

SKRIPSI

PENGOLAHAN LIMBAH RUMAH POTONG HEWAN (RPH) DENGAN MENGGUNAKAN *ACTIVATED SLUDGE* (AS) TIPE *STEP AERATION*

Oleh :

RIYAN APRILIANDI

04.26.021



**MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2009**

SKRIPSI

PERBUKUAN LINDAI NUSANTARA (PILN)
DENGAN MEMBUKUKAN ACQUIRED SOURCE (AS)
TYPE STEP-BY-STEP

011
NIVAN APRILANDI
04.28.021

MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

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

2008

ABSTRAKSI

Limbah cair rumah potong hewan (RPH) berasal dari kandang penampung sementara, ruang potong serta pembersihan rumen dan usus. Limbah cair tersebut dapat dikatakan memiliki kandungan nutrisi yang cukup tinggi sehingga berpotensi mengakibatkan timbulnya bau yang tidak sedap dan menjadi sumber pencemar terhadap lingkungan. Limbah dengan kadar organik yang tinggi dapat terurai secara biologi, sehingga untuk menurunkan zat pencemar dalam limbah cair rumah potong hewan (RPH) dapat menggunakan prinsip pengolahan secara biologis. Salah satu pengolahan biologis yang efisien dan ekonomis adalah proses Lumpur aktif (*activated sludge*). Dalam penelitian ini limbah cair rumah potong hewan (RPH) akan diolah dengan proses *activated sludge* tipe *step aeration*. *Activated sludge* tipe *step aeration* merupakan tipe *plug flow* konvensional yaitu rasio F/M menurun menuju ke outlet, dimana inlet air buangan yang masuk melalui 3 - 4 titik di tangki aerasi dengan maksud untuk menyetarakan F/M rasio dan mengurangi tingginya kebutuhan oksigen di titik yang paling awal. Penelitian bertujuan untuk mengetahui kemampuan proses *activated sludge* tipe *step aeration* dan mengetahui pengaruh banyaknya lubang aerasi terhadap kualitas hasil efluen dari limbah cair tersebut.

Penelitian ini dilakukan dengan variasi waktu pengambilan sampel setiap 15 menit selama 1 jam dan variasi banyaknya lubang aerasi yaitu berjumlah 1 buah dan 3 buah. Pelaksanaan penelitian dimulai dengan tahap *seeding* dan *aklimatisasi*, selanjutnya dilakukan operasional alat *activated sludge* tipe *step aeration*. Metode analisis yang digunakan untuk mengetahui nilai konsentrasi TSS dan BOD berturut-turut adalah gravimetri dan titrimetri.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi BOD terendah terjadi pada variasi dengan 3 buah lubang aerasi, pada waktu pengambilan sampel 60 menit sebesar 306,30 mg/l. Konsentrasi TSS terendah terjadi pada variasi dengan 3 buah lubang aerasi, pada waktu pengambilan sampel 60 menit sebesar 66,67 mg/l. Banyaknya lubang aerasi berpengaruh pada besarnya efisiensi penurunan BOD dan TSS, semakin banyak lubang aerasi konsentrasi BOD dan TSS akan semakin kecil. Begitu juga dengan waktu pengambilan sampel berpengaruh pada besarnya efisiensi penurunan BOD dan TSS, semakin lama waktu pengambilan sampel konsentrasi BOD dan TSS akan semakin kecil.

Kata kunci : Limbah Rumah Potong Hewan, *Activated Sludge* dan *Step Aeration*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadiran ALLOH S.W.T, atas berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Pengolahan Limbah Rumah Potong Hewan (RPH) Dengan Menggunakan *Activated Sludge* (AS) Tipe *Step Aeration*”** tepat 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 yang terhormat :

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. Ibu Evy Hendriarianti, ST, MMT selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
3. Bapak Hardianto, ST. MT selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, M.Si selaku dosen pembahas yang telah memberikan masukan, kritikan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
5. Dosen pengajar dan staf Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang
6. Temen-temen Teknik Lingkungan khususnya Angkatan '04 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 skripsi yang saya susun.

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

Malang, Oktober 09

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN

ABSTRAKSI	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah cair rumah potong hewan (RPH).....	4
2.2 Karakteristik air limbah	5
2.3 Baku mutu limbah cair rumah potong hewan (RPH).....	6
2.3.1 <i>Biological oxygen demand</i> (BOD).....	7
2.3.2 <i>Chemical oxygen demand</i> (COD)	7
2.3.3 <i>Total suspended solid</i> (TSS)	8
2.3.4 NH ₃ -N (amoniak total).....	9
2.3.5 Minyak dan lemak.....	9
2.4 Pengolahan air buangan secara biologi.....	10
2.5 Activated sludge (lumpur aktif)	12
2.5.1 Sistem pencampuran.....	12
2.5.2 Modifikasi proses lumpur aktif.....	13

2.6 Mikroorganisme	16
2.6.1 Metabolisme mikroorganisme.....	17
2.6.2 Pertumbuhan mikroorganisme	18
2.6.3 Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan Mikroba.....	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.....	25
2.7.4.1 Langkah-langkah dalam desain eksperimen ...	26
2.7.4.2 Analysis of Variance.....	26

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis penelitian.....	27
3.2 Lokasi penelitian.....	27
3.3 Peralatan dan bahan penelitian.....	27
3.3.1 Sampel limbah.....	27
3.3.2 Peralatan.....	27
3.4 Variabel penelitian	29
3.5 Tahapan penelitian	30
3.5.1 Seeding (pembenihan) dan aklimatisasi.....	30
3.5.2 Pengoperasian reaktor <i>activated sludge</i> (lumpur aktif)	31
3.6 Analisis parameter uji	31
3.6.1 Analisis TSS.....	31
3.6.2 Analisis BOD	31
3.7 Analisis data.....	32

3.8 Kerangka penelitian	33
-------------------------------	----

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4,1 Karakteristik limbah rumah potong hewan.....	35
4.2 Proses <i>seeding</i> dan aklimatisasi lumpur aktif.....	36
4.2.1 Proses <i>seeding</i> dan aklimatisasi lumpur aktif untuk satu buah lubang aerasi	36
4.2.2 Proses <i>seeding</i> dan aklimatisasi lumpur aktif untuk tiga buah lubang aerasi.....	38
4.3 Analisis deskriptif.....	40
4.3.1 Analisis deskriptif BOD.....	40
4.3.2 Analisis deskriptif TSS	43
4.4 Analisis korelasi.....	45
4.4.1 Analisis korelasi BOD	46
4.4.2 Analisis korelasi TSS.....	47
4.5 Analisis regresi.....	48
4.5.1 Analisis regresi BOD	49
4.5.2 Analisis regresi TSS.....	51
4.6 Analisis anova.....	54
4.6.1 Analisis anova BOD.....	55
4.6.2 Analisis anova TSS	57
4.7 Pembahasan.....	60
4.7.1 Pengaruh waktu pengambilan sampel dan perbandingan banyaknya lubang aerasi terhadap penyisihan konsentrasi BOD.....	60
4.7.2 Pengaruh waktu pengambilan sampel dan perbandingan banyaknya lubang aerasi terhadap penyisihan konsentrasi TSS	62

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan 65
5.2 Saran..... 66

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Limbah Cair Rumah Potong Hewan (RPH) Berdasarkan Kepgub Jawa Timur No. 45 Tahun 20002	6
Tabel 2.2 Parameter desain untuk <i>step aeration</i>	15
Tabel 4.1 Hasil Analisis Awal Limbah RPH	35
Tabel 4.2 Konsentrasi MLSS Selama Proses <i>Seeding</i> dan Aklimatisasi Untuk Satu Buah Lubang Aerasi	36
Tabel 4.3 Konsentrasi MLSS Selama Proses <i>Seeding</i> dan Aklimatisasi Untuk Tiga Buah Lubang Aerasi	39
Tabel 4.4. Data Konsentrasi Akhir BOD	41
Tabel 4.5 Data Persentase Penyisihan Akhir BOD.....	42
Tabel 4.6. Data Konsentrasi Akhir TSS.....	43
Tabel 4.7 Data Persentase Penyisihan Akhir TSS	44
Tabel 4.8. Analisis Korelasi Antara % Penyisihan BOD Dengan Waktu Pengambilan Sampel (menit) dan Banyaknya Lubang Aerasi.....	46
Tabel 4.9. Analisis Korelasi Antara % Penyisihan TSS Dengan Waktu Pengambilan Sampel (menit) dan Banyaknya Lubang Aerasi.....	47
Tabel 4.10. Analisis Regresi Antara % Penyisihan BOD Dengan Waktu Pengambilan Sampel (menit) dan Banyaknya Lubang Aerasi.....	49
Tabel 4.11. Analisis Regresi Antara % Penyisihan TSS Dengan Waktu Pengambilan Sampel (menit) dan Banyaknya Lubang Aerasi.....	51

Tabel 4.12. Uji Anova % Penyisihan BOD Terhadap Waktu Pengambilan Sampel	55
Tabel 4.13. Uji Anova persen penyisihan BOD Terhadap Banyaknya Lubang Aerasi	56
Tabel 4.14. Uji Anova persen penyisihan TSS Terhadap Waktu Pengambilan Sampel	57
Tabel 4.15. Uji Anova persen penyisihan TSS Terhadap Banyaknya Lubang Aerasi	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Zat Padat.....	9
Gambar 3.1 Rancangan Alat	28
Gambar 4.1 Konsentrasi MLSS selama Proses Seeding dan Aklimatisasi...	38
Gambar 4.2 Konsentrasi MLSS selama Proses Seeding dan Aklimatisasi...	40
Gambar 4.3. Grafik Hubungan Waktu Pengambilan Sampel Terhadap % Penyisihan BOD.....	42
Gambar 4.4. Grafik Hubungan Waktu Pengambilan Sampel Terhadap % Penyisihan TSS	45

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya sektor rumah produksi maka meningkat pula limbah atau sisa dari hasil produksi. Limbah tersebut dapat berupa limbah cair, padat maupun gas. Dalam suatu rumah produksi ketiga jenis limbah ini dapat dihasilkan dalam waktu yang bersamaan, namun ada juga yang hanya menghasilkan satu atau dua jenis limbah. Hal ini tergantung dari proses yang terjadi pada rumah produksi.

Pada rumah potong hewan (RPH), bagian ternak yang dimanfaatkan mulai dari tulang, daging, dan kulit. Sehingga hampir tidak ada limbah yang dikeluarkan dari tubuh ternak selain kotoran. Walaupun demikian terdapat sisa-sisa daging, lemak, dan darah yang ikut terbuang bersama limbah cair. Limbah cair berasal dari kandang penampung sementara, ruang potong serta pembersihan rumen dan usus. Limbah cair tersebut dapat dikatakan memiliki kandungan nutrisi yang cukup tinggi sehingga berpotensi mengakibatkan timbulnya bau yang tidak sedap dan menjadi sumber pencemar terhadap lingkungan. Limbah dengan kadar organik yang tinggi dapat terurai secara biologi, sehingga untuk menurunkan zat pencemar dalam limbah cair RPH dapat menggunakan prinsip pengolahan secara biologis (Slamet dan Masduqi, 2000).

Sebelum limbah tersebut dibuang ke lingkungan seharusnya limbah tersebut diolah terlebih dahulu. Salah satu pengolahan yang efisien dan ekonomis adalah proses Lumpur aktif (*activated sludge*). Pengolahan Lumpur aktif adalah sistem pengolahan dengan menggunakan bakteri aerobik yang dibiarkan dalam tangki aerasi yang bertujuan untuk menurunkan organik karbon atau organik nitrogen. Dalam hal menurunkan organik karbon, bakteri yang berperan adalah heterotrophik. Sumber energi berasal dari oksidasi senyawa organik dan sumber

karbon adalah organik karbon. BOD atau COD dipakai sebagai ukuran atau satuan yang menyatakan konsentrasi organik karbon (Marsono).

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 di dalam air limbah (sebagai sumber makanan, substrat), menjadi sel-sel mikroorganisme dan produk oksidasi lain: Karbon dioksida (CO_2), Air (H_2O), Nitrat (NO_3^-) (Slamet dan Masduqi, 2000).

Activated sludge tipe step aeration merupakan tipe *plug flow* konvensional yaitu rasio F/M menurun menuju ke outlet, dimana inlet air buangan yang masuk melalui 3 - 4 titik di tanki aerasi dengan maksud untuk menyetarakan F/M rasio dan mengurangi tingginya kebutuhan oksigen di titik yang paling awal. Keuntungannya adalah mempunyai *volumetric loading* yang tinggi dan HRT yang lebih pendek.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Patriany, 2005 "Pengaruh Hidraulic Retention Time (HRT) dan Konsentraasi Biomassa (MLSS) Terhadap Kinerja Activated Sludge dengan Membran Eksternal (Study Kasus : Greywater)", dan Wardhani, 2005 "Pengolahan Limbah Pencucian Ikan Menggunakan Bioreaktor (Lumpur Aktif) dengan Membran Eksternal", dimana kedua hasil penelitian tersebut dapat memenuhi baku mutu sesuai SK Gubernur Jawa Timur No 45 tahun 2002.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana kemampuan proses *activated sludge tipe step aeration* untuk mengolah limbah rumah potong hewan (RPH).
2. Bagaimanakah pengaruh banyaknya lubang aerasi terhadap kualitas hasil dari sistem pengolahan limbah dengan *activated sludge tipe step aeration*.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui kemampuan proses *activated sludge* tipe *step aeration* untuk mengolah limbah rumah potong hewan (RPH) sampai standar baku mutu yang ditetapkan.
2. Mengetahui pengaruh banyaknya lubang aerasi terhadap kualitas hasil efluen

1.4 Ruang Lingkup

1. Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium
2. Sampel limbah yang digunakan adalah limbah rumah potong hewan (RPH) di PD RPH kota Malang
3. Proses yang digunakan adalah proses *batch* untuk *seeding* dan *aklimatisasi* dan serta proses kontinyu untuk proses pengolahan dengan lumpur aktif.
4. Parameter yang diukur adalah TSS, dan BOD.
5. Reaktor dilengkapi dengan aerator untuk mensuplai udara kedalam tangki aerasi
6. Penelitian ini fokus terhadap proses operasional *activated sludge*.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Cair Rumah Potong Hewan (RPH)

Rumah potong hewan (RPH) merupakan suatu tempat dimana dilakukan aktifitas pemotongan hewan untuk mensuplai kebutuhan daging bagi masyarakat luas. Proses pemotongan hewan di RPH cukup sederhana dan mudah. Sebelum dilakukan pemotongan, hewan-hewan yang akan dipotong ditampung dulu di kandang penampung. Penyembelihan dilakukan diruang yang berbeda yaitu diruang penyembelihan.

Selanjutnya hewan yang telah dipotong tersebut dikuliti dan isi perutnya dikeluarkan. Kulit hewan tersebut biasanya direndam dalam air panas kemudian dibersihkan untuk dijual ke pabrik kulit. Sedangkan isi perut yang dikeluarkan dari tubuh hewan yang dipotong hanya diambil sebagian yaitu bagian yang dapat dikonsumsi seperti hati, jantung, dan usus sedangkan sisanya dibuang. Selanjutnya dilakukan pemotongan kepala, kaki, serta bagian-bagian tubuh lainnya. Hasil pemotongan tersebut selanjutnya dicuci hingga bersih lalu digantung untuk menghilangkan air bekas pencucian yang masih tersisa (Nasution dalam Widyanto, 2005). Bila seluruh proses pemotongan hewan telah selesai maka lantai ruang penyembelihan tersebut akan dibersihkan sehingga air sisa pembersihan masuk keseluruh pembuangan.

Aktifitar RPH terpusat pada ruang penyembelihan, oleh karena itu sebagian besar buangan RPH berasal dari tempat ini. Di dalam ruang penyembelihan dilakukan berbagai aktifitas seperti penyembelihan, pembersihan, dan pemotongan daging hewan. Proses-proses inilah yang menghasilkan banyak buangan. Buangan yang dihasilkan oleh ruang penyembelihan adalah air bilasan dari proses pencucian daging hewan maupun dari pembersihan lantai.

Limbah cair rumah potong hewan terdiri dari bekas pencucian yang tercampur feces, darah, urine, dan lemak hewan sehingga limbah cair RPH mengandung protein, lemak dan karbohidrat dengan materi organik terlarut dan tersuspensi relatif tinggi.

Air buangan RPH sebagian besar terdiri dari zat organik seperti darah, tinja, bulu, lemak, daging dan serbuk tulang. Bahan-bahan ini berada dalam keadaan terlarut maupun tersuspensi. Materi-materi organik ini bersifat cepat membusuk dan menimbulkan bau. Oleh karena sifat zat organik yang ada di dalam air buangan RPH ini mudah membusuk maka apabila air buangan ini langsung dibuang ke badan air akan menimbulkan proses deoksigenasi atau pengurangan kadar oksigen di dalam badan air.

2.2 Karakteristik Air Limbah

Secara umum karakteristik air limbah dapat ditinjau dari segi fisika, kimia dan biologi (Wardiman, 1997), yaitu sebagai berikut :

- Sifat Fisik
 - Bahan padat : terapung, tersuspensi, terlarut dan mengendap. Yang mengendap terdiri dari pasir dan lumpur kasar, lumpur halus dan lumpur koloid.
 - Warna :
 - * coklat muda, berumur 6 jam.
 - * abu-abu tua, merupakan air limbah yang sedang mengalami pembusukan.
 - * hitam, air limbah sudah membusuk oleh bakteri anaerob.
 - Bau : terasa bau busuk pada saat air limbah terurai pada kondisi anaerob.
 - Suhu : suhu air limbah biasanya lebih tinggi dari suhu air bersih.
- Sifat Kimia
 - Organik : minyak, lemak, protein dan karbohidrat.

- Anorganik : sulfat, klorida, nitrogen, fosfor, belerang dan logam berat (Fe, Al, Mn, Mg, Pb)
- Gas-gas : hidrogen sulfida, CO₂ (karbondioksida), O₂ (oksigen) dan metan.
- Sifat Biologis

Kelompok mikroorganisme terpenting dalam air limbah ada tiga macam, yaitu kelompok protista, kelompok tumbuh-tumbuhan dan kelompok hewan. Kelompok protista terdiri dari bakteri (mikroorganisme), sedangkan kelompok tumbuh-tumbuhan meliputi paku-pakuan dan lumut. Kelompok hewan termasuk hewan bertulang belakang dan kerang-kerangan.

Bakteri berperan penting dalam air limbah, terutama pada proses biologi. Alga sebagai penghasil oksigen pada proses fotosintesis juga dapat mengurangi nitrogen yang terdapat dalam air limbah. Namun alga juga dapat menimbulkan gangguan pada permukaan air karena dapat tumbuh dengan cepat dan menutupi permukaan air sehingga sinar matahari tidak dapat menembus permukaan air.

2.3 Baku Mutu Limbah Cair Rumah Potong Hewan (RPH)

Berdasarkan Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45 Tahun 2002 tentang baku mutu limbah cair rumah potong hewan dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Baku Mutu Limbah Cair Rumah Potong Hewan (RPH)

Berdasarkan Kepgub Jawa Timur No. 45 Tahun 2002

BAKU MUTU LIMBAH CAIR UNTUK RUMAH POTONNG HEWAN	
Volume Limbah Cair Maximum per satuan Bahan Baku 3,5 m ³ / ton berat hidup	
Parameter	Kadar Maximum (mg/l)
BOD ₅	100
COD	250

TSS	100
NH ₃ -N (amonia total)	25
Minyak dan Lemak	25
pH	6-9

2.3.1 *Biological Oxigen Demand (BOD)*

Biological Oxigen 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).

2.3.2 *Chemical Oxygen Demand (COD)*

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

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

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

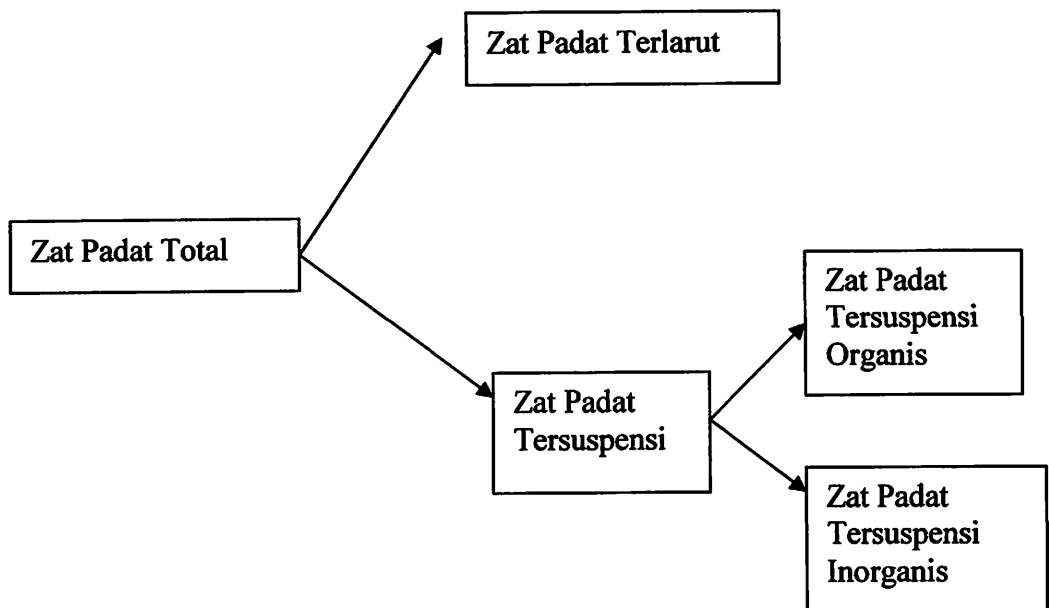
- Untuk menganalisa COD antara 50 sampai 800 mg/l, tidak dibutuhkan pengenceran sampel sedang pada umumnya analisis BOD selalu membutuhkan pengenceran.
- Ketelitian dan ketepatan (reproducibility) tes COD adalah 2 sampai 3 kali lebih tinggi dari tes BOD
- Gangguan dari zat yang bersifat racun terhadap 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.

2.3.3 Total Suspended Solid (TSS)

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

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



Gambar 2.1 Skema Zat Padat (Sumber : Alaerts dan Santika, 1987)

2.3.4 NH₃-N (amoniak total)

Amoniak merupakan senyawa nitrogen yang menjadi NH₄⁺ pada pH rendah dan disebut ammonium; amoniak sendiri berada dalam keadaan tereduksi (-3). Amoniak dalam air permukaan berasal dari air seni dan tinja, juga dari oksidasi zat organik (H_aO_bC_cN_d) secara mikrobiologis, yang berasal dari air alam atau air buangan industri dan penduduk (Alaerts dan Santika, 1987).

2.3.5 Minyak dan Lemak

Minyak lemak didalam air buangan menjadi perhatian yang khusus karena kelarutannya yang sulit dalam air dan terpisah dari air. Meskipun karakteristik ini merupakan keuntungan dalam memfasilitasi pemisahan minyak lemak dengan menggunakan peralatan pemisahan, tetapi juga mempersulit transportasi buangan melalui pipa.

Minyak yang dikeluarkan ke lingkungan biasanya mempunyai efek yang berbahaya, dan memiliki bau yang tidak sedap, dan dapat menimbulkan pembakaran dipermukaan badan air penerima, selain itu oksigen terlarut akan semakin berkurang dengan keberadaan minyak dan lemak yang terkandung dalam badan air (Abid, 2003 dalam Meichia, 2008).

2.4. 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 sistesa 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 rancang bangun *biorektor*, untuk mendapatkan lingkungan yang optimum bagi tumbuh kembangnya mikroba dimana di dalamnya dapat dikembangkan suatu biomassa 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 ditrasportasikan ke dalam sel (Slamet dan Masduqi, 2000).

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 pencampuran yang terjadi didalamnya. Pencampuran yang baik akan menjamin selalu terjadinya distribusi mikroba keseluruhan bioreaktor dan selalu terjadi kontak intim antara mikroba dengan substrat dalam air limbah.

Tipe pola pencampuran 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 biomasa dan substrat selalu terjaga.

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) 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 m³ 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 O₂ – kebutuhan untuk resirkulasi

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Parameter desain untuk *step aeration*

No	Parameter	Nilai
1.	Umur Lumpur (θ_c)	4-15
2.	F/M rasio	0,2-0,4
3.	Volumetric loading	0,6-1
4.	HRT (jam)	3-5
5.	MLSS (mg/l)	2000-3500
6.	Efisiensi % BOD	85-95
7.	Kebutuhan oksigen (m^3/kg BOD)	45-90

Sumber : Metcalf & Eddy dalam Marsono, 1997

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 :

- *Contact tank* yang berfungsi untuk mengabsorb bahan organik untuk proses lumpur aktif
- *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 rasion 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 yang 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 yang sangat penting adalah *Achromobacter*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Citromonas*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, dan *Zoogloea* (Metcalf dan Eddy, 2003 dalam Patriany, 2005).

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 berkomosintesa (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 nutrien dalam jumlah yang cukup, maka mikroorganisme itu akan mengekstrak nutrien dari media dan mengubahnya menjadi materi biologis. Sebagian dari nutrien akan digunakan untuk produksi energi sedangkan sebagian lagi akan dipakai untuk biosintesis dan untuk membentuk produk yang lain. Penggunaan nutrien oleh mikroorganisme ini akan mengakibatkan peningkatan massa mikroorganisme yang dapat di gambarkan 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, 2005).

Pola pertumbuhan mikroorganisme berdasarkan jumlahnya dapat dibagi menjadi tujuh fase (Shuler dan Kargi, 1992 dalam Widyanto, 2005) yaitu :

1. Fase adaptasi (*log phase*)

Fase adaptasi terjadi segera setelah inokulasi dilakukan. Fase ini mewakili waktu yang dibutuhkan oleh sel mikroorganisme untuk beradaptasi dan mengaklimatisasi lingkungan yang baru. Mikroorganisme akan mengorganisasi kembali materi molekular yang mereka miliki ketika mikroorganisme tersebut dipindahkan ke media yang baru. Selama fase adaptasi, massa sel hanya sedikit meningkat tapi densitas jumlah sel tidak meningkat. Fase adaptasi, dapat berlangsung dalam waktu yang lama, bila konsentrasi nutrien dan faktor penunjang pertumbuhan (*growth factors*) tidak mencukupi.

2. Fase logaritmit

Pada fase logaritmik, sel telah beradaptasi dengan lingkungan barunya. Setelah periode adaptasi, sel akan berkembang biak dengan cepat. Massa sel dan jumlah sel akan meningkat secara eksponensial dengan waktu. Karena konsentrasi nutrisi pada fase ini sangat besar maka laju pertumbuhan tidak tergantung pada konsentrasi nutrisi.

3. Fase penurunan pertumbuhan (*declining growth*)

Pada fase penurunan pertumbuhan, pertumbuhan sel akan melambat karena berkurangnya satu atau lebih nutrisi penting atau karena adanya akumulasi materi toksik yang merupakan hasil sampingan dari proses pertumbuhan. Untuk mengatasi keterbatasan nutrisi atau akumulasi buangan ini maka akan terjadi restrukturisasi sel agar sel tersebut dapat bertahan dalam kondisi lingkungan yang serba terbatas.

4. Fase stasioner (*stationary phase*)

Fase stasioner akan dimulai pada akhir fase penurunan pertumbuhan yaitu ketika laju pertumbuhan sel netto adalah nol atau ketika laju pertumbuhan sel sama dengan laju kematian sel. Pada fase ini, populasi mikroorganisme tidak mengalami perubahan. Meskipun laju pertumbuhan sel netto adalah nol selama fase stasioner, sel tetap aktif melakukan metabolisme non pertumbuhan. Selama fase stasioner, satu atau lebih fenomena di bawah ini dapat terjadi yaitu :

- a. konsentrasi total massa sel tetap konstan, tapi jumlah sel yang dapat bertahan hidup menurun.
- b. Sel mengalami lisis dan massa sel yang dapat bertahan hidup menurun
- c. Sel tidak mengalami pertumbuhan tapi dapat melakukan metabolisme untuk memproduksi metabolisme sekunder.

5. Fase *increasing death*

Fase ini ditandai oleh adanya penurunan populasi mikroorganisme yang cukup banyak

6. Fase *log death*

Selama fase ini, laju kematian mikroorganisme melebihi laju produksi sel mikroorganisme yang baru. Laju kematian biasanya merupakan fungsi dari populasi mikroorganisme yang bisa bertahan hidup dan karakteristik lingkungan dimana mikroorganisme tersebut hidup.

7. Fase *death* (fase kematian)

Fase ini berarti kematian telah terjadi diseluruh kultur dan siklus pertumbuhan telah lengkap.

2.6.3 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroba

- 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.

- Kebutuhan Nutrisi

Semua proses biologis yang digunakan untuk pengolahan air limbah selalu berbasis pada kebutuhan nutrisi mikroorganisme. Bagi organisme kebutuhan nutrisi 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

- 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).

- 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).

- 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.
- 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.

2.7 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. sebaiknya, suatu hubungan antara 2 variabel dikatakan lemah apabila semakin mendekati 0 (nol).

Hipotesis

Hipotesis untuk uji korelasi adalah :

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : \rho \neq 0$$

Dimana ρ adalah korelasi antara 2 variabel.

Daerah penolakan

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

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

1. koefisien korelasi hanya mengukur hubungan linier. Jika ada hubungan non linear, maka koefisien korelasi akan bernilai 0.
2. koefisien korelasi sangat sensitif terhadap nilai ekstrem.

3. kita bisa membuat korelasi hanya jika variabel memiliki hubungan sebab akibat.

2.7.3 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 memperkirakan pengaruh suatu variabel atau beberapa variabel prediktor terhadap variabel respon.

Model regresi memiliki variabel respon (y) dan variabel prediktor (x). Variabel respon adalah variabel yang dipengaruhi suatu variabel prediktor. Variabel respon sering dikenal variabel 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 :

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

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. Mengenal 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 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental dengan skala laboratorium.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan ITN Malang.

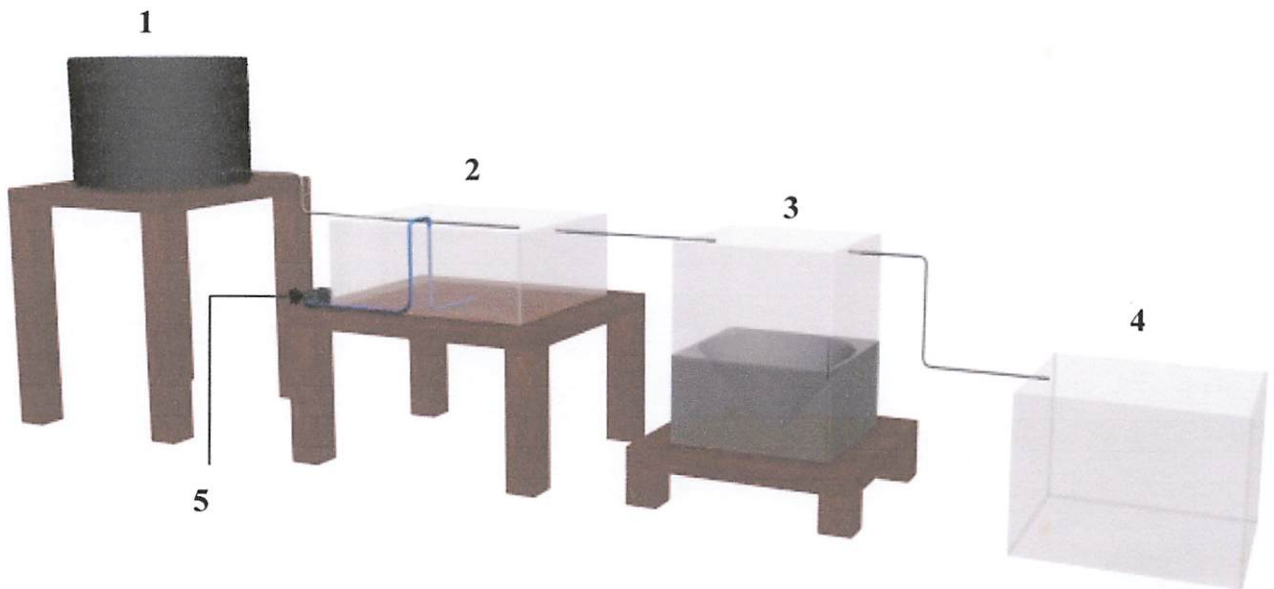
3.3 Peralatan dan Bahan Penelitian

3.3.1 Sampel Limbah

Sampel limbah yang digunakan adalah limbah PD RPH kota Malang

3.3.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan terdiri dari peralatan untuk *seeding* dan aklimatisasi, proses *activated sludge* tipe *step aeration*. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Rancangan Alat

Keterangan :

1. Bak penampung limbah
2. Bak aerasi
3. Bak sedimentasi
4. bak permeal
5. aerator

1) Peralatan *Seeding* dan Aklimatisasi

Terbuat dari kaca dimana bak ini dilengkapi dengan aerator yang berfungsi untuk mengaduk dan mensuplai udara kedalam bak.

2) Peralatan *Activated Sludge* (Lumpur Aktif)

a. Tangki Aerasi

Terbuat dari kaca dengan dimensi sebagai berikut :

- Panjang : 70 cm
- Lebar : 45 cm
- Tinggi : 30 cm

Dimensi ini berdasarkan hasil perhitungan pada lampiran A1. Bak ini dilengkapi dengan aerator yang berfungsi untuk mengaduk dan mensuplai udara kedalam bak.

b. Bak Sedimentasi

Terbuat dari kaca dengan bentuk konstruksi *Plate and Tube settler* dimana efisiensi pemisahan lumpur berkaitan langsung dengan kecepatan pengendapannya, dan tidak ada hubungannya dengan kedalaman tangki.

c. Aerator

Aerator ini untuk mengalirkan udara ke dalam reaktor.

d. Bak permeat

Terbuat dari kaca untuk menampung permeat yang dihasilkan.

3.4 Varibel Penelitian

a. Variabel Respon (Y)

- Konsentrasi TSS
- Konsentrasi BOD

b. Variabel Prediktor (X)

- Waktu detensi selama 3 jam dan sampel diambil tiap 15 menit selama 1 jam

Dalam lumpur aktif tipe step aeration waktu detensi selama 3-5 jam (Marsono, 1997).

- Aerasi dengan 3 buah lubang aerasi dan 1 buah lubang aerasi

Modifikasi pada lumpur aktif dapat dilakukan dengan beberapa cara, salah satunya merubah konfigurasi sistem aerator atau banyaknya lubang aerasi (Marsono, 1997)

3.5 Tahapan Penelitian

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

3.5.1 Seeding (pembenihan) dan Aklimatisasi

Pembenihan dilakukan secara batch untuk memperoleh *Mixed Liquor Suspended Solid* (MLSS) yang akan digunakan dalam penguraian di tangki aerasi.

Lumpur aktif dimasukkan dalam bak *seeding* kemudian setiap hari diberi aerasi pada bak pembibitan dilakukan dengan menggunakan aerator untuk mendukung pertumbuhan mikroorganismenya. Oksigen terlarut dijaga merata diatas 2 mg/L dengan melakukan analisis DO setiap hari.

Aklimatisasi merupakan proses penyesuaian diri oleh mikroorganismenya terhadap lingkungan barunya dan berakhir ketika proses adaptasi sejumlah bakteri aktif dengan air limbah telah menunjukkan kestabilan. Aklimatisasi dilakukan bersama dengan proses *seeding* karena air limbah yang digunakan pada proses *seeding* juga merupakan air limbah yang digunakan pada proses *activated sludge*.

3.5.2 Pengoperasian Reaktor *Activated Sludge* (Lumpur Aktif)

Disiapkan reaktor *activated sludge* yang berisi lumpur aktif dari tahap *seeding* dan aklimatisasi. Prosedur kerja yang digunakan adalah sebagai berikut :

- a. Melakukan kalibrasi alat sebanyak 3 kali pengulangan yaitu debit yang dialirkan oleh bak penampung limbah ke bak aerasi dan bak sedimentasi.
- b. Memasukkan air limbah kedalam bak penampung.
- c. Mengalirkan air limbah kedalam bak aerasi secara gravitasi dengan waktu tinggal selama 3 jam.
- d. Dari bak aerasi mengalir secara gravitasi ke dalam bak sedimentasi.
- e. Mengambil sampel dari *valve outlet* sedimentasi, kemudian mengukur pH, suhu, TSS, dan BOD.

3.6 Analisis Parameter Uji

3.6.1 Analisis 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 $\pm 105^{\circ}$ C. Maka berat residu sesudah pengeringan adalah zat padat tersuspensi (Alearts dan Santika, 1987).

3.6.2 Analisis BOD

Metode analisis yang digunakan adalah dengan 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 MnO_4 . Dengan penambahan asam sulfat dan kalium iodida maka akan dibebaskan iodin yang ekuivalen dengan oksigen terlarut. Iodin yang dibebaskan tersebut kemudian

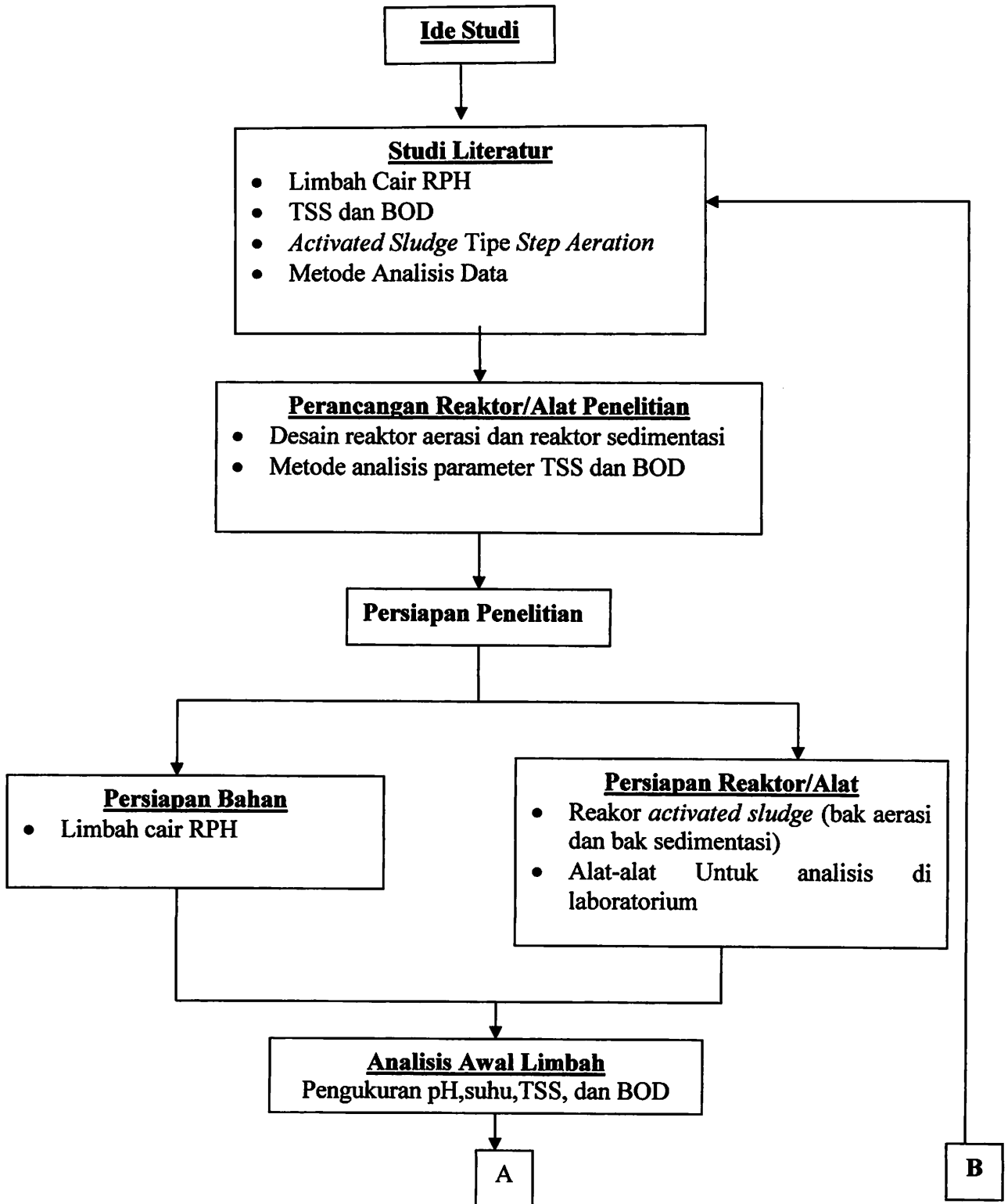
dianalisa dengan metode titrasi iodometris yaitu dengan larutan standar tiosulfat dengan indikator kanji (Alearts dan Santika, 1987).

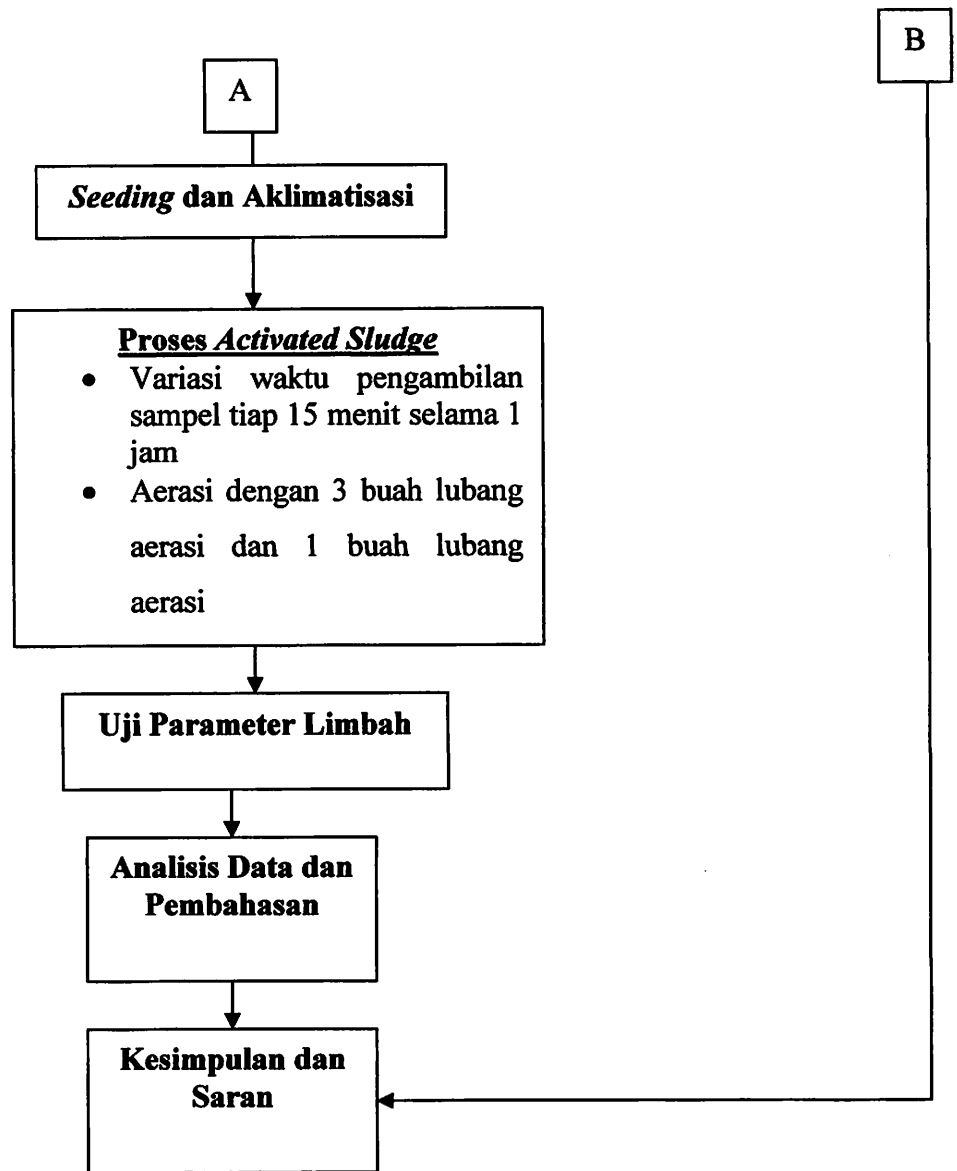
3.7 Analisis Data

Hasil percobaan yang didapat dilakukan analisis data dengan metode :

- Analisis korelasi bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara variabel bebas (waktu pengambilan sampel dan jumlah lubang aerasi) dan variabel terikat (penurunan nilai BOD dan TSS).
- Analisis Regresi bertujuan untuk menyatakan hubungan fungsional antara variabel bebas (waktu pengambilan sampel dan jumlah lubang aerasi) dengan variabel terikat (penurunan BOD dan TSS) ke dalam bentuk persamaan matematis.
- Analisis Anova bertujuan untuk mengetahui tingkat keterkaitan antara berbagai variasi percobaan (waktu pengambilan sampel dan jumlah lubang aerasi) terhadap penurunan nilai BOD dan TSS pada limbah rumah potong hewan.

3.8 Kerangka Penelitian





BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Limbah Rumah Potong Hewan

Air limbah rumah potong hewan yang digunakan dalam penelitian diambil dari perusahaan daerah milik Kota Malang. Selanjutnya dianalisis untuk mengetahui karakteristik dari air limbah. Tabel 4.1 berikut menunjukkan karakteristik air limbah rumah potong hewan dibandingkan dengan baku mutu limbah cair menurut Kepgub Jawa Timur No. 45 Tahun 2002 untuk limbah rumah potong hewan (RPH).

Tabel 4.1 Hasil Analisis Awal Limbah RPH

No	Parameter	Kadar	Kepgub Jawa Timur No. 45 Tahun 2002 Untuk Limbah Rumah Potong Hewan (RPH)
1	TSS (mg/l)	566,667	100
2	BOD (mg/l)	1.261,26	100
3	pH	7,26	6-9
4	Suhu (⁰ C)	24	-

Sumber : Hasil Penelitian

Tabel 4.1 diatas Menunjukkan kualitas air buangan tidak memenuhi untuk parameter BOD dan TSS jika dibandingkan dengan standar baku mutu limbah cair menurut Kepgub Jawa Timur No. 45 Tahun 2002. Apabila dengan kondisi limbah seperti ini langsung dibuang ke badan air maka akan dapat menyebabkan berkurangnya kandungan oksigen di badan air sehingga terjadinya

kematian biota-biota air termasuk ikan (Alaerts dan Santika, 1987). Untuk itu perlu dilakukan pengolahan air limbah rumah potong hewan sebelum dibuang ke lingkungan sehingga tidak mencemari lingkungan dan sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan.

4.2 Proses *Seeding* dan Aklimatisasi Lumpur Aktif

Proses *seeding* dan aklimatisasi dilakukan secara bersamaan dengan maksud untuk meningkatkan konsentrasi *Mixed liquor Suspended Solid* (MLSS) dan penyesuaian mikroorganisme sehingga mikroorganisme mampu mendegradasi limbah. Proses *seeding* dan aklimatisasi dihentikan apabila telah didapatkan konsentrasi *Mixed liquor Suspended Solid* (MLSS) sebesar 3000-3500 mg/l (Marsono, 1997). Pada penelitian ini konsentrasi *Mixed liquor Suspended Solid* (MLSS) yang digunakan sebesar $\pm 3333,33$ mg/l karena untuk menghindari kurangnya konsentrasi mikroorganisme pada saat operasional, akibat terjadinya kematian pada mikroorganisme. Pada proses ini diberikan aerasi secara kontinyu dengan menggunakan aerator untuk pertumbuhan mikroorganisme. Konsentrasi oksigen dijaga diatas ± 2 mg/l dengan melakukan analisis DO setiap hari.

4.2.1 Proses *seeding* dan aklimatisasi lumpur aktif untuk satu buah lubang aerasi

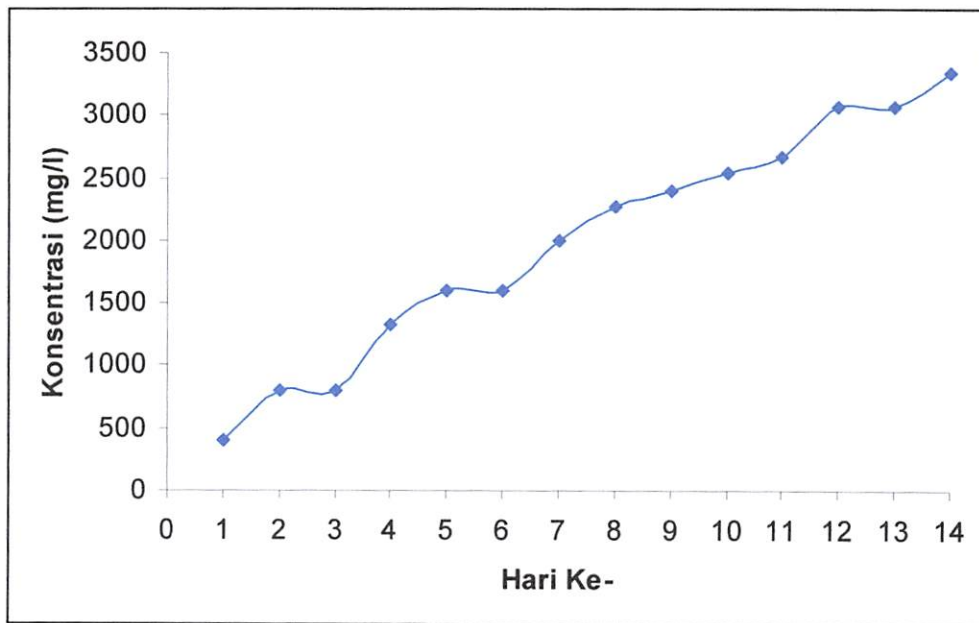
Berdasarkan hasil penelitian, untuk mendapatkan konsentrasi MLSS yang diperlukan yaitu sebesar $\pm 3333,33$ mg/l dibutuhkan waktu selama 14 hari. Tabel 4.2 berikut menunjukkan konsentrasi MLSS selama proses *seeding* dan aklimatisasi untuk satu buah lubang aerasi.

Tabel 4.2 Konsentrasi MLSS Selama Proses *Seeding* dan Aklimatisasi
Untuk Satu Buah Lubang Aerasi

Hari ke-	Suhu (°C)	Do (mg/l)	pH	MLSS (mg/l)
1	24	5,87	7,26	400,00
2	25	5,64	7,18	800,00
3	25	5,54	7,46	800,00
4	24	5,63	7,38	1333,33
5	24	5,58	7,27	1600,00
6	24	6,43	7,19	1600,00
7	25	6,57	7,23	2000,00
8	24	6,32	7,16	2266,67
9	25	6,41	7,54	2400,00
10	25	5,95	7,42	2533,33
11	24	6,43	7,17	2666,67
12	24	5,63	7,28	3066,67
13	25	4,89	7,34	3066,67
14	26	5,39	7,29	3333,33

Sumber : Hasil Penelitian

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat dilihat pada retensi waktu hari ke- 1 sampai hari ke- 14 nilai konsentrasi *Mixed liquor Suspended Solid* (MLSS) terus mengalami kenaikan, dimana nilai terkecil pada hari ke- 1 sebesar 400 mg/l dan nilai terbesar pada hari ke- 14 sebesar 3333,33 mg/l.



Gambar 4.1 Konsentrasi MLSS Selama Proses Seeding dan Aklimatisasi

Dari gambar 4.1 dapat dilihat konsentrasi *Mixed liquor Suspended Solid* (MLSS) terus mengalami kenaikan yang menandakan semakin banyaknya mikroorganisme yang terdapat pada lumpur aktif.

4.2.2 Proses *seeding* dan aklimatisasi lumpur aktif untuk tiga buah lubang aerasi

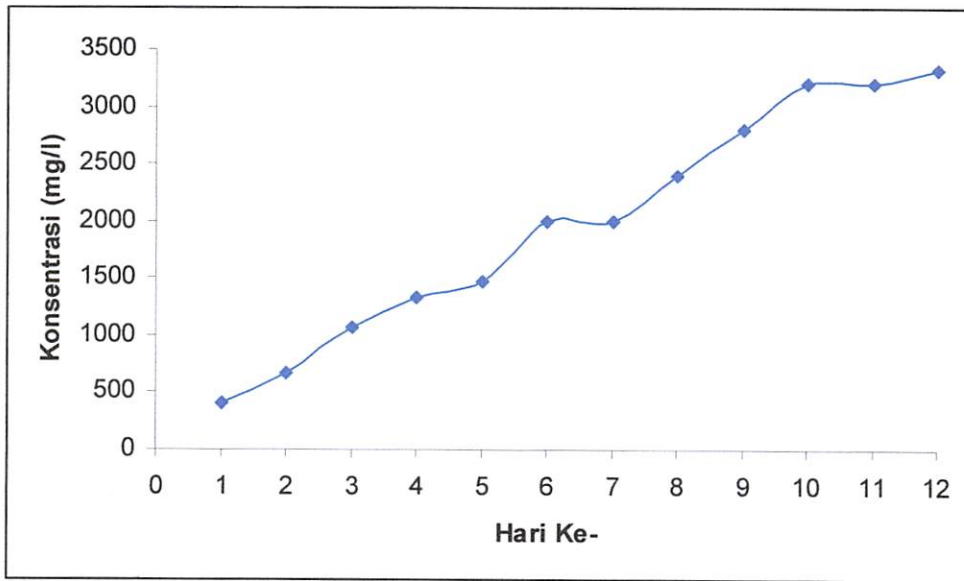
Berdasarkan hasil penelitian, untuk mendapatkan konsentrasi MLSS yang diperlukan yaitu sebesar $\pm 3333,33$ mg/l dibutuhkan waktu selama 12 hari. Tabel 4.3 berikut menunjukkan konsentrasi MLSS selama proses *seeding* dan aklimatisasi untuk tiga buah lubang aerasi.

Tabel 4.3 Konsentrasi MLSS Selama Proses *Seeding* dan Aklimatisasi
Untuk Tiga Buah Lubang Aerasi

Hari ke-	Suhu (°C)	Do (mg/l)	pH	MLSS (mg/l)
1	24	6,23	7,23	400,00
2	24	6,41	7,26	666,67
3	25	6,33	7,28	1066,67
4	23	6,21	7,46	1333,33
5	25	6,14	7,59	1466,67
6	26	6,09	7,62	2000,00
7	25	6,34	7,23	2000,00
8	25	5,87	7,32	2400,00
9	24	5,74	7,22	2800,00
10	26	6,03	7,16	3200,00
11	23	5,63	7,47	3200,00
12	25	5,43	7,31	3333,33

Sumber : Hasil Penelitian

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat dilihat pada retensi waktu hari ke- 1 sampai hari ke- 12 nilai konsentrasi *Mixed liquor Suspended Solid* (MLSS) terus mengalami kenaikan, dimana nilai terkecil pada hari ke- 1 sebesar 400 mg/l dan nilai terbesar pada hari ke- 12 sebesar 3333,33 mg/l.



Gambar 4.2 Konsentrasi MLSS Selama Proses Seeding dan Aklimatisasi

Dari gambar 4.2 dapat dilihat konsentrasi *Mixed liquor Suspended Solid* (MLSS) terus mengalami kenaikan yang menandakan semakin banyaknya mikroorganisme yang terdapat pada lumpur aktif.

4.3. Analisis Deskriptif

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

4.3.1 Analisis Deskriptif BOD

Data hasil penelitian yang diperoleh tentang konsentrasi akhir BOD menunjukkan bahwa, lumpur aktif mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi BOD. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4. Data Konsentrasi Akhir BOD

No	Konsentrasi Awal (mg/l)	Reaktor	Waktu Pengambilan Sampel (menit)	Konsentrasi Akhir BOD (mg/l)			
				1	2	3	Rata-rata
1	1261,26	1 Lubang Aerasi	15	645,16	604,48	604,48	618,71
2	1261,26		30	524,19	564,52	524,19	537,63
3	1261,26		45	443,55	443,55	519,87	468,99
4	1261,26		60	443,55	403,22	403,22	416,66
5	1261,26	3 Lubang Aerasi	15	486,17	459,46	486,17	477,27
6	1261,26		30	405,40	405,40	432,43	414,41
7	1261,26		45	351,35	378,38	378,38	369,37
8	1261,26		60	297,29	297,29	324,32	306,30

Sumber : Hasil penelitian

Untuk mengetahui persentase penyisihan BOD digunakan rumus :

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

Contoh Perhitungan :

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

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{1261,26 - 618,71}{1261,26} \times 100\%$$

$$\% \text{ Penyisihan} = 50,95\%$$

Untuk selengkapnya hasil perhitungan % penyisihan BOD dapat dilihat pada tabel 4.5 dan gambar 4.3

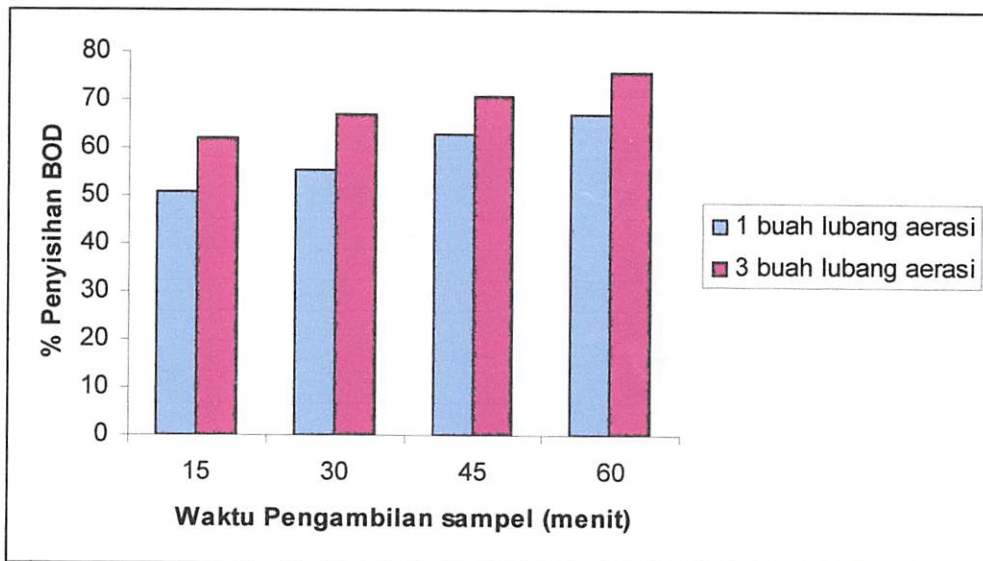
Tabel 4.5 Data Persentase Penyisihan Akhir BOD

No	Konsentrasi Awal (mg/l)	Reaktor	Waktu Pengambilan Sampel (menit)	Rata-rata konsentrasi BOD	Rata-rata Persentase penyisihan BOD (%)
1.	1261,26	1 Lubang Aerasi	15	618,71	50,95
2.	1261,26		30	537,63	55,29
3.	1261,26		45	468,99	62,82
4.	1261,26		60	416,66	66,97
5.	1261,26	3 Lubang Aerasi	15	477,27	62,16
6.	1261,26		30	414,41	67,14
7.	1261,26		45	369,37	70,71
8.	1261,26		60	306,30	75,71

Sumber : Hasil penelitian

Pada gambar 4.3 dapat dilihat bahwa persen penyisihan BOD terendah terjadi pada reaktor dengan 1 buah lubang aerasi dengan waktu waktu pengambilan sampel 15 menit sebesar 50,95 % dan tertinggi pada reaktor dengan 3 buah lubang aerasi dengan waktu waktu pengambilan sampel 60 menit sebesar 75,71.

Gambar 4.3. Grafik Hubungan Waktu Pengambilan Sampel Terhadap % Penyisihan BOD



Sumber : Pengolahan Data (Persentase Penyisihan BOD)

4.3.2 Analisis Deskriptif TSS

Data hasil penelitian yang diperoleh tentang konsentrasi akhir TSS menunjukkan bahwa, lumpur aktif mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi TSS. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6. Data Konsentrasi Akhir TSS

No	Konsentrasi Awal (mg/l)	Reaktor	Waktu Pengambilan Sampel (menit)	Konsentrasi Akhir TSS (mg/l)			
				1	2	3	Rata-rata
1	566,667	1 Lubang Aerasi	15	200	200	200	200
2	566,667		30	200	100	200	166,67
3	566,667		45	100	100	200	133,33
4	566,667		60	100	100	100	100
5	566,667	3 Lubang Aerasi	15	100	200	200	166,67
6	566,667		30	100	100	200	133,33
7	566,667		45	100	100	100	100
8	566,667		60	100	0	100	66,67

Sumber : Hasil penelitian

Untuk mengetahui persentase penyisihan TSS digunakan rumus :

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

Contoh Perhitungan :

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

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{566,667 - 200}{566,67} \times 100\%$$

$$\% \text{ Penyisihan} = 64,71\%$$

Untuk selengkapnya hasil perhitungan % penyisihan TSS dapat dilihat pada tabel 4.7 dan gambar 4.4

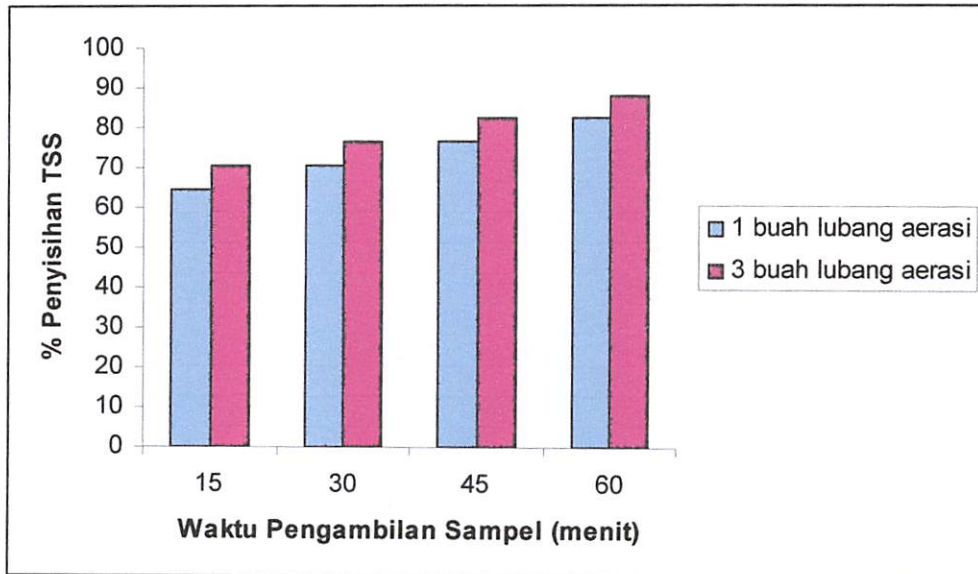
Tabel 4.7 Data Persentase Penyisihan Akhir TSS

No	Konsentrasi Awal (mg/l)	Reaktor	Waktu Pengambilan Sampel (menit)	Rata-rata konsentrasi TSS	Rata-rata Persentase penyisihan TSS (%)
1.	566,667	1 Lubang Aerasi	15	200	64,71
2.	566,667		30	166,67	70,58
3.	566,667		45	133,33	76,47
4.	566,667		60	100	82,35
5.	566,667	3 Lubang Aerasi	15	166,67	70,58
6.	566,667		30	133,33	76,47
7.	566,667		45	100	82,35
8.	566,667		60	66,67	88,23

Sumber : Hasil penelitian

Pada gambar 4.4 dapat dilihat bahwa persen penyisihan TSS terendah terjadi pada reaktor dengan 1 buah lubang aerasi dengan waktu waktu pengambilan sampel 15 menit sebesar 64,71 % dan tertinggi pada reaktor dengan 3 buah lubang aerasi dengan waktu waktu pengambilan sampel 60 menit sebesar 88,23 %.

Gambar 4.4. Grafik Hubungan Waktu Pengambilan Sampel Terhadap % Penyisihan TSS



Sumber : Pengolahan Data (Persentase Penyisihan TSS)

4.4 Analisis Korelasi

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

Hipotesis

- H_0 : 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)

4.4.1 Analisis Korelasi BOD

- Uji Korelasi persen penyisihan BOD dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8. Analisis Korelasi Antara % Penyisihan BOD Dengan Waktu Pengambilan Sampel (menit) dan Banyaknya Lubang Aerasi

Correlations: % Penyisihan BOD, Waktu Pengambilan Sampel, Banyaknya Lubang Aerasi		
	% Penyisihan BOD	Waktu Pengambilan Sampel
Waktu Pengambilan Sampel	0.737 0.037	
Banyaknya Lubang aerasi	0.668 0.070	0.000 1.000
Cell Contents: Pearson correlation P-Value		

Keputusan

Berdasarkan tabel 4.8. menunjukkan bahwa :

- Korelasi antara persen penyisihan BOD dengan waktu pengambilan sampel adalah 0.737. 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 $0.037 < 0,05$ maka korelasinya signifikan.
- Korelasi antara persentase penyisihan BOD dengan banyaknya lubang aerasi adalah 0.668, hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel sedang karena nilai korelasinya mendekati 1. Hubungan variasi banyaknya

lubang aerasi 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 $0.070 > 0,05$ maka korelasinya tidak signifikan

4.4.2 Analisis Korelasi TSS

➤ Uji Korelasi persen penyisihan TSS dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.9. Analisis Korelasi Antara % Penyisihan TSS Dengan Waktu Pengambilan Sampel (menit) dan Banyaknya Lubang Aerasi

Correlations: % Penyisihan TSS, Waktu Pengambilan Sampel , Banyaknya Lubang Aerasi		
	% Penyisihan TSS	Waktu Pengambilan Sampel
Waktu Pengambilan Sampel	0.913 0.002	
Banyaknya Lubang Aerasi	0.408 0.315	0.000 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 0.913. 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 $0.002 < 0,05$ maka korelasinya signifikan.

- Korelasi antara persentase penyisihan TSS dengan banyaknya lubang aerasi adalah 0.408, hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel kurang erat karena nilai korelasinya mendekati 0. Hubungan variasi banyaknya lubang aerasi terhadap penurunan konsentrasi TSS 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 $0.315 > 0,05$ maka korelasinya tidak signifikan

4.5 Analisis Regresi

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

4.5.1 Analisis Regresi BOD

➤ Uji Koefisien Regresi persen penyisihan BOD dapat dilihat pada tabel 4.10

Tabel 4.10. Analisis Regresi Antara % Penyisihan BOD Dengan Waktu Pengambilan Sampel (menit) dan Banyaknya Lubang Aerasi

Regression Analysis: % Penyisihan versus Waktu Pengambilan Sampel, Banyaknya Lubang Aerasi

The regression equation is
 % Penyisihan BOD = 41.4 + 0.331 Waktu Pengambilan Sampel
 + 5.03 Banyaknya Lubang Aerasi

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	41.435	1.071	38.67	0.000
Waktu Pengambilan Sampel	0.33090	0.02020	16.38	0.000
Banyaknya Lubang Aerasi	5.0287	0.3388	14.84	0.000

S = 0.958264 R-Sq = 99.0% R-Sq(adj) = 98.6%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	448.67	224.33	244.30	0.000
Residual Error	5	4.59	0.92		
Total	7	453.26			

Source	DF	Seq SS
Waktu Pengambilan Sampel	1	246.36
Banyaknya Lubang Aerasi	1	202.31

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

Pada tabel 4.10 dapat kita ketahui :

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

$$Y = 41,4 + 0,331X_1 + 5,03 X_2$$

Dimana :

Y = % Penyisihan BOD

X₁ = Waktu Pengambilan Sampel

X₂ = Banyaknya lubang aerasi

Berdasarkan tabel 4.10. dapat disimpulkan bahwa :

- Konstanta sebesar 41,4 menyatakan bahwa jika kedua variabel yaitu X₁ (waktu pengambilan sampel), X₂ (banyaknya lubang aerasi) bernilai 0 (tidak ada), maka variabel Y (persentase penyisihan BOD) sebesar 41,4%.
 - Koefisien regresi untuk variabel X₁ (waktu pengambilan sampel) sebesar 0,331 menyatakan bahwa setiap penambahan waktu pengambilan sampel 15 menit akan meningkatkan persen penyisihan BOD sebesar 0,331%.
 - Koefisien regresi untuk variabel X₂ (banyaknya lubang aerasi) sebesar 5,03 menyatakan bahwa untuk setiap peningkatan jumlah lubang aerasi 2 buah akan meningkatkan persen penyisihan BOD sebesar 5,03 %.
- B. Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R Square = r²) sebesar 99,0 %. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi BOD dipengaruhi oleh variasi waktu waktu pengambilan sampel dan banyaknya lubang aerasi sedangkan sisanya 1 % penurunan penyisihan BOD dipengaruhi oleh faktor lain seperti pengaruh temperatur dan pH.
- C. Uji kelinieran untuk analisa regresi atau F test, didapat nilai F hitung sebesar 244,30 Dari tabel distribusi F didapatkan 5,79. Karena F hitung lebih besar dari F tabel, maka kesimpulannya adalah persentase penyisihan BOD dengan waktu pengambilan sampel dan banyaknya lubang aerasi adalah linier.

D. 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 4.10 statistik t hitung output untuk variasi waktu pengambilan sampel 16,38; banyaknya lubang aerasi 14,84 sedangkan t tabel 2,015. Untuk variasi waktu pengambilan sampel dan banyaknya lubang aerasi 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 banyaknya lubang aerasi 0,000 atau probabilitasnya $<$ 0,05 sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan.

4.5.2 Analisis Regresi TSS

- Uji Koefisien Regresi persen penyisihan TSS dapat dilihat pada tabel 4.11

Tabel 4.11. Analisis Regresi Antara % Penyisihan TSS Dengan Waktu Pengambilan Sampel (menit) dan Banyaknya Lubang Aerasi

Regression Analysis: % Penyisihan versus Waktu Pengambilan, Banyaknya Lubang Aerasi

The regression equation is
 % Penyisihan TSS = 55.9 + 0.392 Waktu Pengambilan Sampel
 + 2.94 Banyaknya Lubang Aerasi

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	55.8825	0.0052	10656.37	0.000
Waktu Pengambilan Sampel	0.392133	0.000099	3965.64	0.000
Banyaknya Lubang Aerasi	2.94000	0.00166	1772.89	0.000

S = 0.00469042 R-Sq = 100.0% R-Sq(adj) = 100.0%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	415.13	207.56	9434728.18	0.000
Residual Error	5	0.00	0.00		
Total	7	415.13			

Source	DF	Seq SS
Waktu Pengambilan Sampel	1	345.98
Banyaknya Lubang Aerasi	1	69.15

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

Pada tabel 4.11 dapat diketahui :

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

$$Y = 55,9 + 0,392X_1 + 2,94 X_2$$

Dimana :

Y = % Penyisihan TSS

X_1 = Waktu Pengambilan Sampel

X_2 = Banyaknya lubang aerasi

Berdasarkan tabel 4.11. dapat disimpulkan bahwa :

- Konstanta sebesar 55,9 menyatakan bahwa jika kedua variabel yaitu X_1 (waktu pengambilan sampel), X_2 (banyaknya lubang aerasi) bernilai 0 (tidak ada), maka variabel Y (persentase penyisihan TSS) sebesar 55,9 %.
- Koefisien regresi untuk variabel X_1 (waktu pengambilan sampel) sebesar 0,392 menyatakan bahwa setiap penambahan waktu pengambilan sampel 15 menit akan meningkatkan persen penyisihan BOD sebesar 0,392 %.
- Koefisien regresi untuk variabel X_2 (banyaknya lubang aerasi) sebesar 2,94 menyatakan bahwa untuk setiap peningkatan jumlah lubang aerasi 2 buah akan meningkatkan persen penyisihan BOD sebesar 2,94 %.

B. Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R Square = r^2) sebesar 100 %. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi BOD dipengaruhi oleh variasi waktu waktu pengambilan sampel dan banyaknya lubang aerasi.

C. Uji kelinieran untuk analisa regresi atau F test, didapat nilai F hitung sebesar 9434728.18 Dari tabel distribusi F didapatkan 5,79. Karena F hitung lebih besar dari F tabel, maka kesimpulannya adalah persentase penyisihan BOD dengan waktu pengambilan sampel dan banyaknya lubang aerasi adalah linier.

D. 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 4.13 statistik t hitung output untuk variasi waktu pengambilan sampel 3965.64 ; banyaknya lubang aerasi 1772.89 sedangkan t tabel 2,015. Untuk variasi waktu pengambilan sampel dan banyaknya lubang aerasi 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 banyaknya lubang aerasi 0,000 atau probabilitasnya < 0,05 sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan.

4.6 Analisis Anova

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh antara waktu pengambilan sampel dan variasi banyaknya lubang aerasi terhadap % penyisihan BOD, dan TSS maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA. Dalam uji anova ini terdapat :

Hipotesis

H_0 : Ke - 8 rata - rata perlakuan adalah identik

H_1 : Ke - 8 rata - rata perlakuan adalah tidak identik

Pengambilan keputusan

Untuk nilai Probabilitas

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

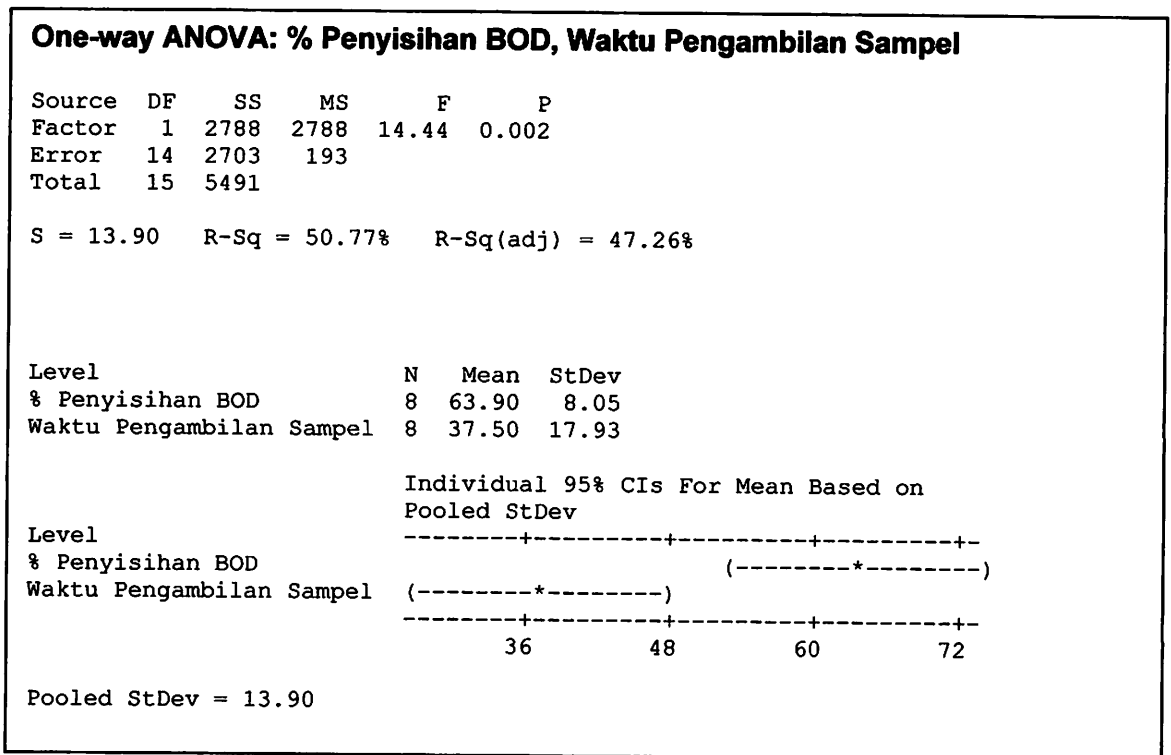
Untuk nilai F

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

4.6.1. 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



Keterangan :

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

Keputusan

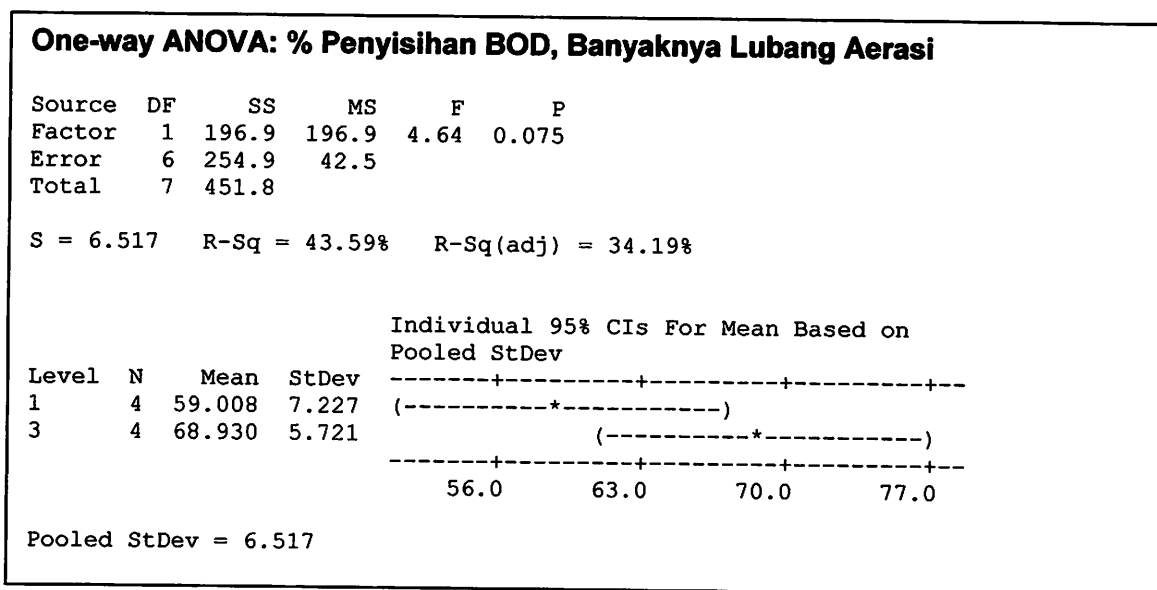
1. Nilai Probabilitas

Berdasarkan tabel 4.12 nilai probabilitas (P) dari variasi waktu pengambilan sampel sebesar 0,002. 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 14,44. 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.

Tabel 4.13. Uji Anova % Penyisihan BOD Terhadap Banyaknya Lubang Aerasi



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 4.13 nilai probabilitas (P) dari variasi banyaknya lubang aerasi adalah sebesar 0,075. Karena nilai probabilitas > 0,05 maka H_0 diterima. Artinya rata – rata persentase penyisihan konsentrasi BOD dalam delapan perlakuan tersebut memang identik.

2. Nilai F

Berdasarkan tabel 4.13. nilai F hitung output dari variasi banyaknya lubang aerasi adalah sebesar 4,64. 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 banyaknya lubang aerasi terhadap penyisihan BOD.

4.6.2. 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
Factor	1	6074	6074	31.91	0.000
Error	14	2665	190		
Total	15	8739			

S = 13.80 R-Sq = 69.50% R-Sq(adj) = 67.32%

Level	N	Mean	StDev
% Penyisihan TSS	8	76.47	7.70
Waktu Pengambilan Sampel	8	37.50	17.93

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	Lower CI	Upper CI
% Penyisihan TSS	(-----*-----)	(-----*-----)
Waktu Pengambilan Sampel	(-----*-----)	(-----*-----)

Pooled StDev = 13.80

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 4.14 nilai probabilitas (P) dari variasi waktu pengambilan sampel adalah sebesar 0,000. Karena nilai probabilitas $< 0,05$ maka H_0 ditolak. Artinya rata – rata persentase penyisihan konsentrasi TSS dalam delapan perlakuan tersebut memang tidak identik.

2. Nilai F

Berdasarkan tabel 4.14. nilai F hitung output dari variasi waktu pengambilan sampel adalah sebesar 31,91. 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 TSS.

Tabel 4.15. Uji Anova % Penyisihan TSS Terhadap Banyaknya Lubang Aerasi

One-way ANOVA: % Penyisihan TSS, Banyaknya Lubang Aerasi

Source		DF	SS	MS	F	P
Banyaknya Lubang Aerasi		1	69.1	69.1	1.20	0.315
Error		6	346.0	57.7		
Total		7	415.1			

S = 7.594 R-Sq = 16.66% R-Sq(adj) = 2.77%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
1	4	73.527	7.592	(-----+-----+-----+-----+-----+)
3	4	79.407	7.595	(-----+-----*-----)

-----+-----+-----+-----+-----+
70.0 77.0 84.0 91.0

Pooled StDev = 7.594

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 4.15 nilai probabilitas (P) dari variasi banyaknya lubang aerasi adalah sebesar 0,315. Karena nilai probabilitas > 0,05 maka H₀ diterima. Artinya rata - rata persentase penyisihan konsentrasi TSS dalam delapan perlakuan tersebut memang identik.

2. Nilai F

Berdasarkan tabel 4.15. nilai F hitung output dari variasi banyaknya lubang aerasi berturut-turut adalah sebesar 1,20. 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 (H₀) dan menolak hipotesis alternatif (H₁). Artinya tidak ada perbedaan yang signifikan antara variasi waktu pengambilan sampel dan banyaknya lubang aerasi terhadap penyisihan TSS.

4.7 Pembahasan

4.7.1 Pengaruh Waktu Pengambilan Sampel Dan Perbandingan Banyaknya Lubang Aerasi Terhadap Penyisihan Konsentrasi BOD

Pada tabel 4.5 dan gambar 4.3 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 75,71% dan persentase penyisihan terendah terjadi pada waktu pengambilan sampel 15 menit yaitu sebesar 50,95%. Untuk variasi perbandingan banyaknya lubang aerasi yang semakin banyak maka persentase penyisihan BOD semakin meningkat. Hal ini ditunjukkan dengan persentase penyisihan tertinggi terjadi pada variasi dengan 3 buah lubang aerasi yaitu sebesar 75,71 % dan persentase penyisihan terendah terjadi pada variasi dengan 1 buah lubang aerasi yaitu sebesar 50,95%.

Analisis korelasi antara waktu pengambilan sampel terhadap penyisihan konsentrasi BOD adalah signifikan dengan nilai *pearson correlation* sebesar 0,737. 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 sehingga mikroorganisme semakin banyak dan mampu mendegradasi air limbah. 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 di dalam air limbah (sebagai sumber makanan, substrat), menjadi sel-sel mikroorganisme dan produk oksidasi lain: Karbon dioksida (CO_2), Air (H_2O), Nitrat (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. Idealnya konsentrasi oksigen dalam tangki aerasi minimal sebesar 2 mg/liter untuk menjamin proses berjalan dengan sempurna (Slamet dan Masduki, 2000).

Analisis korelasi antara perbandingan banyaknya lubang aerasi terhadap % penyisihan konsentrasi BOD tidak signifikan, begitu pula dengan uji anova antara banyaknya lubang aerasi terhadap penyisihan konsentrasi BOD adalah identik. Hal ini menyatakan bahwa dalam variasi banyaknya lubang aerasi belum mempunyai range yang cukup untuk membedakan % penyisihan BOD. Hasil penelitian % penyisihan BOD lebih besar dengan menggunakan 3 buah lubang aerasi dibandingkan dengan menggunakan 1 buah lubang aerasi. Hal ini disebabkan karena dengan menggunakan 3 buah lubang aerasi maka air limbah akan tercampur lebih sempurna dengan mikroorganisme yang ada didalam reaktor, dibandingkan dengan menggunakan 1 buah lubang aerasi. Namun dari hasil penelitian didapatkan korelasi dan anova yang tidak signifikan, hal ini diperoleh karena jarak atau interval 1 lubang dengan 3 lubang terlalu pendek sehingga perbedaan percampuran yang terjadi juga tidak terlalu signifikan. Percampuran yang baik akan menjamin selalu terjadinya distribusi mikroorganisme keseluruhan bioreaktor dan selalu terjadi kontak intim antara mikroorganisme dengan substrat dalam air limbah (Slamet dan Masduki, 2000).

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 % 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.

Hasil analisis regresi penyisihan konsentrasi BOD limbah rumah potong hewan dipengaruhi oleh waktu pengambilan sampel dan variasi perbandingan banyaknya lubang aerasi. Hal ini diperkuat dengan nilai R square sebesar 99,0%.

4.7.2 Pengaruh Waktu Pengambilan Sampel Dan Perbandingan Banyaknya Lubang Aerasi Terhadap Penyisihan Konsentrasi TSS

Pada tabel 4.7 dan gambar 4.4 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 88,23% dan persentase penyisihan terendah terjadi pada waktu pengambilan sampel 15 menit yaitu sebesar 64,71%. Untuk variasi perbandingan banyaknya lubang aerasi yang semakin banyak maka persentase penyisihan TSS semakin meningkat. Hal ini ditunjukkan dengan persentase penyisihan tertinggi terjadi pada variasi dengan 3 buah lubang aerasi yaitu sebesar 88,23% dan persentase penyisihan terendah terjadi pada variasi dengan 1 buah lubang aerasi yaitu sebesar 64,71%.

Analisis korelasi antara waktu pengambilan sampel terhadap % penyisihan konsentrasi TSS adalah signifikan dengan nilai *pearson correlation* sebesar 0,913, begitu juga dari hasil analisis Anova antara waktu pengambilan sampel terhadap % penyisihan konsentrasi TSS adalah tidak identik. Hal ini menyatakan bahwa dalam variasi waktu pengambilan sampel mempunyai range yang cukup untuk membedakan % penyisihan *Total Suspended Solid* (TSS). *Penurunan Total Suspended Solid* (TSS) dalam lumpur aktif terjadi melalui

proses fisik yaitu sedimentasi. Proses sedimentasi yang terjadi dalam lumpur aktif berlangsung dalam bak sedimentasi setelah bak aerasi. Semakin lama waktu pengambilan sampel, maka *Total Suspended Solid* (TSS) pada air limbah semakin mempunyai waktu yang lebih lama untuk bisa mengendap. Selain itu, penurunan *Total Suspended Solid* (TSS) dapat juga terjadi akibat aktifitas mikroorganisme dalam mengoksidasi bahan organik menjadi lumpur. 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 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 3 jam dengan maksud untuk memberikan waktu yang cukup untuk partikel *solid* untuk mengendap sehingga konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) dalam air limbah mengalami penurunan.

Penyisihan konsentrasi TSS oleh aktivitas mikroorganisme dalam mendegradasi bahan organik dilaporkan oleh beberapa penelitian. Hasil penelitian Widyanto (2005) dengan menggunakan ABR untuk menurunkan limbah cair RPH kota Malang, disimpulkan makin lama waktu detensi atau waktu kontak antara air limbah dan mikroorganisme menunjukkan makin besar pula persentase penyisihan TSS. Prabowo (2000), dengan menggunakan reaktor ABR untuk pengolahan limbah cair RPH Kedurus, disimpulkan makin lama waktu detensi atau waktu kontak antara air limbah dan mikroorganisme menunjukkan makin besar pula persentase penyisihan TSS. Patriany (2005) dengan menggunakan reaktor *activated sludge* untuk mengolah limbah greywater disimpulkan makin

lama waktu detensi atau waktu kontak antara air limbah dan mikroorganismen menunjukkan makin besar pula persentase penyisihan TSS.

Analisis korelasi antara perbandingan banyaknya lubang aerasi terhadap % penyisihan konsentrasi TSS adalah tidak signifikan, begitu juga dari hasil analisis anova antara banyaknya lubang aerasi terhadap % penyisihan TSS adalah identik. Hal ini menyatakan bahwa dalam variasi waktu pengambilan sampel tidak mempunyai range yang cukup untuk membedakan % penyisihan TSS. Seperti dijelaskan sebelumnya pada variasi pengambilan sampel penurunan *Total Suspended Solid* (TSS) terjadi melalui proses fisik sehingga banyaknya lubang aerasi tidak begitu berpengaruh terhadap penurunan *Total Suspended Solid* (TSS). Hasil penelitian % penyisihan TSS lebih besar dengan menggunakan 3 buah lubang aerasi dibandingkan dengan menggunakan 1 buah lubang aerasi. Seperti juga dijelaskan sebelumnya penurunan juga terjadi akibat proses mikroorganismen dalam mengoksidasi bahan organik menjadi lumpur yang selanjutnya akan diendapkan di bak sedimentasi. Dengan menggunakan 3 buah lubang aerasi maka air limbah akan tercampur lebih sempurna dengan mikroorganismen yang ada didalam reaktor, dibandingkan dengan menggunakan 1 buah lubang aerasi. Namun dari hasil penelitian didapatkan korelasi dan anova yang tidak signifikan, hal ini diperoleh karena jarak atau interval 1 lubang dengan 3 lubang terlalu pendek sehingga perbedaan percampuran yang terjadi juga tidak terlalu signifikan. Percampuran yang baik akan menjamin selalu terjadinya distribusi mikroorganismen keseluruhan bioreaktor dan selalu terjadi kontak intim antara mikroorganismen dengan substrat dalam air limbah (Slamet dan Masduki, 2000).

Hasil analisis regresi penyisihan konsentrasi TSS limbah rumah potong hewan dipengaruhi oleh waktu pengambilan sampel dan variasi perbandingan banyaknya lubang aerasi. Hal ini diperkuat dengan nilai R square sebesar 100 %.

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

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

- a. Konsentrasi BOD dan TSS terbesar berturut-turut yaitu 618,71 mg/l dan 200 mg/l terjadi pada variasi dengan 1 lubang aerasi, pada waktu pengambilan sampel 15 menit dan konsentrasi BOD dan TSS terkecil berturut-turut yaitu 306,30 mg/l dan 64,71 mg/l terjadi pada variasi dengan 3 lubang aerasi, pada waktu pengambilan sampel 60 menit.
- b. Banyaknya lubang aerasi berpengaruh tidak signifikan terhadap penurunan konsentrasi BOD dan TSS, sedangkan waktu pengambilan sampel berpengaruh signifikan pada besarnya penurunan konsentrasi BOD dan TSS. Semakin banyak lubang aerasi dan semakin lama waktu pengambilan sampel konsentrasi BOD dan TSS akan semakin kecil.

5.2. Saran

Saran yang dapat diusulkan sehubungan dengan penelitian lebih lanjut adalah :

- a. Perlu penelitian yang lebih lanjut dengan memperpanjang waktu detensi air limbah untuk memperoleh tingkat penyisihan BOD dan TSS yang lebih besar.
- b. Perlu dilakukan variasi lagi terhadap penggunaan lumpur aktif lainnya.

- c. Perlu penelitian lebih lanjut tentang pengaruh peletakan lubang aerasi terhadap efisiensi penurunan BOD dan TSS.
- d. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan parameter lain pada air limbah rumah potong hewan (RPH) seperti COD, amoniak, warna, minyak dan lemak.

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
- Benfield, Larry, D. dan Randall, Clifford W. **Biological Process Design for Wastewater Treatment**. 1980. Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs
- Iriawan, N dan Astuti, P, S, 2006. **Mengolah Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14**. Andi. Yogyakarta
- Marsono, B, Dj. 1997. **Modul Ajar Teknik Pengolahan Air Limbah Secara Biologis**. Jurusan Teknik Lingkungan. FTSP – ITS Surabaya
- Meichia. 2008. **Penurunan COD, TSS, Minyak Lemak Pada Limbah Cair Industri Pengalengan Ikan Dengan Metode Dissolved Air Flotation (DAP)**. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan. FTSP – ITN Malang
- Metcalf and Eddy. 1991 **Wastewater Engineering, Treatment And Reuse**. Third Edition. McGraw-Hill. New York
- Metcalf and Eddy. 2003 **Wastewater Engineering, Treatment And Reuse**. Fourth Edition. McGraw-Hill. New York
- Patriany, R. 2005. **Pengaruh Hydraulic Retention Time (HRT) dan Konsentraasi Biomassa (MLSS) Terhadap Kinerja Activated Sludge dengan Membran Eksternal (Study Kasus : Greywater)**. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan. FTSP – ITS Surabaya

- Prabowo, Bayu C, 2000. **Studi *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) Untuk Pengolahan Limbah Cair RPH Kedurus**. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS.Surabaya
- Slamet, A. dan Masduqi, A. 2002. **Modul Ajar Satuan Operasi**. Jurusan Teknik Lingkungan. FTSP – ITS Surabaya
- Slamet, A. dan Masduqi, A. 2000. **Modul Ajar Satuan Proses**. Jurusan Teknik Lingkungan. FTSP – ITS Surabaya
- Soeparman dan Suparmin. 2001. **Pembuang Tinja dan Limbah Cair**. Kedokteran EGC Jakarta
- Suriawiria, Unus, 1977. ***Mikrobiologi Lingkungan***. Departemen Teknik Penyehatan ITB. Bandung.
- Wardhani, D, K. 2005. **Pengolahan Limbah Pencucian Ikan Menggunakan Bioreaktor (Lumpur Aktif) dengan Membran Eksternal**. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan. FTSP – ITS Surabaya
- Wardiman, D. 1997. **Rekayasa Lingkungan**. Departemen Lingkungan dan Kebudayaan
- Widyanto, I, P. 2005. **Penurunan COD, TSS Dan Warna Pada Limbah Cair Rumah Potong Hewan (RPH) Menggunakan Anaerobic Baffled Reactor**. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan. FTSP – ITN Malang

Lampiran A

Perhitungan Reaktor

REAKTOR ACTIVATED SLUDGE

I. Tangki Aerasi

Kriteria desain yang digunakan adalah :

- Umur Lumpur (θ_c) = 4 hari
- BOD influen (S_o) = 1.261,26 mg/l
- BOD effluent (S) = 150 mg/l
- Debit (Q) = $0,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{menit} \times \frac{1440\text{menit}}{1\text{hari}} = 0,72 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Koefisien O_2 (Y_T) = 0,3
- $X = 3000 \text{ mg/l}$
- Koefisien O_2 endogenous decay (k_d) = 0,05/hari

1. Dimensi tangki reaktor (lampiran A1)

$$\begin{aligned} V &= \frac{Y_T [Q_o (S_o - S)]}{3X[(1/\theta_c) + K_d]} \\ &= \frac{0,3[0,72(1261,26 - 100)]}{3.3000[(1/4) + 0,05]} \\ &= \frac{250,83}{2700} = 0,093 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$V = P \times l \times t; P = l = t$$

$$P^3 = 0,093 \text{ m}^3$$

$$P = 0,45 \text{ m} \approx 45 \text{ cm}$$

Modifikasi desain $p = 70 \text{ cm}$; $l = 45 \text{ cm}$; $t = 30 \text{ cm}$

2. Waktu detensi (HRT)

$$\begin{aligned} T_d &= V/Q \\ &= \frac{0,093m^3}{0,720m^3 / hari} \\ &= 0,129 \text{ hari} \times 24 \text{ jam} \\ &= 3,09 \text{ jam} = 3 \text{ jam.} \end{aligned}$$

3. Produksi lumpur

$$\begin{aligned} Y_{obs} &= \frac{Y}{1 + K_d \theta_c} = \frac{0,3}{(1 + 0,05 / hari \times 4 \text{ hari})} = 0,25 \\ P_x &= Y_{obs} + Q (S_o - S) / 1000 \\ &= \frac{(0,25)(0,72m^3 / hari)(1261,26 - 100)g / m^3}{1000g / kg} \\ &= 0,21 \text{ Kg/hari} \end{aligned}$$

4. Perhitungan resirkulasi lumpur

Asumsi bahwa TSS dalam influent kecil, maka Q_r adalah:

$$MLSS (Q + Q_r) = \text{TSS dalam lumpur} \times Q_r$$

$$3000 \text{ mg/l}(0,72 + Q_r) \text{ m}^3/\text{hari} = 12000 \text{ mg/l} \times Q_r$$

$$(0,72 + Q_r) \text{ m}^3/\text{hari} = 4 \times Q_r$$

$$Q_r = 0,24 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$Q_r/Q = 0,24/0,72 = 0,33 \text{ ok (kriteria } 0,25\text{-}0,75)$$

II. Bak Sedimentasi II (lampiran A2)

Direncanakan

- $T_d = 3 \text{ jam}$
- Surface Loading $< 10 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$

Surface area (A) = Vol. limbah per hari / Surface loading

$$= 0,72 \text{ m}^3/\text{hari} : 3 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hari}$$

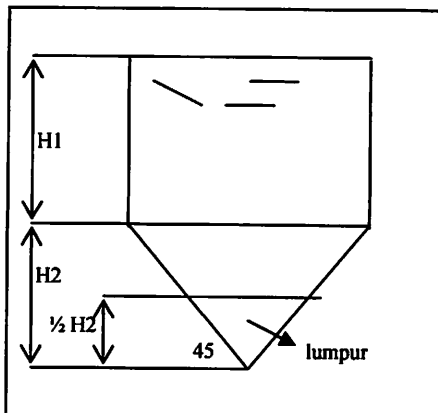
$$= 0,24 \text{ m}^2$$

Panjang sisi belah ketupat (a) = $\sqrt{0,24} = 0,48 \text{ m} = 48 \text{ cm}$

Volume tangki = Vol. limbah per hari x T_d

$$= (0,72 \text{ m}^3/\text{hari} : 24 \text{ jam/hari}) \times 3 \text{ jam}$$

$$= 0,09 \text{ m}^3$$



1. Kubus

$$\text{Vol} = \text{Luas alas} \times \text{tinggi}$$

$$= A \times H1$$

2. Limas segi 4 (Piramida)

$$\text{Vol} = \text{Luas alas} \times 1/3 \text{ tinggi}$$

$$= A \times 1/3 H2 = \frac{AxH2}{3}$$

3. Lumpur

$$\text{Vol} = \text{Luas alas} \times 1/3 \text{ tinggi}$$

$$= 1/4A \times 1/3 (1/2 H2) = 1/4 A \times 1/6 H2$$

Karena sudut kemiringan 45^0 , maka :

$$H2 = a/2 = 48/2 = 24 \text{ cm}$$

$$\text{Volume efektif} = (A \times H1) + \left(\frac{AH2}{3} \right) - \left(\frac{AH2}{24} \right)$$

$$0,09 = (0,24 \times H1) + 7/24 (0,24 \times 0,24)$$

$$0,09 = 0,24H1 + 0,0168$$

$$0,24H1 = 0,009 - 0,0168$$

$$H1 = 0,0168/0,24 = 0,30 \text{ m} = 30 \text{ cm}$$

Lampiran B
Metode Analisis Sampel

A. Analisis Mixed Liqor Suspended Solid (MLSS)

1. Metode

Metode gravimetri

2. Peralatan

- a. cawan porselin
- b. oven untuk pemanasan 105⁰ 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 105⁰C. 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 105⁰C (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 $MnSO_4$ (mangan sulfat)
 - Larutkan 5,54 gr $MnSO_4$ dalam 15 ml aquadest
2. Larutan Alkali-Iodida-Azida
 - 10 gr NaOH dilarutkan dalam 2 ml aquadest
 - Tambahkan 0,2 gr NaN_3 dalam 0,8 ml aquadest
 - Tambahkan 3 gr 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. DO_0

1. Isi botol winkler dengan air sampel sampai penuh
2. Tambahkan 2 ml larutan mangan sulfat (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 (H_2SO_4), kocok lalu pindahkan ke erlenmeyer
7. Titrasi dengan tio sulfat hingga terjadi warna kuning muda
8. Tambahkan 2 ml indikator amilum sampai timbul warna biru
9. Titrasi dengan tio sulfat hingga warna biru hilang pertama kali

B. DO_5

1. Isi botol winkler dengan air sampel sampai penuh
2. Tambahkan 2 ml larutan mangan sulfat (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 25⁰C selama 5 hari
6. Kemudian buang 100 ml larutan jernih dengan pipet
7. Tambahkan 2 ml asam sulfat pekat (H₂SO₄), 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 :

DO₀ = Oksigen terlarut pada 0 hari

DO₅ = 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 105⁰ 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 150⁰C 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 105⁰C. 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°C (mg)

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

c = ml sampel

Lampiran C
Hasil Analisis



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/2009

HASIL ANALISIS SAMPEL

a.n. : Riyan Apriliandi (NIM : 0426021)
Alamat : Mahasiswa Teknik Lingkungan ITN Malang
Lokasi : Rumah Potong Hewan (RPH), Kota Malang
Sampling : Oleh konsumen
Analisis : Oleh konsumen
Tanggal Analisis Sampel : 22 Juni – 19 Juli 2009

Analisis MLSS Untuk 1 Buah Lubang Aerasi

Hari ke-	Suhu (°C)	Do (mg/l)	pH	Konsentrasi MLSS (mg/l)			Rata-rata MLSS (mg/l)
				1	2	3	
1	24	5,87	7,26	400	400	400	400,00
2	25	5,64	7,18	800	400	800	800,00
3	25	5,54	7,46	800	800	800	800,00
4	24	5,63	7,38	1200	1600	1200	1333,33
5	24	5,58	7,27	1600	1600	1600	1600,00
6	24	6,43	7,19	1600	1600	1600	1600,00
7	25	6,57	7,23	2000	2000	2000	2000,00
8	24	6,32	7,16	2400	2000	2400	2266,67
9	25	6,41	7,54	2400	2400	2400	2400,00
10	25	5,95	7,42	2400	400	2800	2533,33
11	24	6,43	7,17	2800	2800	2400	2666,67
12	24	5,63	7,28	2800	3200	3200	3066,67
13	25	4,89	7,34	3200	3200	2800	3066,67
14	26	5,39	7,29	3200	3200	3600	3333,33



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



Analisis MLSS Untuk 3 Buah Lubang Aerasi

Hari ke-	Suhu (°C)	Do (mg/l)	pH	Konsentrasi MLSS (mg/l)			Rata-rata MLSS (mg/l)
				1	2	3	
1	24	6,23	7,23	400	400	400	400,00
2	24	6,41	7,26	800	400	800	666,67
3	25	6,33	7,28	800	1200	1200	1066,67
4	23	6,21	7,46	1200	1200	1600	1333,33
5	25	6,14	7,59	1600	1200	1600	1466,67
6	26	6,09	7,62	2000	2000	2000	2000,00
7	25	6,34	7,23	2000	2000	2000	2000,00
8	25	5,87	7,32	2400	2400	2400	2400,00
9	24	5,74	7,22	2800	2800	2800	2800,00
10	26	6,03	7,16	3200	3200	3200	3200,00
11	23	5,63	7,47	3200	3200	3200	3200,00
12	25	5,43	7,31	3600	3200	3200	3333,33



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 BOD

Analisis	Waktu (menit)	DO ₀ (mg/l)			DO ₅ (mg/l)			BOD (mg/l)			Rata-rata BOD (mg/l)
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Awal		4459,46	4729,73	4459,46	3243,24	3513,51	3108,11	1216,22	1216,22	1351,35	1261,26
1 buah lubang aerasi	15	2380,33	2298,39	2419,35	1733,87	1693,55	1814,51	646,46	604,84	604,84	618,71
	30	2258,06	2338,71	2258,06	1733,87	1774,19	1733,87	524,19	564,52	524,19	537,63
	45	2217,74	2137,10	2258,06	1774,19	1693,55	1774,19	443,55	443,55	519,87	468,99
	60	2137,10	2258,06	2177,41	1774,19	1854,84	1774,19	443,55	403,22	403,22	416,66
3 buah lubang aerasi	15	1324,32	1351,35	1324,32	838,15	891,89	838,15	486,17	459,46	486,17	477,27
	30	1297,29	1324,32	1324,32	891,89	918,92	891,89	405,40	405,40	432,43	414,41
	45	1270,27	1243,24	1270,27	918,92	864,86	891,89	351,35	378,38	378,38	369,37
	60	1297,29	1324,32	1297,29	1000	1027,03	972,97	297,29	297,29	324,32	306,30

Analisis TSS

Analisis	Waktu (menit)	Berat kertas saring (mg/l)			Berat kertas saring + residu (mg/l)			TSS (mg/l)			Rata-rata TSS (mg/l)
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Awal		0,29	0,30	0,29	0,34	0,36	0,35	500	600	600	566,667
1 buah lubang aerasi	15	0,27	0,28	0,27	0,29	0,30	0,29	200	200	200	200
	30	0,27	0,28	0,28	0,29	0,29	0,30	200	100	200	166,67
	45	0,25	0,27	0,25	0,26	0,28	0,27	100	100	200	133,33
	60	0,27	0,26	0,27	0,28	0,27	0,28	100	100	100	100
3 buah lubang aerasi	15	0,26	0,26	0,27	0,27	0,28	0,29	100	200	200	166,67
	30	0,34	0,34	0,34	0,35	0,35	0,36	100	100	200	133,33
	45	0,26	0,26	0,27	0,27	0,27	0,27	100	100	100	100
	60	0,36	0,35	0,35	0,37	0,35	0,36	100	0	100	66,67



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



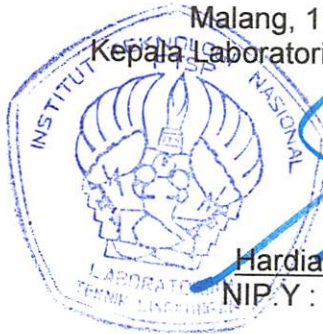
Hasil analisis ini hanya berlaku untuk kondisi sampel saat itu. Pengambilan sampel dan proses analisis di laboratorium dilakukan sendiri oleh konsumen.

Asisten Laboratorium Pendamping

RIYAN APRILIANDI
NIM : 0426021

Mahasiswa

RIYAN APRILIANDI
NIM : 0426021

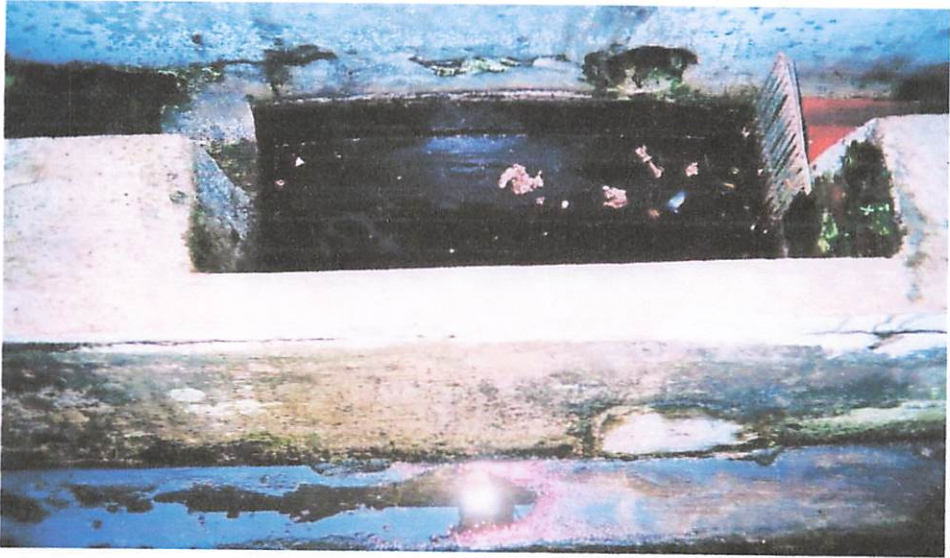


Malang, 11 Agustus 2009
Kepala Laboratorium Teknik Lingkungan

Hardianto, ST, MT
NIP.Y : 1030000350

Lampiran D

Dokumentasi



Gambar 1 Lokasi Pengambilan Sampel



Gambar 2 Analisis MLSS



Gambar 3 Analisis TSS



Gambar 4 Analisis BOD



Gambar 5 Operasional Alat