \text{l}) / 9,15 \text{ mg} / \text{l}) \times (1,024)^{24-20} \times 0,9} \\ &= 0,59 \text{ kg/hr} \end{aligned}$$

---

➤ Kebutuhan debit udara

$$\begin{aligned} Q \text{ udara} &= \frac{SOR}{bj \text{ udara} \times 0,21} \\ &= \frac{0,59 \text{ kg / hr}}{1,3 \text{ kg / m}^3 \times 0,21} \\ &= 2,16 \text{ m}^3/\text{hr} \end{aligned}$$

Asumsi bahwa efisiensi debit udara = 7,5 %

Asumsi ini di pakai karena di sesuaikan dengan alat aerator yang tersedia dengan kapasitas debit udara 20 l/menit.

$$\begin{aligned} \text{Debit udara teoritis} &= \frac{2,16 \text{ m}^3 / \text{hr}}{0,075} = 28,8 \text{ m}^3/\text{hr} \\ &= 28,8 \text{ m}^3/\text{hr} \times \frac{1 \cdot 10^6 \text{ ml}}{1 \text{ m}^3} \times \frac{1 \text{ hr}}{1440 \text{ mnt}} \\ &= 20000 \text{ ml/mnt} \times \frac{1 \text{ l}}{1000 \text{ ml}} \\ &= 20 \text{ l/mnt} \end{aligned}$$

---

**Lampiran B**  
**Hasil Analisa Sampel**

---



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



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

No : ITN-25.4/Lab.T.Ling/FTSP/2010

## HASIL ANALISIS SAMPEL

**n.** : Rusadi A. Din (NIM : 0526009)  
**Alamat** : Mahasiswa Teknik Lingkungan ITN Malang  
**Lokasi** : Limbah Tahu di Kel. Janti, Sukun, Malang  
**Sampling** : Oleh konsumen  
**Analisis** : Oleh konsumen

### Analisis MLSS untuk Inokulan Lumpur Tahu dan RPH

Hari-Ke	Tanggal	Suhu (°C)	DO (mg/l)	pH	konsentrasi MLSS (mg/l)			Rata-rata MLSS (mg/l)
					1	2	3	
1	3 mei 2010	25	3,52	7,12	500	400	400	433.33
2	4 mei 2010	25	3,49	7,05	1800	1800	1900	1833.33
3	5 mei 2010	25	3,59	7,23	3000	3000	3000	3000

### Analisis Bahan Organik untuk Inokulan Lumpur Tahu dan RPH

Hari-ke-	Tanggal	Suhu (°C)	DO (mg/l)	pH	Bahan Organik (mg/l)	Selisi bahan Organik (mg/l)	Penyihan bahan organik (%)
1	06-Mei-2010	25,10	5,23	7,32	16560	0	0
2	07-Mei-2010	25,50	5,84	7,12	19140	-2580	-
3	08-Mei-2010	25,00	5,50	6,80	16990	2125	11,23
4	09-Mei-2010	24,33	5,60	6,99	22150	-5160	-
5	10-Mei-2010	24,51	5,63	7,05	2100	2050	9,25
6	11-Mei-2010	24,90	6,12	6,54	18280	1820	9,05
7	12-Mei-2010	24,21	3,40	7,20	17420	820	4,48
8	13-Mei-2010	25,00	3,60	7,18	16560	860	4,93
9	14-Mei-2010	25,00	4,20	7,43	15700	860	5,19

### Analisis MLSS untuk Inokulan Limbah cair tahu (Kontrol)

Hari-ke	Tanggal	Suhu (°C)	DO (mg/l)	pH	konsentrasi MLSS (mg/l)			Rata-rata MLSS (mg/l)
					1	2	3	
1	3 mei 2010	24,5	2,17	6,67	900	900	1000	933.33
2	4 mei 2010	24,7	2,80	6,71	1700	1700	1700	1700
3	5 mei 2010	25	3,00	7,08	3000	3000	3000	3000

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

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



**Analisis Bahan Organik untuk Inokulan Limbah cair tahu (Kontrol)**

Hari ke-	Tanggal	Suhu (°C)	DO (mg/l)	pH	Bahan Organik (mg/l)	Selisi bahan Organik (mg/l)	Penyihan bahan organik (%)
1	06-Mei-2010	25	3,00	6,89	22150	0	0
2	07-Mei-2010	25,17	2,50	7,23	33760	-11610	-
3	08-Mei-2010	26	2,10	7,43	26880	6880	20,3
4	09-Mei-2010	25,05	2,27	7,00	17850	9030	33,59
5	10-Mei-2010	25	3,23	7,17	23870	-6020	-
6	11-Mei-2010	25	3,40	6,92	21720	2150	9,07
7	12-Mei-2010	24	3,05	7,10	20100	1620	7,46
8	13-Mei-2010	24,9	3,30	6,80	17950	2150	10,69
9	14-Mei-2010	25	3,25	7,11	19140	-1190	-
10	15-Mei-2010	25	3,80	7,05	21290	-2150	-
11	16-Mei-2010	25	4,10	7,15	18710	2580	12,11
12	17-Mei-2010	25,01	3,40	7,40	20430	-1720	-
13	18-Mei-2010	25,07	3,18	7,49	18280	2150	10,52
14	19-Mei-2010	25	4,30	7,12	16560	1720	9,4
15	20-Mei-2010	25	4,67	7,20	16130	430	2,59
16	21-Mei-2010	25,01	3,44	7,30	15270	860	5,33
17	22-Mei-2010	25	3,21	7,29	13910	1360	8,91

**Data Analisis BOD**

Analisis	Waktu (menit)	BOD (mg/l)			Rata-Rata (mg/l)
		1	2	3	
<b>Awal</b>		2193,55	2129,03	2032,26	2080,84
Mikroorganisme dari Lumpur tahu dan RPH	15	1225,81	1258,06	1225,81	1225,81
	30	1161,29	1129,03	1161,29	1161,29
	45	967,74	967,74	935,48	967,74
	60	580,65	645,16	580,65	580,65
Mikroorganisme dari Limbah cair tahu (kontrol)	15	1354,84	1322,58	1387,10	1338,71
	30	1258,06	1290,32	1290,32	1290,32
	45	1032,26	1000,00	1000,00	1000
	60	774,19	741,94	774,19	774,19

**Data Analisis TSS**

Analisis	Waktu (menit)	TSS (mg/l)			Rata-rata TSS (mg/l)
		1	2	3	
<b>Analisis Awal</b>		1200	1100	1100	1100
Mikroorganisme dari Lumpur tahu dan RPH	15	600	500	600	600
	30	400	500	500	500
	45	300	400	400	400
	60	200	300	300	300

LABORATORIUM TEKNIK LINGKUNGAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

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

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

Malang 65145

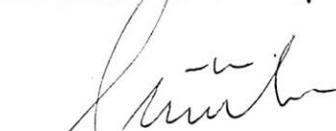


Mikroorganisme dari Limbah cair tahu (kontrol)	15	800	800	700	800
	30	600	700	600	600
	45	500	500	500	500
	60	300	400	400	400

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

Asisten Laboratorium Pendamping

Mahasiswa

  
Yohanes Paulus Sesu Renggo  
NIM :0526004

  
Rusadi A. Din  
NIM :0526009

Malang, 29 Juli 2010  
Kepala Laboratorium Teknik Lingkungan

  
Hardianto, ST, MT  
NIP : 1030000350

**Lampiran C**  
**Metode analisis sampel**

## **A. Analisis Mixed Liqor Suspended Solid (MLSS)**

### **1. Metode**

Metode gravimetri

### **2. Peralatan**

- a. cawan porselin
- b. oven untuk pemanasan 105<sup>0</sup> C
- c. Timbangan analitis
- d. Filter kertas
- e. Gelas ukur
- f. Penjepit

### **3. Cara Kerja**

- a. Masukkan kertas saring dalam oven selama 1 jam
- b. Kertas saring didinginkan dalam desikator selama 15 menit
- c. Timbang kertas saring (a) dengan timbangan analitis
- d. Saring sampel 25 ml (c) dengan kertas saring
- e. Kertas saring diambil dari alat penyaring dengan hati – hati dan masukan dalam oven untuk pemanasan pada suhu 105<sup>0</sup>C. Selama 1 jam. Dinginkan dalam desikator selama 15 menit dan kemudian timbang dengan cepat (b)

### **4. PERHITUNGAN**

$$\text{MLSS (mg/l)} = \frac{(a - b) \times 1000}{c}$$

Dimana :

a = berat filter dan residu sesudah pemanasan 105<sup>0</sup>C (mg)

b = berat filter kering (sesudah pemanasan) (mg/l)

c = ml sampel

## **B. Analisis Biological Oxygen Demand (BOD)**

### **1. Metode**

Metode titrimetry

### **2. Peralatan dan Perekasi**

#### **I. Peralatan**

- a. Buret
- b. Statif
- c. Gelas ukur
- d. Neraca analitis
- e. Erlenmeyer
- f. Pipet
- g. Beker glass
- h. Inkubator
- i. Botol winkler

#### **II. Perekasi**

1. Larutan  $\text{MnSO}_4$  (mangan sulfat)
  - Larutkan 5,54 gr  $\text{MnSO}_4$  dalam 15 ml aquadest
2. Larutan Alkali-Iodida-Azida
  - 10 gr  $\text{NaOH}$  dilarutkan dalam 2 ml aquadest
  - Tambahkan 0,2 gr  $\text{NaN}_3$  dalam 0,8 ml aquadest
  - Tambahkan 3 gr  $\text{KI}$  dalam 2 ml aquadest
  - Campurkan 3 bahan tersebut dan tambahkan aquadest hingga 20 ml
3. Indikator amylum 0,5%
  - 0,1 gr amylum dilarutkan dalam 20 ml aquadest. Didihkan dan dinginkan

4. Asam sulfat pekat 2 ml untuk tiap sampel
5. Larutan tio sulfat 0,1 N
  - Larutkan 3,273 gr  $\text{Na}_2\text{S}_2\cdot 5\text{H}_2\text{O}$  dalam 150 ml aquadest yang telah dididihkan dan dinginkan

### 3. Cara Kerja

#### A. $\text{DO}_0$

1. Isi botol winkler dengan air sampel sampai penuh
2. Tambahkan 2 ml larutan mangan sulfat ( $\text{MnSO}_4$ ) dengan pipet dibawah permukaan air
3. Tambahkan 2 ml larutan alkali-iodida-azida
4. Botol ditutup, dikocok dengan membolak balik beberapa kali
5. Biarkan 10 menit, Kemudian buang 100 ml larutan jernih dengan pipet
6. Tambahkan 2 ml asam sulfat pekat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), kocok lalu pindahkan ke erlenmeyer
7. Titrasi dengan tio sulfat hingga terjadi warna kuning muda
8. Tambahkan 2 ml indicator amilum sampai timbul warna biru
9. Titrasi dengan tio sulfat hingga warna biru hilang pertama kali

#### B. $\text{DO}_5$

1. Isi botol winkler dengan air sampel sampai penuh
2. Tambahkan 2 ml larutan mangan sulfat ( $\text{MnSO}_4$ ) dengan pipet dibawah permukaan air

3. Tambahkan 2 ml larutan alkali-iodida-azida
4. Botol ditutup, dikocok dengan membolak balik beberapa kali
5. Botol diinkubasi pada 25<sup>0</sup>C selama 5 hari
6. Kemudian buang 100 ml larutan jernih dengan pipet
7. Tambahkan 2 ml asam sulfat pekat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), kocok lalu pindahkan ke erlenmeyer
8. Titrasi dengan tio sulfat hingga terjadi warna kuning muda
9. Tambahkan 2 ml indicator amilum sampai timbul warna biru
10. Titrasi dengan tio sulfat hingga warna biru hilang pertama kali

#### 4. Perhitungan

$$DO \text{ (mg/l)} = \frac{axNx8000}{V - 4}$$

Dimana :

DO = Oksigen terlarut

A = volume titrasi natrium tio sulfat (ml)

N = Normalitas natrium tio sulfat

V = Volume botol winkler

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

Dimana :

DO<sub>0</sub> = Oksigen terlarut pada 0 hari

DO<sub>5</sub> = Oksigen terlarut pada 5 hari

### **C. Analisa Zat Padat Tersuspensi (TSS)**

#### **1. Metode**

Metode gravimetri

#### **2. Alat-alat**

- a. cawan porselin
- b. oven untuk pemanasan 105<sup>0</sup> C
- c. Timbangan analitis
- d. Filter kertas
- e. Gelas ukur
- f. Penjepit

#### **3. Cara Kerja**

- a. Kertas saring dibasahi dengan aquadest kemudian panaskan di dalam oven pada suhu 150<sup>0</sup>C selama 1 jam. Dinginkan dalam desikator selama 15 menit dan kemudian timbang dengan cepat (b). Pemanasan biasanya cukup 1 jam. Namun pemanasan perlu diulang sampai didapatkan berat yang konstan atau kehilangan berat sesudah pemanasan ulang kurang dari 0,5 mg.
- b. Sampel yang sudah dikocok merata, sebanyak 100 ml (c) dipindahkan dengan menggunakan pipet, ke dalam alat penyaringan atau cawan yang sudah ada filter kertas di dalamnya. Kemudian saring.
- c. Filter kertas diambil dari alat penyaring dengan hati – hati dan masukan dalam oven untuk pemanasan pada suhu 105<sup>0</sup>C. Selama 1 jam. Dinginkan dalam desikator dan kemudian timbang dengan cepat (a).

#### **4. Perhitungan**

$$\text{TSS (mg/l)} = \frac{(a - b) \times 1000}{c}$$

Dimana :

a = berat filter dan residu sesudah pemanasan 105<sup>0</sup>C (mg)

b = berat filter kering (sesudah pemanasan) (mg/l)

c = ml sampel

**Lampiran D**  
**Dokumentasi**

---



Gambar 4 Analisis TSS



Gambar 5 analisis BOD



Gambar 6 Operasional Alat

---



Gambar 1 Limbah cair Tahu



Gambar 2 Lumpur RPH dan Tahu



Gambar 3 Proses *Seeding*

---



Gambar 1 Limbah cair Tahu



Gambar 2 Lumpur RPH dan Tahu



Gambar 3 Proses Seeding



Gambar 3 Proses *Seeding*



Gambar 2 Proses pembebasan zat organik pada erlenmeyer



Gambar 3 Proses analisis zat organik

---

## **Lampiran D**

# **Metode Pemeriksaan Permanganat Value (PV)**

## Pemeriksaan Angka Permanganat Value (PV)

### 1. Metode

Titration permanganometri

### 2. Prinsip

Zat organik di oksidasi oleh  $\text{KMnO}_4$  berlebih dalam suasana asam dan panas kelebihan  $\text{KMnO}_4$ .

### 3. Pereaksi

- a. Larutan  $\text{KMnO}_4$  0,1 N  
3,16 gr  $\text{KMnO}_4$  di larutkan dalam air destilasi lalu di encerkan hingga volume tepat 1 liter.
- b. Larutan  $\text{KMnO}_4$  0,01 N  
100 ml larutan  $\text{KMnO}_4$  0,1 N di pipet kemudian di encerkan dengan air destilasi hingga volumenya tepat 1 liter.
- c. Larutan asam oksalat ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) 0,1 N  
6,3 gram asam oksalat di timbang dengan teliti kemudian dilarutkan dalam air destilasi masukan dalam labu ukur 1 liter.
- d. Larutan asam oksalat ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) 0,01 N  
100 ml larutan oksalat 0,01 N di pipet dan dimasukkan dalam labu ukur 1 liter.
- e. Larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  8 N bebas zat organik
- f. 222 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat tuangkan sedikit demi sedikit ke dalam labu ukur 1000 ml yang sebelumnya telah di isi air suling. Dinginkan dan encerkan sampai 1 liter dalam labu ukur tersebut pindahkan ke dalam gelas piala dan tetesi dengan larutan Larutan  $\text{KMnO}_4$  0,01 N sampai berwarna merah muda. Panaskan pada temperatur  $80^\circ\text{C}$  selama 10 menit, bila warna merah hilang selama pemanasan tambahkan kembali larutan  $\text{KMnO}_4$  sampai warna stabil.

#### 4. Cara Kerja

- Pembebasan labu elenmeyer dari zat organik
  - 100 ml air keran dimasukkan dalam labu elenmeyer dan tambahkan beberapa batu didih
  - Tambahkan 5 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  8 N dan tetes demi tetes larutan  $\text{KMnO}_4$  0,01 N sampai cairan berwarna merah muda.
  - Panaskan di atas hot plate dan biarkan mendidih selama 10 menit.
  - Jika selama mendidih warna merah hilang, tambahkan lagi larutan  $\text{KMnO}_4$  0,01 N sampai warnanya tidak hilang. Lalu buang cairan dalam elenmeyer (dinginkan).
- Pemeriksaan zat organik
  - 100 ml contoh air di masukan ke dalam labu elenmeyer bebas zat organik.
  - Tambahkan 5 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  8 N dan ttes demi tetes larutan  $\text{KMnO}_4$  0,01 N sampai cairan berwarna merah muda.
  - Panaskan di atas hot plate dan biarkan mendidih pada suhu  $70^\circ\text{C}$
  - Jika selama mendidih warna merah muda hilang, tambahkan lagi larutan  $\text{KMnO}_4$  0,01 N sampai warna stabil ( $\pm 5$  menit) (dinginkan)
  - Tambahkan 10 ml larutan baku  $\text{KMnO}_4$  0,01 N kemudian panaskan lagi hingga mendidih selama 10 menit, suhu  $100^\circ\text{C}$ .
  - Setelah itu tambahkan 10 ml larutan baku asam oksalat 0,01 N (temperatur  $80^\circ\text{C}$  -  $70^\circ\text{C}$ ) selanjutnya titrasi dengan larutan baku  $\text{KMnO}_4$  0,01 N sampai menunjukkan warna mera muda.
  - Catat volume  $\text{KMnO}_4$  0,01 N yang di butuhkan (10 ml + ml titrasi), apabila pemakaian larutan baku  $\text{KMnO}_4$  lebih dari 7 ml (titrasi), ulangi analisa dengan cara pengenceran larutan uji.
  - Untuk analisa secara duplo, apabila terdapat perbedaan pemakaian larutan baku  $\text{KMnO}_4$  lebih dari 0,1 ml apabila kurang atau sama dengan 0,1 ml rata-ratakan hasilnya.

#### 5. Standarisasi $\text{KMnO}_4$

- Ukur 100 ml air suling secara duplo dan masukan dalam labu elenmeyer 250 ml, panaskan samapai suhu  $\pm 70^\circ\text{C}$  (dinginkan)
- Tambahkan 5 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  8 N bebas zat organik
- Tambahkan 10 ml larutan baku asam oksalat 0,01 N

- Titrasi dengan larutan baku  $\text{KMnO}_4$  sampai menunjukkan warna merah muda.
- Catat volume  $\text{KMnO}_4$  yang dibutuhkan untuk titrasi, apabila perbedaan pemakaian larutan baku atau = 0,1 ml maka hasilnya di rata-rata (nilai yang didapat pada standarisasi  $\text{KMnO}_4$  digunakan untuk perhitungan normalitas larutan baku  $\text{KMnO}_4$ ).

## 6. Perhitungan

Perhitungan nilai permanganat dengan rumus :

$$\text{Mg/l KMnO}_4 = (10 + A)B - (0,1) \times 316 \times P$$

A = larutan baku  $\text{KMnO}_4$  di gunakan dalam titrasi (total)

B = normalitas larutan baku  $\text{KMnO}_4$

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$$

Dengan penjelasan :

$V_1$  = ml larutan baku oksalat

$V_2$  = ml larutan baku  $\text{KMnO}_4$  yang di gunakan untuk titrasi.

$N_1$  = Normalitas larutan baku asam oksalat asam oksalat

$N_2$  = normalitas larutan baku  $\text{KMnO}_4$  yang di cari

P = faktor pengenceran larutan uji.

## LEMBAR PERSEMBAHAN



**Shady**

### MOTTO:

**“MAN JADDA WAJADA”**

(Siapa yang bersungguh-sungguh maka ia akan sukses).

### Tenks to Allah :

Terima kasih ya Allah atas semua Nikmat & KaruniaMu hingga hamba dapat menyelesaikan study ini, semoga ilmu yang hamba dapatkan mendapat keberkahan dariMU dan bermanfaat bagi Agama & Negri ini, amin ya rabbal alamin.

### Tenks to my Deddy & Mom:

Terima kasih kepada papa Abdullah Din (Alm) dan Mama Hairia Hasan, papa syukur alhamdulillah akhirnya shady dapat menyelesaikan study jg di ITN seperti apa yang papa cita-citakan. Semoga papa slalu tenang di sisi allah. Mama makasih atas doa & semuanya yang mama korbakan hingga shady dapat menyelesaikan study, maaf Ma karna shady tidak selesai tepat waktu tapi shady sudah berusaha maksimal...

### Teks to my brodher:

Spesial tuk ka" Aluk & ka" Dilla maksih atas semuanya bantuannya baik doa maupun bantuan berupa materi, ka" Aluk wah...ntar lagi ada yg mau merried nih smoga Allah berikan yang terbaik unk ka2. unk Ka" Dilla & KO makasih atas smuahnya.....

### Tenks to my friends:

#### Friends "Armada Masa Depan"

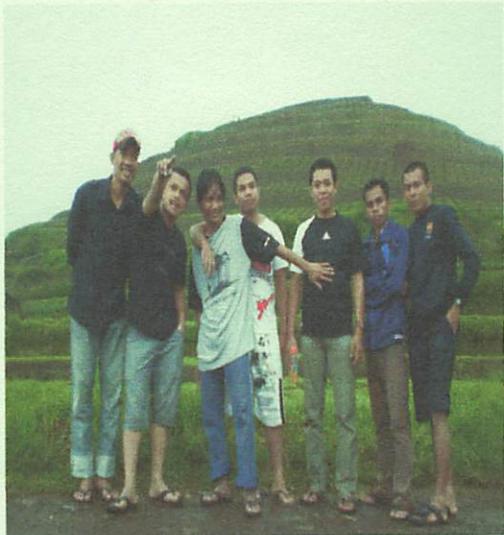
**Ardy ST.** (Nak Dinoyo) hehee.....makasih atas smuah bantuannya, moga kelak jd org penting di Prov Malut, amin..,

**Uky S.Ip** (Juara bertahan di Malang) hehee....mau jd dosen atau MenLu semoga di kasih yg terbaik oleh allah, amin....

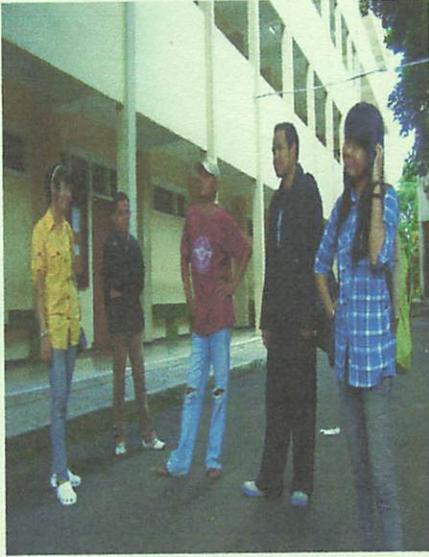
**Udin Spd, yatno S.sos & Anca S.Sos**, makasih atas smuah bantuannya smoga kelak kita jd org sukses, amin.....

**Bung Ai** (Kepala Sekolah) ttp smngat kulnya smoga kelak jd pakar Sejarah, amin.....

**Mas Ami** (Pak mantri) moga suatu saat jd kadis Kesehatan Hal-Sel, hehheee....amin...



**Tenks to my friends TL "05":**



Friend Paul (Nak Merjosari) hehee... akhirnya kt sma2 lu2s jg, mksh atas bantuannya slama di kampus, persahabatan kt kan menjadi kenangan terindah untku, smoga kelak kau jadi pakar lingkungan di NTT, amin.....

Friend Angel (sang Jenius) akhrynya shady & Paul nyusul km jg, jgn lupa proyeknya di bagi2 tp klu ga ada proyek bagi uangnya jg bleh, heee.....

*Friend Gondes (Hidup Arema) heee,,, yg smangat kerja tugasnya biar cpat nyul kt2, amin..*

Friend Debby jgn lama2 di kaltim cpt balik biar skripsinya cpt selesai, ttap smngat ya....mf shady & paul duluan, smngattttttt.....

Friend lin, ttap smgat kerja PKN-nya moga2 thn dpn da LuLus, amin.....

**Tenks to my friends TL "04":**

**Ka dwi ST**, mksh krn da ajarin Minita 14, skg da lega ya... krn da LuLus, heeee... klu merid jgn Lupa undangannya...

**Ka Dewi**, mf mba sy duluan lu2s smoga Skripsi mba di mudahkn oleh Allah, amin..

**Ka Oky & Ka Mawar** (masyarakat Seeding) hehee,,, gimana mikroorganismenya moga seedingnya lancar biar skripsinya cpt selesai, aminnn.....

**Ka Dady & Ka Ricard** ( Pakar perencanaan) smoga data2nya cpat terkumpul biar Maret nyusul, aminn....



Terima kasih jg kpda HMI Com Jabal Tareeq, HMTL ITN & IPMA – MuM  
Banyak hal yg shady dapatkan setelah bergabung dgn organisasi ini, semoga  
ttap jaya,,,,,,,,,,,,,

Terima kasih jg kepada semua ka2nda, sahabat & adik2 yg tak dpt shady sebutkan satu per satu, bertemu dgn kalian semua adalah SEJARAH yang takkan terlupakan smoga kelak klu kt di takdirkan tuk bertemu smuahnya sd  
SUKSES, AMINNNNN....