

SKRIPSI

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TEMPE MENGGUNAKAN BIOLINK-5 DENGAN PROSES AERASI

Oleh :

JUNARI FREDIWATI PALA

02.26.020



**MILIN
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG**

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

2008

SECRET

REPRODUCTION OF THIS DOCUMENT IS PROHIBITED
WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF THE
SECRETARY OF DEFENSE

1950

ARMY SECURITY SERVICE

SECRET

SECRET
ARMY SECURITY SERVICE
WASHINGTON, D.C.

REPRODUCTION OF THIS DOCUMENT IS PROHIBITED
WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF THE
SECRETARY OF DEFENSE
SECRET

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

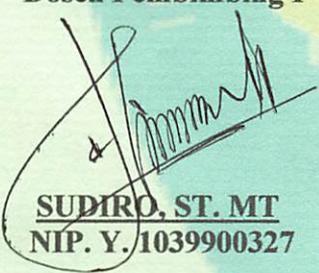
PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TEMPE MENGGUNAKAN
BIOLINK-5 DENGAN PROSES AERASI

Oleh :

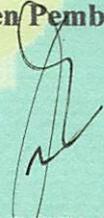
JUNARI FREDIWATI PALA
02.26.020

Menyetujui
Tim Pembimbing

Dosen Pembimbing I


SUDIYO, ST. MT
NIP. Y. 1039900327

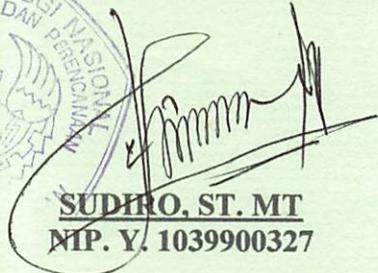
Dosen Pembimbing II


CANDRA DWIRATNA, ST. MT
NIP. P. 103.0000349

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Lingkungan




SUDIYO, ST. MT
NIP. Y. 1039900327

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TEMPE MENGGUNAKAN
BIOLINK-5 DENGAN PROSES AERASI

Oleh :

JUNARI FREDIWATI PALA
02.26.020

TELAH DIPERTAHANKAN DI HADAPAN DEWAN PENGUJI PADA UJIAN KOMPREHENSIP SKRIPSI JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN JENJANG STRATA SATU (S - I), DAN DITERIMA UNTUK MEMENUHI SALAH SATU SYARAT GUNA MEMPEROLEH GELAR SARJANA TEKNIK PADA TANGGAL 26 SEPTEMBER 2008.

MENGETAHUI
PANITIA UJIAN KOMPREHENSIP SKRIPSI



Sekretaris

Sudiro, ST.MT
NIP. Y. 1039900327

Penguji I

Evy Hendrianti, ST. MMT
NIP. P. 1030300382

Penguji II

Hardianto, ST. MT
NIP.P. 1030000350

ABSTRAK

Industri tempe menghasilkan limbah cair yang cukup banyak. Limbah yang dihasilkan berasal dari proses perendaman, pencucian, penyaringan dan pencetakan. Limbah cair ini banyak mengandung bahan – bahan pencemar yang cukup tinggi dan nilai pH yang bersifat asam. Beban pencemar yang ditimbulkan sebagai akibat dari penguraian bahan – bahan organik (protein) secara alami. Untuk itu diperlukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air penerima sehingga tidak akan mencemari lingkungan sekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan kandungan BOD (Biological Oxygen Demand), TSS (Total Suspended Solid) dan NH_3 pada limbah cair tempe menggunakan Biolink-5 dengan Proses Aerasi.

Variabel penelitian yang digunakan yaitu variabel terikat meliputi BOD, TSS dan NH_3 sedangkan variabel bebas meliputi Volume Biolink-5 280 ml dan 320 ml, tekanan udara 1 atm, 2 atm dan 3 atm serta waktu 2 jam, 4 jam dan 6 jam. Tahap – tahap proses penelitian yang dilakukan adalah pembenihan (seeding) dan aklimatisasi, kemudian melakukan pengoperasian reaktor sesuai dengan variasi yang ditentukan serta melakukan analisis data menggunakan metode statistik yaitu Analisis Deskriptif, Analisis ANOVA, Analisis Korelasi dan Analisa Regresi.

Hasil penelitian menunjukkan persentase penyisihan konsentrasi tertinggi menggunakan variasi volume Biolink-5 320 ml, tekanan udara 1 atm dan waktu 6 jam yaitu pada BOD sebesar 77,52 %, TSS sebesar 83,28 % dan NH_3 sebesar 61,89 %.

Kata kunci : Biolink-5, aerasi, limbah cair tempe

Frediwati Pala, Junari., Sudiro., Dwiratna, Candra., 2008 **Processing Of Liquid Waste “ Tempe “ Use Biolink-5 With Process Of Aerasi**. Thesis. Environmental Engineering Specialty. Malang National Tecnological Institute.

ABSTRACT

Industry “ tempe “ yield liquid waste which quite a lot. Yielded waste come from process of submerged., wash, screening and printing or press. This liquid waste containing many materials of pollutant which high enough and value of pH having the character of acid. Load of pollution the generated will generate less delicate aroma in consequence of decomposition of organic materials (protein) naturally. For that needed by processing beforehand before throw away to body irrigate receiver so that will not contaminate environment around. Research aims to degrade content of BOD (Biological Oxygen Demand), TSS (Total Suspended Solid) and NH_3 at liquid waste of “ tempe “ use Biolink-5 with process of aerasi.

Used research variable that is variable tied to BOD, TSS and of NH_3 while free variable Volume of Biolink-5 280 ml and 320 ml, air pressure 1 atm, 2 atm and 3 atm and also time 2 hour, 4 hour and 6 hour. Phase - phase process research taken is seeding and aklimatisasi, later operation of reactor as according to determined variation and also analysis data use statistical methods that is Descriptive Analysis, Analysis of ANOVA, Analysis Correlation and Analysis of Regresi.

Result of research show percentage of highest concentration use volume variation of Biolink-5 320 ml, air pressure 1 time and atm 6 hour that is BOD equal to 77,52 %, TSS equal to 83,28 % and NH_3 equal to 61,89 %.

Keyword : Biolink-5, aerasi, liquid waste of ‘ tempe ‘

KATA PENGANTAR

Saya panjatkan puji syukur kepada Tuhan Yesus karena atas berkat dan penyertaan Nya, maka saya dapat menyelesaikan skripsi saya yang berjudul ” **Pengolahan Limbah Cair Tempe Menggunakan Biolink-5 Dengan Proses Aerasi** ”. Skripsi ini diajukan untuk menyelesaikan Program Sarjana Teknik Lingkungan di ITN Malang.

Pada kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada yang terhormat :

1. Bapak Sudiro, ST, MT. Selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan dan selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini
2. Ibu Chandra Dwiratna, ST, MT. Selaku Kepala Laboratorium Teknik Lingkungan dan selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini
3. Ibu Anis Artyani, ST. Selaku sekretaris Jurusan Teknik Lingkungan dan selaku dosen wali
4. Bapak dan Ibu dosen Teknik Lingkungan ITN Malang
5. Teman – teman dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini

Saya menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat hal – hal yang dapat dikembangkan lebih lanjut, untuk itu saya menyambut baik saran dan kritik demi kesempurnaan skripsi ini, saya juga berharap agar skripsi ini berguna bagi kita semua terutama teman – teman mahasiswa di Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.

Malang, Oktober 2008

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Ruang Lingkup Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Industri Tempe.....	4
2.2. Limbah Cair Industri Tempe.....	6
2.3. Pengolahan Limbah Cair Secara Biologis.....	6
2.4. Mikroorganisme.....	7
2.4.1. Pertumbuhan Mikroorganisme.....	7
2.4.2. Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroorganisme.....	10
2.5. Pengolahan Limbah Dengan Proses Aerasi.....	13
2.5.1. Defenisi Aerasi.....	13
2.5.2. Macam – Macam Metode Aerasi.....	15
2.6. Tekanan Udara.....	17
2.7. Biolink-5.....	17
2.8. Parameter Uji.....	19
2.8.1. BOD (Biological Oxygen Demand).....	19
2.8.2. TSS (Total Suspended Solid).....	20

2.8.3. NH ₃ (Amoniak).....	20
2.9. Metode Pengolahan Data Data.....	21
2.9.1. Analisis Data Statistik Dalam Minitab.....	21
2.9.2. Statistik Deskriptif.....	21
2.9.3. Statistik Inferensi.....	22
2.9.4. Generalisasi dan Kesimpulan Analisa Data.....	26

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Tempat Dan Waktu Penelitian.....	27
3.2. Variabel Penelitian.....	27
3.2.1. Variabel Terikat.....	27
3.2.2. Variabel Bebas.....	27
3.3. Spesifikasi Alat dan Bahan Yang Digunakan.....	28
3.3.1. Alat.....	28
3.3.2. Bahan.....	28
3.3.3. Gambar Alat Proses Aerasi.....	28
3.4. Prosedur Penelitian.....	29
3.4.1. Pengambilan Sampel.....	28
3.4.2. Analisis Pendahuluan.....	28
3.4.3. Pelaksanaan Percobaan.....	29
3.4.3.1. Tahap pembenihan (seeding) dan Aklimatisasi.....	29
3.4.3.2. Tahap Operasional.....	30
3.5. Metode Penelitian.....	30
3.5.1. Metode Analisis Hasil Percobaan.....	31
3.5.2. Sampling Effluen.....	31
3.5.3. Metode Statistik.....	32
3.6. Kerangka Penelitian.....	33

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik Limbah Cair Tempe Malang.....	34
4.2. Penyisihan Bahan Organik Pada Tahap Aklimatisasi.....	35

4.3. Analisis BOD, TSS dan NH ₃ Dengan Penambahan Biolink-5.....	40
4.3.1. Konsentrasi Akhir BOD, TSS dan NH ₃ Setelah Proses Aerasi Dan Sedimentasi.....	40
4.3.1.1. BOD (Biological Oxygen Demand).....	40
4.3.1.1.1. Analisis Deskriptif.....	40
4.3.1.1.2. Analisis ANOVA.....	42
4.3.1.1.3. Analisis Korelasi.....	43
4.3.1.1.4. Analisis Regresi.....	45
4.3.1.2. TSS (Total Suspended Solid).....	48
4.3.1.2.1. Analisis Deskriptif.....	48
4.3.1.2.2. Analisis ANOVA.....	50
4.3.1.2.3. Analisis Korelasi.....	51
4.3.1.2.4. Analisis Regresi.....	53
4.3.1.3. NH ₃ (Amoniak).....	56
4.3.1.2.1. Analisis Deskriptif.....	56
4.3.1.2.2. Analisis ANOVA.....	58
4.3.1.2.3. Analisis Korelasi.....	60
4.3.1.2.4. Analisis Regresi.....	61
4.4. Analisis BOD, TSS dan NH ₃ Tanpa Penambahan Biolink-5.....	65
4.4.1. Konsentrasi Akhir BOD, TSS dan NH ₃ Setelah Proses Aerasi Dan Sedimentasi.....	65
4.4.4.1. BOD (Biological Oxygen Demand).....	65
4.3.4.2. TSS (Total Suspended Solid).....	66
4.3.4.1.3. NH ₃ (Amoniak).....	68
4.5. Pembahasan.....	70
4.5.1. Penurunan BOD, TSS dan NH ₃ Setelah Proses Aerasi Dan Sedimentasi.....	70
4.5.1.1. Penurunan BOD.....	70
4.5.1.2. Penurunan TSS.....	73
4.5.1.3. Penurunan NH ₃	75

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....78
5.2. Saran.....78

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Karakteristik Limbah Cair Industri Tempe.....	6
Tabel 2.2. Koefisien Korelasi Guildford.....	23
Tabel 3.1. Metode Analisis Laboratorium.....	31
Tabel 4.1. Karakteristik Awal Limbah Cair Tempe.....	34
Tabel 4.2. Penyisihan Bahan Organik Pada Reaktor 1 (Volume Biolink-5 280ml).....	35
Tabel 4.3. Penyisihan Bahan Organik Pada Reaktor 2 (Volume Biolink-5 320 ml).....	38
Tabel 4.4. Data Konsentrasi Akhir BOD Setelah Proses Aerasi Dan Sedimentasi.....	41
Tabel 4.5. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Variasi Perlakuan Terhadap Persentase Penyisihan Konsentrasi BOD.....	42
Tabel 4.6. Analisa Korelasi Antara Persentase Penyisihan Konsentrasi BOD Dengan Tekanan Udara (atm), Waktu (jam) dan Volume Biolink-5 (ml).....	44
Tabel 4.7. Koefisien Persamaan Regresi Persentase Penyisihan Konsentrasi BOD Dengan Tekanan Udara (atm),Waktu (jam) dan Volume Biolink-5 (ml).....	45
Tabel 4.8. Hasil Uji Kelinieran Analisa Regresi Persentase Penyisihan Konsentrasi BOD Dengan Tekanan Udara (atm),Waktu (jam) dan Volume Biolink-5 (ml).....	46
Tabel 4.9. Data Konsentrasi Akhir TSS Setelah Proses Aerasi Dan Sedimentasi.....	49
Tabel 4.10. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Variasi Perlakuan Terhadap Persentase Penyisihan Konsentrasi TSS.....	50
Tabel 4.11. Analisa Korelasi Antara Persentase Penyisihan Konsentrasi TSS Dengan Tekanan Udara (atm), Waktu (jam) dan Volume Biolink-5 (ml).....	52
Tabel 4.12. Koefisien Persamaan Regresi Persentase Penyisihan Konsentrasi TSS Dengan Tekanan Udara (atm),Waktu (jam) dan Volume Biolink-5 (ml).....	53
Tabel 4.13. Hasil Uji Kelinieran Analisa Regresi Persentase Penyisihan Konsentrasi BOD Dengan Tekanan Udara (atm),Waktu (jam) dan Volume Biolink-5 (ml).....	54

Tabel 4.14. Data Konsentrasi Akhir TSS Setelah Proses Aerasi Dan Sedimentasi.....	57
Tabel 4.15. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Variasi Perlakuan Terhadap Persentase Penyisihan Konsentrasi NH ₃	59
Tabel 4.16. Analisa Korelasi Antara Persentase Penyisihan Konsentrasi NH ₃ Dengan Tekanan Udara (atm), Waktu (jam) dan Volume Biolink-5 (ml).....	60
Tabel 4.17. Koefisien Persamaan Regresi Persentase Penyisihan Konsentrasi TSS Dengan Tekanan Udara (atm),Waktu (jam) dan Volume Biolink-5 (ml).....	62
Tabel 4.18. Hasil Uji Kelinieran Analisa Regresi Persentase Penyisihan Konsentrasi BOD Dengan Tekanan Udara (atm),Waktu (jam) dan Volume Biolink-5 (ml).....	62
Tabel 4.19. Data Konsentrasi Akhir BOD Setelah Proses Aerasi Dan Sedimentasi.....	65
Tabel 4.20. Data Konsentrasi Akhir TSS Setelah Proses Aerasi Dan Sedimentasi.....	67
Tabel 4.21. Data Konsentrasi Akhir NH ₃ Setelah Proses Aerasi Dan Sedimentasi.....	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Proses Alir Pembuatan Tempe.....	5
Gambar 3.1. Gambar Alat Proses Aerasi.....	28
Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian.....	33
Gambar 4.1. Penyisihan Bahan Organik Pada Reaktor 1.....	35
Gambar 4.2. Penyisihan Bahan Organik Pada Reaktor 2.....	39
Gambar 4.3. Grafik Persentase Penyisihan Konsentrasi BOD Setelah Proses Aerasi Dan Sedimentasi.....	42
Gambar 4.4. Grafik Persentase Penyisihan Konsentrasi TSS Setelah Proses Aerasi Dan Sedimentasi.....	50
Gambar 4.5. Grafik Persentase Penyisihan Konsentrasi NH ₃ Setelah Proses Aerasi Dan Sedimentasi.....	58
Gambar 4.6. Grafik Persentase Penyisihan Konsentrasi BOD Setelah Proses Aerasi Dan Sedimentasi.....	66
Gambar 4.7. Grafik Persentase Penyisihan Konsentrasi TSS Setelah Proses Aerasi Dan Sedimentasi.....	68
Gambar 4.8. Grafik Persentase Penyisihan Konsentrasi NH ₃ Setelah Proses Aerasi Dan Sedimentasi.....	70

DAFTAR LAMPIRAN

- Hasil Analisis Parameter Air Limbah Tempe di Laboratorium Kualitas Air JasaTirta I
- Hasil Analisis pH, Temperatur dan DO
- Hasil Analisis Data BOD Menggunakan Minitab 14
- Hasil Analisis Data TSS Menggunakan Minitab 14
- Hasil Analisis Data NH₃ Menggunakan Minitab 14
- Desain Alat Proses Aerasi
- Prosedur Pemeriksaan Angka Permanganat (PV)
- Prosedur Analisis Biological Oxygen Demand (BOD)
- Prosedur Analisis Total Suspended Solid (TSS)
- Prosedur Analisis Amoniak (NH₃)
- Dokumentasi
 - Reaktor Proses Aerasi (Penambahan Biolink-5)
 - Reaktor Proses Aerasi (Tanpa Penambahan Biolink-5)
 - Proses Seeding
 - Proses Aklimatisasi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

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

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

Biolink-5 merupakan produk dari Bioindustri yang telah terbukti efektif digunakan dalam proses composting untuk mendegradasi sampah kota. Biolink-5 terdiri dari 5 macam mikroorganisme yaitu *Bacillus Subtilis*, *Basillus Thuringiensis*, *Bacillus Megaterium*, *Lactobacillus Plantarum* dan khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Semua mikroorganisme yang terdapat pada Biolink-5 ini dapat tumbuh pada kondisi aerob, sehingga digunakan sistem aerasi untuk membantu kinerja mikroorganisme.

Pada penelitian sebelumnya, Biolink-5 mampu menurunkan nilai BOD sebesar 62,15 % dan nilai TSS sebesar 69.30 % pada limbah cair industri tapioka (Haqi, 2005). Karakteristik limbah cair industri tapioka dan limbah cair industri tempe mempunyai kandungan bahan organik yang hampir sama. Limbah cair industri tapioka memiliki kandungan BOD (3100 - 20000 mg/l), lemak (0,22-0,30), protein (1,45-1,70), karbohidrat (0,67-0,68) dan pada limbah cair industri tempe memiliki kandungan BOD

(2100-13600 mg/l), lemak (0,18-0,32), protein (0,35-0,45), karbohidrat (0,12-0,30) (BPPI, 1983).

Pada prinsipnya pengolahan limbah dengan proses aerasi adalah terletak pada penambahan atau memasukkan udara ke dalam air limbah (Sugiarto, 1987). Hal yang utama pada pengolahan dengan metode aerasi adalah pengaturan penyediaan udara pada bak aerasi, yang akan membantu menguraikan bahan organik di dalam limbah. Agar pertumbuhan bakteri dapat berjalan dengan baik, maka kadar oksigen terlarut (DO) untuk proses aerobik adalah 2 mg/l .

Berdasarkan penelitian penggunaan Biolink-5 pada limbah cair industri tapioka, maka muncul ide studi untuk menurunkan kandungan BOD, TSS dan NH_3 pada limbah cair industri tempe dibantu dengan proses aerasi. Biolink-5 mempunyai harga yang relatif murah dan juga pada proses aerasi cara penggunaannya sederhana sehingga tidak membutuhkan keahlian khusus.

1.2. RUMUSAN MASALAH

Masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah :

1. Apakah penambahan volume Biolink-5 dapat menurunkan kandungan BOD, TSS dan NH_3 pada limbah cair industri tempe?.
2. Bagaimana pengaruh lamanya proses aerasi dan tekanan udara terhadap penurunan BOD, TSS dan NH_3 pada limbah cair industri tempe?.

1.3. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui kemampuan volume Biolink-5 dalam menurunkan BOD, TSS dan NH_3 pada limbah cair industri tempe.
2. Mengetahui pengaruh lamanya proses aerasi dan tekanan udara terhadap penurunan BOD, TSS dan NH_3 pada limbah cair industri tempe.

1.4. RUANG LINGKUP PENELITIAN

1. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium.
2. Parameter pokok yang dianalisis adalah kandungan BOD, TSS dan NH_3 pada limbah cair industri tempe.
3. Parameter penunjang yang dianalisis adalah pH, temperatur dan DO.
4. Menggunakan Biolink-5.
5. Sampel limbah cair yang digunakan diambil dari air sisa penyaringan, pengendapan dan pemasakan.
6. Dilakukan variasi volume Biolink-5, tekanan udara dan waktu detensi.
7. Metode yang digunakan adalah difusi aerasi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Industri Tempe

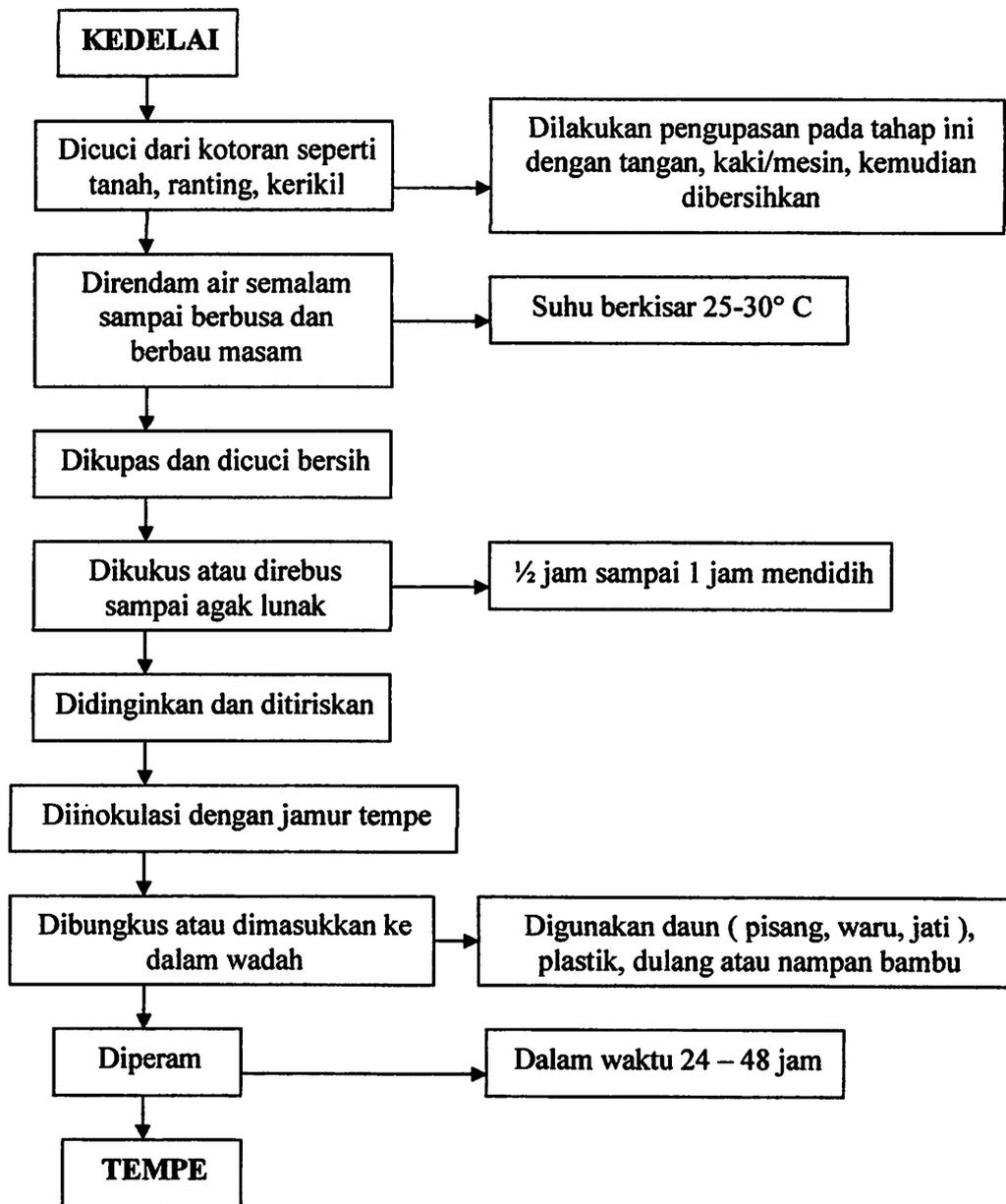
Industri tempe merupakan salah satu industri yang berbasis masyarakat atau biasa disebut *home industry*. Bahan baku utama yang digunakan untuk pembuatan tempe adalah kedelai. Limbah air tempe berasal dari proses pencucian, perendaman kedelai, dan pemasakan, dimana air buangan yang berasal dari pencucian dan perendaman nilai cemarannya tidak begitu tinggi sehingga dapat dibuang ke perairan umum dan untuk air buangan dari proses pemasakan nilai cemarannya cukup tinggi sehingga harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan (Ernita, 2004).

Menurut (Kasmidjo, 1990 dalam Ernita , 2004), tempe dari kedelai dibuat melalui tiga tahap yaitu :

1. Hidrasi dan pengasaman biji kedelai dengan direndam beberapa lama (untuk daerah tropis kira – kira semalam).
2. Sterilisasi sebagian (bukan merupakan sterilisasi mutlak) terhadap biji kedelai, yaitu dengan perebusan atau pengukusan.
3. Fermentasi oleh jamur tempe yang diinokulasikan segera setelah sterilisasi.

Proses pembuatan tempe secara tradisional, yaitu kedelai kering direndam semalam dengan air dingin atau satu jam sampai beberapa jam dalam air panas untuk membasahi atau melonggarkan kulitnya. Setelah dibuang, biji direbus atau dikukus setengah matang selama 30-120 menit, dikukus dan diinokulasi dengan serpihan tempe yang telah dibuat sebelumnya dan kemudian dibiarkan berfermentasi selama 24-48 jam pada suhu kamar.

Diagram alir proses pembuatan tempe dapat dilihat pada Gambar 2.1 :



Gambar 2.1. Proses Alir Pembuatan Tempe (BPPI, 1983)

2.2. Limbah Cair Industri Tempe

Air limbah industri adalah semua air buangan bekas proses produksi, dimana jumlah aliran air limbah yang berasal dari industri tempe sangat bervariasi tergantung dari jenis dan besar kecilnya industri. Limbah cair industri sangat berbahaya bagi lingkungan dimana hal tersebut berhubungan langsung dengan sifat fisik, sifat kimia maupun sifat biologisnya. Sifat fisik dari air limbah yang terpenting adalah kandungan zat padat sebagai efek estetika, kejernihan, bau, warna dan temperatur. Kandungan bahan kimia dapat merugikan lingkungan. Bahan organik terlarut dapat menghabiskan oksigen dalam limbah serta akan menimbulkan rasa dan bau yang tidak sedap pada penyediaan air bersih, selain itu akan lebih berbahaya apabila bahan tersebut adalah bahan beracun.

Limbah cair industri tempe berupa air bekas cucian, perendaman dan perebusan kedelai. Limbah ini juga berbau asam dan busuk yang semakin lama lebih menyengat. Setiap kuintal kedelai akan menghasilkan limbah 1,5 – 2 m³ air limbah.

Tabel 2.1. Karakteristik Limbah Cair Industri Tempe

Parameter	Kandungan
BOD	2100 – 13600 mg/l
TSS	1570 - 2250 mg/l
Amonia (NH ₃)	23,3 – 23,5 mg/l
pH	4,35 – 4,76
Suhu	25 – 30 ° C

(Sumber : BPPI, 1983)

2.3. Pengolahan Limbah Cair Secara Biologis

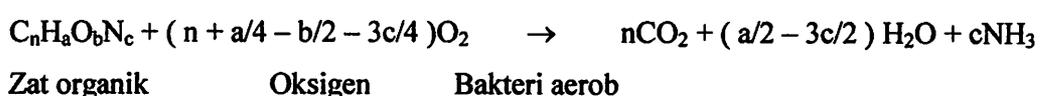
Limbah cair dapat berasal dari masyarakat, industri dan pertanian yang mengandung nitrogen dan fosfor dengan konsentrasi tinggi. Komponen – komponen tersebut tidak dapat secara langsung diendapkan sehingga perlu dilakukan pengolahan lebih lanjut untuk menurunkan konsentrasi pencemarnya. Dekomposisi didefinisikan sebagai proses pemecahan bahan – bahan organik menjadi bentuk yang lebih sederhana,

dimana dalam proses dekomposisi dibutuhkan mikroba sebagai agen pendegradasi. Proses pengolahan air limbah dengan cara biologis adalah memanfaatkan mikroorganisme (ganggang, bakteri, protozoa) untuk menguraikan senyawa organik dalam air limbah menjadi senyawa yang lebih sederhana. Pengolahan secara biologis dilakukan melalui 3 cara yaitu pengolahan secara aerob, pengolahan secara anaerob dan pengolahan secara fakultatif. Pemilihan cara pengolahan tergantung pada karakteristik limbah, kondisi dan maksud serta tujuan pengolahan.

Menurut (Sugiharto, 1987) dalam dekomposisi bahan organik dianjurkan adanya mikroba yang heterogen yang tersusun atas bakteri, fungi ataupun algae yang dapat hidup berdampingan dan secara sinergis mampu mendegradasi bahan organik dengan baik. Dalam pertumbuhannya, mikroba memerlukan adanya substrat dan nutrisi ini dapat dipenuhi dari bahan organik yang banyak terkandung dari limbah baik domestik maupun limbah industri. Semakin banyak kadar bahan organik terdegradasi yang terkandung dalam limbah maka semakin banyak pula kadar substrat dan nutrisi yang tersedia, sehingga menyebabkan komposisi biomassa dan jumlah sel mikroba semakin meningkat, hal ini dijadikan acuan efektif tidaknya suatu sistem pengolahan limbah secara biologis.

Pada zat organik, bakteri aerob menguraikan (mengoksidasi) zat organik dengan bantuan oksigen didalam air menjadi karbondioksida, air dan amoniak. Unit proses aerobik memerlukan suplai oksigen untuk mendukung respirasi mikroba.

Reaksi oksidasi tersebut adalah :



2.4. Mikroorganisme

2.4.1. Pertumbuhan mikroorganisme

Menurut (Suriawiria, 1977 dalam Widyanto, 2006) mikroorganisme (mikroba, jasad renik) adalah jasad hidup yang mempunyai bentuk sangat kecil ukurannya. Sehingga tanpa bantuan alat pembesar seperti mikroskop akan sulit sekali untuk dilihat dan diamati secara baik.

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 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 digambarkan oleh persamaan berikut :



Laju pertumbuhan berhubungan langsung dengan konsentrasi sel dan reproduksi sel merupakan hasilnya akhir dari reaksi ini.

Pola pertumbuhan mikroorganisme dibagi menjadi tujuh fase (Shuler dan Kargi, 1992 dalam Widyanto, 2006) yaitu :

1. Fase adaptasi (*lag 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 mikroorganisme 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 (*log phase*)

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 aksponensial dengan waktu. Karena konsentrasi nutrien pada fase ini sangat besar maka laju pertumbuhan tidak tergantung pada konsentrasi nutrien.

3. Fase penurunan pertumbuhan (*declining growth*)
Pada fase penurunan pertumbuhan, pertumbuhan sel akan melambat karena berkurangnya satu atau lebih nutrient atau karena adanya akumulasi materi toksik yang merupakan hasil sampingan dari proses pertumbuhan. Untuk mengatasi keterbatasan nutrient atau akumulasi buangan ini maka akan terjadi restrukturisasi 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.

2.4.2. Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroorganisme

Jenis mikroorganisme yang ditemukan pada lingkungan tertentu serta laju pertumbuhan mikroorganisme dipengaruhi oleh berbagai faktor yaitu faktor fisik dan biokimia. Faktor fisik yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme antara lain adalah pH, temperatur, konsentrasi oksigen, kelembaban, tekanan hidrostatik, tekanan osmotik, dan radiasi. Faktor biokimia (nutrien) yang mempengaruhi kehidupan mikroorganisme adalah ketersediaan karbon, nitrogen, sulfur, fosfor, dan trace element. Faktor – faktor fisik yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme (Black, 1999 dalam Widyanto, 2006) adalah :

➤ pH

Mikroorganisme memiliki pH optimum yaitu pH yang memungkinkan mikroorganisme tersebut dapat tumbuh maksimal. Nilai pH yang optimum untuk pertumbuhan mikroorganisme berkisar antara 6,5 – 7,5. Hampir semua mikroorganisme tidak dapat tumbuh secara optimal pada pH diatas atau di bawah pH optimumnya. Aktivitas biologis dapat merubah nilai pH, dimana bakteri methan sangat sensitif terhadap perubahan pH. Nilai pH dan stabilitas pH dalam reaktor sangat penting karena kecepatan terhadap methanogenesis akan tinggi apabila pH netral.

➤ Temperatur

Semua proses dalam pertumbuhan tergantung pada reaksi kimia dan laju reaksi dipengaruhi oleh temperatur.

Kisaran temperatur yang memungkinkan organisme tumbuh ditentukan terutama oleh temperatur dimana enzim yang dimiliki oleh organisme tersebut dapat berfungsi. Dalam kisaran temperatur ini, ada tiga titik kritis temperatur yaitu :

1. Temperatur minimum, yaitu temperatur terendah yang masih memungkinkan sel untuk membelah.
2. Temperatur maksimum, yaitu temperatur tertinggi yang masih memungkinkan sel untuk membelah.
3. Temperatur optimum, yaitu temperatur dimana sel dapat membelah dengan laju paling maksimal.

Bila temperatur dinaikkan melebihi temperatur optimum, maka komponen sel yang sensitif terhadap temperatur, seperti enzim, akan mengalami denaturasi dan laju pertumbuhan mikroorganisme akan turun dengan cepat. Temperatur yang berada di bawah temperatur optimum biasanya memiliki pengaruh yang cukup berarti terhadap pertumbuhan mikroorganisme dibandingkan temperatur yang berada di atas temperatur optimum. Berdasarkan hasil penelitian ternyata laju pertumbuhan mikroorganisme bertambah dua kali lipat setiap kenaikan 10° C hingga temperatur optimum tercapai. Bakteri memiliki kisaran temperatur tertentu yang memungkinkan bakteri dapat tumbuh dengan baik. Berdasarkan kisaran temperatur tersebut, bakteri dapat diklasifikasikan dalam tiga kelompok :

- Psikofilik ~ tumbuh dengan baik pada temperatur 15°C – 20°C
- Mesofilik ~ tumbuh dengan baik pada temperatur 25°C - 40°C
- Termofilik ~ tumbuh dengan baik pada temperatur 50°C – 60°C

Pada masing – masing klasifikasi kelompok tersebut, bakteri dapat dibedakan lagi menjadi dua jenis yaitu obligat dan fakultatif. Obligat berarti organisme tersebut harus berada pada kondisi lingkungan yang sensitif. Sedangkan fakultatif berarti organisme tersebut mampu mentolerir kondisi lingkungan yang ada bahkan dapat hidup di lingkungan yang berbeda dengan biasanya.

➤ Oksigen

Organisme yang menggunakan molekul oksigen sebagai akseptor elektronnya disebut aerob. Untuk organisme aerob, oksigen adalah faktor lingkungan yang membatasi laju pertumbuhan. Organisme fakultatif dapat menggunakan oksigen atau molekul kimia yang lain sebagai akseptor elektronnya. Obligat aerob tidak mampu tumbuh tanpa kehadiran oksigen sedangkan obligat anaerob dapat mati bila ada oksigen.

➤ Kelembaban

Semua sel yang aktif membutuhkan lingkungan air. Tidak seperti organisme yang berukuran besar yang memiliki lapisan pelindung serta lingkungan cairan internal, organisme bersel satu langsung bersentuhan dengan lingkungannya.

Hampir semua sel vegetatif hanya dapat hidup beberapa jam tanpa kelembaban. Hanya organisme yang berbentuk spora yang dapat hidup di lingkungan yang kering tanpa air.

➤ Tekanan hidrostatik

Tekanan hidrostatik adalah tekanan yang dimiliki oleh air yang tidak bergerak yang nilainya proporsional dengan kedalamannya. Beberapa jenis mikroba dapat hidup didalam samudra dengan tekanan lebih dari 16.000 pound tiap inci persegi, dan mikroba semacam ini disebut kelompok barofil. Bakteri ini akan mati bila diletakkan selama beberapa jam pada tekanan atmosfer standart. Spora bakteri dapat tahan terhadap tekanan 180.000 pound/inci persegi selama 14 jam. Tekanan diatas 100.000 pound/inci persegi dapat menyebabkan denaturasi protein dan inaktivasi enzim. Selain itu tekanan yang tinggi menyebabkan mengikatnya beberapa reaksi kimia, pengecilan volume koloid organik enzim, molekul dan juga menaikkan viskositas cairan dan disosiasi elektrolitnya.

➤ Tekanan osmotik

Semua mikroorganisme memiliki membran yang bersifat selektif permeabel. Membran sel ini memungkinkan sel untuk bergerak secara osmosis antara sitoplasma sel dan lingkungan sekitar sel. Lingkungan yang mengandung materi terlarut mempunyai tekanan osmotik dan tekanan osmotik ini mungkin nilainya melebihi tekanan yang dimiliki oleh materi terlarut yang terdapat di dalam sel. Bila hal ini terjadi maka sel akan kehilangan air yang ada di dalam tubuhnya dan akan mengkerut. Kondisi ini disebut plasmolisis.

➤ Radiasi

Pada umumnya cahaya mempunyai daya merusak terhadap mikroba yang tidak mempunyai pigmen fotosintesa. Energi radiasi yang berasal dari cahaya matahari diabsorpsi oleh sel mikroba, maka akan menyebabkan terjadinya ionisasi komponen – komponen sel. Ionisasi molekul – molekul tertentu dari protoplasma dapat menyebabkan kematian mikroba, perubahan – perubahan genetik atau dapat pula menghambat pertumbuhan. Energi radiasi dari sinar X,

sinar gamma dan terutama sinar ultraviolet banyak digunakan dalam praktek sterilisasi, pengawetan bahan makanan.

2.5. Pengolahan Limbah Dengan Proses Aerasi

2.5.1. Definisi Aerasi

Aerasi adalah perpindahan massa zat dari fase gas ke fase cair atau sebaliknya, terjadi bila ada kontak intim antara permukaan cairan dengan gas/udara atau juga merupakan suatu proses penambahan oksigen ke dalam air yang bertujuan untuk menurunkan konsentrasi zat pencemar. Penambahan oksigen adalah salah satu usaha dari pengambilan zat pencemar tersebut, sehingga konsentrasi zat pencemar yang terdapat di dalam air akan berkurang atau bahkan dapat dihilangkan sama sekali. Proses penambahan udara ke dalam limbah bertujuan agar kecepatan aktivitas bakteri perombak bisa ditingkatkan sebab pasokan oksigen telah terpenuhi. Selama proses ini bahan buangan organik dipecah menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana oleh bakteri yang telah ditambahkan sebelumnya.

Yang paling utama pada pengolahan dengan menggunakan metode aerasi ini adalah pengaturan penyediaan udara atau oksigen pada bak aerasi, dimana bakteri aerob akan menguraikan bahan organik di dalam air dengan bantuan oksigen (O_2). Penyediaan ini bertujuan untuk meningkatkan kenyamanan lingkungan dan kondisi sehingga bakteri pengurai bahan organik atau bakteri aerob dapat tumbuh dan berkembang biak sehingga kelangsungan hidupnya terjamin. Penyediaan udara yang lancar dapat mencegah terjadinya penumpukan endapan yang ada di dalam bak aerasi. Dengan banyaknya endapan tersebut menyebabkan terjadinya penahanan pemberian oksigen (O_2) ke dalam sel yang akan menyebabkan timbulnya situasi bakteri anaerob. Oleh karena itu, pemberian oksigen (O_2) yang cepat melalui jet aerator atau nozzles serta pemutaran dengan menggunakan baling – baling dapat mencegah timbulnya gumpalan dan akan meningkatkan penyerapan oksigen (Sugiarto, 1987).

Faktor – faktor yang mempengaruhi aerasi adalah (Slamet dan Masduki, 2002) :

a. Suhu

Koefisien penyerapan oksigen akan meningkat seiring dengan kenaikan suhu, karena suhu dalam air akan mempengaruhi tingkat difusi, tegangan permukaan dan kekentalan air. Kemampuan difusi oksigen meningkat dengan peningkatan suhu, sedangkan tegangan permukaan dan kekentalan menurun seiring dengan kenaikan suhu.

b. Kejenuhan oksigen

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

c. Karakteristik air

Dalam praktek ada perbedaan nilai koefisien penyerapan oksigen air limbah yang mengandung materi tersuspensi, surfaktan (detergen) dalam larutan dan perbedaan temperatur.

d. Derajat turbulensi

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

1. Turbulensi akan menurunkan derajat tahanan liquid film
2. Turbulensi akan meningkatkan laju perpindahan massa oksigen karena terjadi percepatan laju pergantian permukaan bidang kontak yang berakibat pada defisit oksigen supaya tetap konstan.
3. Turbulensi secara langsung akan meningkatkan nilai koefisien perpindahan oksigen.

Pada prakteknya terdapat 2 cara untuk menambahkan oksigen ke dalam air (Sugiharto, 1987) yaitu :

1. Memasukkan udara ke dalam air limbah

Adalah proses memasukkan udara atau oksigen ke dalam air limbah melalui benda porous atau nozzle. Apabila nozzle diletakkan ditengah-tengah, maka akan meningkatkan kecepatan berkontaknya gelembung udara tersebut dengan air limbah, sehingga proses pemberian oksigen akan berjalan lebih cepat. Oleh karena itu, biasanya nozzle ini diletakkan pada dasar bak aerasi. Udara yang

dimasukkan adalah berasal dari udara luar yang dipompakan ke dalam air limbah oleh pompa tekan.

2. Memaksa air ke atas untuk berkontak dengan oksigen

Adalah cara mengontakkan air limbah dengan oksigen melalui pemutaran baling – baling yang diletakkan pada permukaan air limbah. Akibat dari pemutaran ini, air limbah akan terangkat ke atas dan dengan terangkatnya maka air limbah akan mengadakan kontak langsung dengan udara sekitarnya

2.5.2. Macam – Macam Metode Aerasi

Proses aerasi dapat dibedakan dalam beberapa jenis sesuai dengan sifat operasinya, yaitu :

a. Aerasi difusi

Aerasi difusi berupa suatu tangki yang berbentuk persegi dengan pipa diffuser yang berpori-pori berbentuk plat atau tabung yang dipasang pada bagian bawah tangki aerasi. Udara diinjeksikan lewat pompa tekan dari dasar naik keatas secara terus-menerus di permukaan air. Udara yang bertekanan dihasilkan dari kompressor dan dimasukkan ke dalam air dari dasar tangki melalui orifice atau nozzle dari sistem perpipaan sehingga terjadi distribusi yang seragam pada seluruh air. Gelembung – gelembung udara yang naik menuju ke permukaan air menghasilkan turbulensi sehingga terjadi transfer gas antara gelembung-gelembung udara dengan air dan antara air dengan udara pada interfase.

b. Aerasi gravitasi

• Cascade

Aerasi cascade terdiri atas tangga – tangga dimana air dialirkan pada tangga – tangga tersebut dengan lapisan yang tipis, biasanya dengan kedalaman 15 cm – 30 cm untuk masing – masing anak tangga. Menyebarkan air sebanyak – banyaknya dan mengalirkannya melalui anak tangga – anak tangga yang dapat menghasilkan turbulensi dan

menciptakan interfase yang seluas – luasnya sehingga terjadi kontak antara air dengan udara yang semaksimal mungkin.

- **Packing tower**

Pada aerasi packing tower, air dialirkan dari atas dengan metode jatuhan melalui pipa yang berlubang sehingga didapatkan air dengan ukuran yang kecil, sedangkan dari bagian bawah dialirkan udara ke arah atas yang juga melalui pipa berlubang sehingga air dan udara mengalir dengan arah berlawanan. Dalam packing tower, menara diisi dengan bentuk yang tidak teratur yang digunakan untuk memperluas area permukaan tempat terjadinya kontak antara air dengan udara. Media biasanya ada dalam ukuran yang kecil – kecil dengan bentuk yang berbeda – beda dan terbuat dari keramik, stainless steel atau plastik

- **Tray**

Pada aerasi tray, air disalurkan melalui pipa dengan penampang tersusun secara seri sehingga pengalirannya ssecara bertahap atau tray. Media yang digunakan pada tiap tray biasanya batu arang, batu atau keramik berbentuk bola dengan ukuran diameter sekitar 50 – 150 mm yang ditempatkan pada permukaan tray dengan tujuan untuk memperbaiki efisiensi perpindahan gas, penyebaran air dan sebagai oksidasi mangan. Penampang dibuat berlapis – lapis dengan jumlah tray sekitar 3 – 9 tary dengan jarak antar tray 30 – 75 cm dengan ketinggian tiap tray 1 – 3 m. Air yang melalui media dapat menciptakan gelembung karena kontak dengan udara. Bahan yang digunakan biasanya dar bahan stainless steel, aluminium, plastik dan kayu.

c. **Aerasi semprot**

Pada aerasi semprot, air didalam alat semprot menyembur seperti air mancar naik keatas kemudian turun seperti kabut atau tetesan yang sangat

lembut (air turun secara vertikal). Instalasi bangunan terdiri dari sebuah penampang yang dilengkapi dengan alat semprot (nozzles) dengan lubang – lubang semprot disepanjang kisi-kisi pedistribusian pipa. Diameter lubang alat semprot (nozzles) sekitar 10 – 40 mm dengan jarak interval tiap pipa berkisar 0,5 – 1 m atau lebih (Popel, 1974).

d. Aerasi mekanik

Pada aerasi mekanik biasanya digunakan untuk air limbah. Membuat suatu lapisan penghubung antara udara dan air dengan alat dan konstruksi yang berbeda. Alat ini akan menghasilkan cipratan air ke atas permukaan sehingga terjadi kontak antara udara dan air, yang menyebabkan terlarutnya oksigen dalam air.

2.6. Tekanan Udara

Tekanan udara adalah tekanan udara yang diberikan dengan ketetapan gas dan suhu ° K. Jika tekanan udara kecil, volume udara besar maka kandungan oksigen yang digunakan untuk proses aerasi besar sehingga meningkatkan presentasi removal. Tapi jika tekanan udara besar, volume udara kecil maka kandungan oksigen yang digunakan untuk proses aerasi kecil sehingga presentasi removalnya kecil.

2.7. Biolink-5

Biolink-5 merupakan produk bioindustri yang selama ini telah terbukti efektif digunakan dalam proses *composting* untuk mendegradasi sampah kota, dimana Biolink-5 terdiri dari 5 mikroorganisme yang semuanya bekerja sama dan berperan dalam pendegradasian limbah organik (Widyastuti, 1995 dalam Haqi 2005) yaitu :

- *Bacillus thuringiensis*

Bacillus thuringiensis termasuk bakteri gram positif dan membentuk spora yang digunakan untuk mengontrol hama dalam pertanian, kehutanan dan kedokteran. Bakteri ini memiliki toksisitas yang tinggi terhadap larva nyamuk, dimana kristal endotoksin *Bacillus thuringiensis* mampu membunuh berbagai ordo serangga yaitu Lepidoptera, Diptera, Coleoptera, Hymenoptera, Isoptera dan

Orthoptera. *Bacillus thuringiensis* berbentuk batang dengan lebar 1 – 1,5 μm , spora bentuk oval, bersifat fakultatif anaerob dengan suhu optimum pertumbuhan sekitar 30° C . *Bacillus thuringiensis* dikenal mempunyai patogenitas tinggi terhadap jentik nyamuk dan jentik lalat serta tidak berbahaya bagi manusia, hewan piaraan, serangga dengan nilai ekonomis, ikan ataupun organisme lain yang bukan sasaran.

- *Bacillus megaterium*

Bacillus megaterium adalah bakteri gram positif berbentuk batang dan mempunyai spora, spora ini akan membantu bakteri untuk tetap hidup pada kondisi yang kurang menguntungkan seperti panas dan kekeringan. *Bacillus megaterium* dapat menghasilkan enzim protease, mempunyai pH optimal untuk aktivitasnya yaitu pada pH 7. *Bacillus megaterium* merupakan salah satu jenis dari bakteri proteolitik yaitu bakteri yang mampu menghasilkan enzim yang dapat menghidrolisis protein. Kelebihan dari *Bacillus megaterium* adalah dapat tumbuh dengan baik pada media produksi yang murah dan dapat hidup pada berbagai kondisi lingkungan dengan berbagai sumber karbon (termasuk limbah dari industri daging dan sirup jagung), cukup resisten terhadap panas dan kekeringan, tidak menghasilkan metabolit yang beracun, mensekresi berbagai jenis protein dan merupakan bakteri non patogenik

- *Bacillus subtilis*

Bacillus subtilis berpotensi untuk melindungi luka pada buah akibat pemetikan ataupun proses pengepakan, juga telah dikenal dapat menekan berbagai macam pathogen tanaman yang menyerang berbagai bagian tanaman. Disamping itu *Bacillus subtilis* juga mampu menghambat pertumbuhan jamur, mendegradasi protein sebagai perombak pati dan gula (Anonim, 2004).

- *Lactobacillus plantarum*

Lactobacillus plantarum merupakan bakteri gram positif, berbentuk batang dan sering membentuk pasangan dan rantai dari sel-selnya. Jenis ini umumnya lebih tahan terhadap keadaan asam dari pada jenis lainnya. *Lactobacillus plantarum* yang ditumbuhkan diatas media selektif pada kondisi pH 6 dapat menghasilkan kultur filtrate antibiotik yang bersifat sebagai bakterisida. *Lactobacillus plantarum*

umumnya memfermentasi gula heksosa menghasilkan asam laktat dan diketahui dapat menghambat pertumbuhan bakteri perusak dan pathogen pada bahan pangan, serta pada limbah cair berguna untuk mengurangi bau. Penghambatan tersebut disebabkan produksi sejumlah anti mikroba oleh bakteri asam laktat hydrogen peroksida dan bakteriosin

- *Saccharomyces cerevisiae*

Saccharomyces cerevisiae termasuk khamir, yaitu mikroorganisme bersel tunggal dengan ukuran 5 – 20 mikron dan 5 – 10 kali lebih besar dari ukuran bakteri. Tubuhnya terdiri dari lapisan dinding luar yang mengandung polisakarida kompleks dan dibawahnya terletak membrane sel, sitoplasma mengandung satu inti bebas dan vakuola . Suhu pertumbuhan bagi *Saccharomyces cerevisiae* adalah maksimum pada suhu 35 – 37 ° C, minimal pada suhu 9 – 11 ° C dan suhu optimalnya pada 30 ° C. pH untuk pertumbuhan yang baik yaitu antara 5 dan 6. Di dunia industri, khamir ini dimanfaatkan sebagai penghasil ragi roti serta dalam proses pembuatan minimum beralkohol. *Saccharomyces cerevisiae* sering digunakan dalam industri roti karena mempunyai sifat fisiologis yang stabil dan cepat memfermentasi gula (Sudarmadji, 1988). Khamir juga menghasilkan enzim lipase yang dapat mendegradasi lemak menjadi asam lemak dan gliserol. *Saccharomyces cerevisiae* juga berperan dalam mencerna / mendegradasi pati, glukosa dan gula tebu serta dalam limbah cair digunakan sebagai penetral bau. Media yang biasa digunakan untuk memproduksi khamir adalah tetes, garam ammonium, garam organik dan garam mineral lainnya.

2.8. Parameter Uji

2.8.1. BOD (Biological Oxigen Demand)

BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan senyawa organik secara biologi. Hal ini merupakan petunjuk untuk mengetahui banyaknya zat organik yang terkandung di dalam sampel air tersebut. Pada dasarnya kebutuhan oksigen sejalan dengan jumlah bahan organik yang diuraikan oleh mikroorganisme. Makin banyak zat organik akan semakin besar nilai BOD.

2.8.2. TSS (Total Suspended Solid)

TSS merupakan jumlah berat dalam mg/l kering lumpur yang ada di dalam air limbah setelah mengalami penyaringan (Sugiharto, 1987). TSS dapat diklasifikasikan menjadi zat padat terapung yang selalu bersifat organis dan zat padat terendap yang dapat bersifat organis dan inorganis. Pada umumnya material yang terlingkup dalam TSS berupa tanah liat, kwarts, protein, sisa tanaman dan bakteri. Limbah yang mengandung TSS tinggi dapat merusak ekosistem perairan sebagai badan air penerima. Material TSS dapat menghalangi sinar matahari menembus lapisan perairan, sehingga proses fotosintesis menurun yang menyebabkan konsentrasi oksigen menurun pula. Konsentrasi oksigen yang menurun mengakibatkan kematian pada makhluk hidup perairan tersebut dan hal ini akan meningkatkan proses nitrifikasi.

2.8.3. NH₃

Amoniak (NH₃) merupakan senyawa nitrogen yang menjadi NH₄ pada pH rendah dan disebut ammonium. Amoniak dalam air permukaan berasal dari air seni maupun tinja, juga berasal dari oksidasi zat organis secara mikrobiologis yang berasal dari air buangan maupun air alam. Amoniak berada dimana-mana dari kadar beberapa mg/l pada air permukaan dan air tanah sampai kira-kira 30 mg/l lebih, karena NH₃ dapat menempel pada butir-butir tanah liat tersebut. Terbentuknya NH₃ dalam air limbah tempe dikarenakan terjadinya proses pembusukan sisa-sisa bubur kedelai.

2.9. Metode Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan secara statistik. Statistik merupakan salah satu metode analisis dalam penelitian yang hasil analisisnya dapat digunakan sebagai alat bantu mengambil suatu keputusan dalam suatu penelitian. Pada intinya, analisis data statistik berkaitan dengan konsep-konsep mengumpulkan, menyajikan dan menyarikan data. Hasil intepretasi analisis data statistik yang telah dilakukan akan membantu peneliti dalam mengambil suatu kesimpulan atas penelitian yang telah dilakukan. Metodologi statistik didasarkan pada proses analisisnya yang meliputi analisis deskriptif dan analisis konfirmatif (inferensi).

Pengolahan data secara statis membutuhkan ketelitian dan kesabaran yang cukup tinggi. Pekerjaan mengolah data statistik bisa dimudahkan dengan menggunakan program aplikasi untuk mengolah data statistik. Salah satu program aplikasi statistik adalah Minitab.

2.9.1. Analisis Data Statistik Dalam Minitab

Minitab merupakan salah satu program aplikasi statistika yang banyak digunakan untuk mempermudah pengolahan data statistik. Minitab dapat digunakan dalam pengolahan data statistik untuk tujuan sosial maupun teknik. Minitab menyediakan beberapa pengolahan data untuk melakukan analisis regresi, membuat ANOVA, membuat alat pengendali kualitas statistika, membuat desain eksperimen, membuat peramalan dengan analisis time series, analisis reliabilitas, dan analisis multivariat, serta menganalisis data kualitatif (Iriawan dan Astuti, 2006).

2.9.2. Statistik Deskriptif

Statistik deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisa data dengan cara mendeskriptifkan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum. Statistik deskriptif memberikan informasi secara visual dan lebih bersifat subyektif dalam pembuatan analisisnya.

Analisis statistik deskriptif menunjukkan ukuran kecenderungan pusat seperti rata-rata (Mean), median, Kuartil 1 (Q1), kuartil 3 (Q3), serta ukuran penyebaran data seperti standar deviasi (StDev) dan standar error of mean (SE Mean). Statistik deskriptif menyediakan pula informasi data tertinggi (Maksimum) dan terendah (Minimum) yang berguna untuk mengukur range sebagai ukuran penyebaran data.

Minitab menyediakan alat statistik untuk analisis deskriptif yaitu *Display Descriptive Statistic* yang merupakan sub menu dari menu utama yaitu *Basic Statistic* atau statistik sederhana (Iriawan dan Astuti, 2006).

2.9.3. Statistik Inferensi

Statistik inferensi mencakup semua metode yang berhubungan dengan analisis data untuk kemudian sampai pada peramalan atau penarikan kesimpulan. Statistik inferensi dapat memberikan informasi lebih obyektif terutama dalam proses pengambilan keputusan yang ditunjang dengan adanya nilai tingkat kesalahan pengukuran. Statistik inferensi selanjutnya akan dijabarkan kembali ke dalam penaksiran titik dan penaksiran selang dari suatu nilai parameter dan juga pengujian hipotesis dari suatu masalah. Beberapa analisa yang terdapat dalam statistik inferensi adalah sebagai berikut :

1. Analisis korelasi

Untuk mengetahui derajat hubungan antar variabel digunakan analisis korelasi. Ukuran yang dipakai untuk mengetahui derajat hubungan, terutama untuk data kuantitatif dinamakan koefisien korelasi. Koefisien korelasi adalah indeks atau bilangan yang digunakan untuk mengukur derajat hubungan, meliputi kekuatan hubungan dan bentuk atau arah hubungan. Nilai hubungan berada pada selang tertutup $(-1, 1)$. Untuk membaca besarnya derajat keeratan dari hubungan terdapat dua hal yang harus diperhatikan, yakni :

- Melihat tanda dari derajat keeratan, positif atau negatif. Hubungan statistika kedua peubah akan negatif apabila salah satu variabel memiliki hubungan yang bertolakbelakang dengan peubah lainnya. Atau dengan kata lain, apabila nilai satu peubah membesar maka nilai peubah lainnya mengecil. Sedangkan hubungan statistika kedua peubah akan bernilai positif jika hubungan kedua peubah searah atau dengan kata lain apabila satu peubah nilainya membesar maka peubah lainnya ikut membesar dan sebaliknya.
- Melihat besarnya nilai derajat keeratan. Untuk membaca nilai dari derajat keeratan dapat digunakan klasifikasi hubungan statistika dua peubah menurut *Guilford* pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Koefisien Korelasi Guilford

Nilai Hubungan Statistika Dua Peubah	Keterangan
< 0,2	Tidak terdapat hubungan antara kedua peubah
Antara 0,2 s/d 0,4	Hubungan kedua peubah lemah
Antara 0,4 s/d 0,7	Hubungan kedua peubah sedang
Antara 0,7 s/d 0,9	Hubungan kedua peubah kuat
Antara 0,9 s/d 1	Hubungan kedua peubah sangat kuat

(Sumber : Soleh,2005)

Sebagai catatan penting, nilai hubungan statistika dua peubah sama dengan '1' memiliki makna bahwa terdapat hubungan yang sempurna antara kedua peubah. Atau dengan kata lain, nilai suatu peubah dapat dengan tepat atau pasti dijelaskan oleh peubah lainnya. Lain halnya dengan nilai statistika dua peubah sama dengan '0' menunjukkan tidak adanya hubungan diantara kedua peubah atau terjadi hubungan nonlinier (Iriawan dan Astuti, 2006).

➤ Hipotesis.

Hipotesis hasil uji korelasi:

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

Dasar pengambilan keputusan:

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

➤ Input data dalam software Minitab 14 (Iriawan dan Astuti, 2006)

- a. Pilih basic statistic > Correlation
- b. Pada kotak dialog, klik dua kali pada semua variabel (variabel bebas dan variabel terikat)

- c. Untuk menampilkan p-value, pilih display p-value.
- d. Klik ok.

2. Analisis regresi

Analisis regresi adalah suatu analisis yang digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antara variabel respons dan variabel prediktor, mengetahui pengaruh variabel prediktor terhadap variabel respons dan untuk memprediksi pengaruh variabel prediktor terhadap variabel respons (Iriawan dan Astuti, 2006).

Model regresi memiliki variabel prediktor atau variabel bebas (x) dan variabel respons atau variabel terikat (y). Kedua variabel dihubungkan dalam bentuk persamaan matematika. Bentuk persamaan regresi secara umum adalah :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k$$

Dimana :

- Y = Variabel respons.
- β_0 = Intersep (nilai Y ketika variabel bebas bernilai nol)
- $\beta_1 \dots \beta_k$ = Parameter model regresi untuk variabel $X_1, X_2 \dots X_k$
- $X_{1,2,\dots,k}$ = Variabel bebas

Pada analisis regresi juga diperlukan beberapa pengujian, yaitu :

- Uji F yang digunakan untuk mengetahui kelinieran model regresi.

Hipotesis:

H_0 = Y tidak memiliki hubungan linier dengan X_1 dan X_2

H_1 = Y memiliki hubungan linier dengan X_1 dan X_2

Pengambilan Keputusan :

Dengan membandingkan statistik F hitung dengan F tabel. Apabila F hitung > dari F tabel, maka kesimpulannya adalah H_0 ditolak dan H_1 diterima. Atau variabel Y (variabel terikat) dengan X (variabel bebas) mempunyai hubungan linier

- Uji T digunakan untuk mengetahui signifikansi koefisien dari variabel bebas.

Hipotesis:

H_0 = koefisien regresi tidak signifikan

H_1 = koefisien regresi signifikan

Pengambilan keputusan:

Dengan membandingkan statistik t hitung dengan statistik t tabel. Jika statistik t hitung < statistik t tabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Jika statistik t hitung > statistik t tabel, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima

- Input data dalam software Minitab 14 (Iriawan dan Astuti, 2006)
 - a. Pilih stat > Regression > Regression
 - b. Dalam Response, masukan variabel terikat dengan cara klik dua kali pada variabel terikat.
 - c. Dalam Prediktor, masukan variabel bebas dengan cara klik dua kali pada semua variabel bebas.
 - d. Klik option > muncul kotak dialog option.
 - e. Di bawah display, pilih variance inflation factors. (Untuk mengidentifikasi adanya multikolinier dalam model)
 - f. Pada kotak dialog option, klik ok.
 - g. Pada kotak dialog regression klik ok.

3. Analisis varian

Pengujian menggunakan analisis varian dalam statistika parametrik diantara kelompok yang saling memiliki perbedaan sebagai akibat adanya perlakuan dilakukan dengan menggunakan *Analysis of Varian* (ANOVA). One - Way (Unstacked) merupakan sub menu yang digunakan untuk membuat ANOVA dengan masing – masing grup berada dalam kolom terpisah. Uji ini dilakukan berdasarkan distribusi nilai F.

Hipotesis hasil uji One Way ANOVA :

H_0 = Rata-rata sampel perlakuan adalah identik.

H_1 = Rata-rata sampel perlakuan adalah tidak identik.

Dasar pengambilan keputusan:

Berdasarkan pada perbandingan F hitung dengan F tabel.

Jika statistik hitung (angka F *output*) > statistik tabel (tabel F), H_0 ditolak.

Jika statistik hitung (angka F *output*) < statistik tabel (tabel F), H_0 diterima.

- Input data dalam software Minitab 14 (Iriawan dan Astuti, 2006)
 - a. Pilih stat > ANOVA > One - Way (Unstacked).
 - b. Muncul kotak dialog One - way Analysis of Variance.
 - c. Dalam Response, masukan variabel terikat dengan cara klik dua kali pada variabel terikat.
 - d. Dalam Prediktor, masukan variabel bebas dengan cara klik dua kali pada semua variabel bebas
 - e. Klik ok.

2.9.4. Generalisasi dan Kesimpulan Analisa Data

Generalisasi adalah penarikan suatu kesimpulan umum dari suatu analisis penelitian. Generalisasi yang dibuat harus berkaitan dengan teori yang mendasari penelitian yang dilakukan.

Generalisasi ini dibuat setelah interpretasi data atau penemuan yang telah dilakukan. Setelah melakukan generalisasi, selanjutnya dibuat kesimpulan-kesimpulan yang lebih khusus (terinci) dari penelitian berdasarkan generalisasi yang telah dibuat (Iqbal, 2002 dalam Juli, 2005).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan ITN Malang yang dilaksanakan pada bulan Juni 2008.

3.2. Variabel Penelitian

3.2.1. Variabel Terikat

- a. BOD
- b. TSS
- c. NH_3

(Pada limbah cair tempe, kandungan BOD, TSS dan NH_3 cukup tinggi)

3.2.2. Variabel Bebas

- a. Volume Biolink-5 (280 ml dan 320 ml)

(Berdasarkan standart yang tertera pada label botol, penambahan volume Biolink-5 pada limbah cair yaitu 40 ml dalam setiap 1 liter air limbah. Limbah cair tempe yang digunakan 7 liter, jadi penambahannya 280 ml dan ditambah 40 ml yaitu 320 ml).

- b. Waktu aerasi (2 jam, 4 jam, 6 jam)

(Dalam (Sugiarto, 1987) waktu tinggal mikroorganisme dalam proses aerasi adalah 4 – 8 jam. Digunakan variasi 2 jam karena dalam tahap ini juga ditambahkan Biolink-5 sehingga dapat menurunkan bahan organik dalam limbah cair tempe).

- c. Tekanan Udara (1 atm, 2 atm, 3 atm)

(Berdasarkan hasil perhitungan pada lampiran tekanan udara yang digunakan 2 atm, kemudian dibuat variasi untuk mengetahui tekanan udara yang paling efektif dimana semakin kecil tekanan udara maka volume udara yang dihasilkan semakin besar dan semakin besar tekanan udara maka volume udara yang dihasilkan semakin kecil).

3.3. Spesifikasi Alat dan Bahan yang digunakan

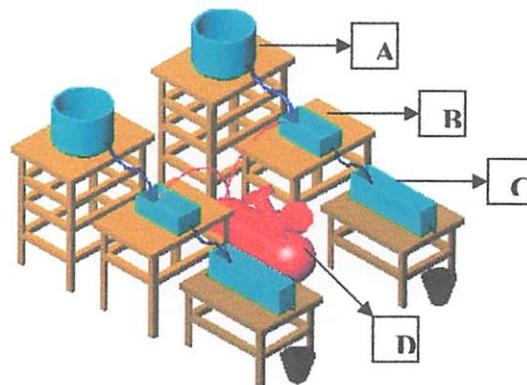
3.3.1. Alat

- a. Bak plastik
- b. Bak aquarium
- c. Kompresor
- d. Nozzle
- e. Kran
- f. Bak aerasi dengan $P = 40$ cm, $L = 25$ cm dan $T = 30$ cm
- g. Bak pengendapan dengan $P = 60$ cm, $L = 20$ cm, dan $T = 25$ cm
- h. Bak pengendapan dengan waktu (t) = 1 jam

3.3.2. Bahan

- a. Sampel limbah cair industri tempe
- b. Volume Biolink-5

3.3.3. Gambar Alat Proses Aerasi



Gambar 3.1. Gambar Alat Proses Aerasi

Keterangan Gambar :

A : Bak Penampung

B : Bak Aerasi

C : Bak Pengendapan

D : Kompresor

3.4. Prosedur Penelitian

3.4.1. Pengambilan sampel

- Jenis sampel

Sampel yang digunakan adalah air limbah tempe

- Lokasi Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel di Perusahaan Tempe Primkopti ” Bangkit Usaha ” jl. Sanan 49 Malang

3.4.2. Analisis Pendahuluan

Analisis pendahuluan berfungsi untuk mendapatkan gambaran awal mengenai sampel sebelum dilaksanakan penelitian.

3.4.3. Pelaksanaan Percobaan

3.4.3.1. Tahap pembenihan (seeding) dan Aklimatisasi

- a. Pembenihan (seeding)

Bibit mikroorganisme yang digunakan adalah Biolink-5, dimasukkan dalam ember kemudian dilakukan pembenihan dengan kondisi batch secara terpisah selama 2 hari. Waktu yang digunakan 2 hari karena bakteri yang terkandung dalam Biolink-5 (*Bacillus Subtilis*, *Bacillus Thuringiensis*, *Bacillus Megaterium* dapat berkembang – biak dalam waktu 2 – 5 hari sedangkan *Lactobacillus Plantarum* dan *Sacharomyces Cerevisiae* dapat berkembang – biak dalam waktu 2 – 3 hari) (Anonim, 2004).

- b. Aklimatisasi

Proses aklimatisasi menggunakan Biolink-5 dilakukan selama 1 bulan dengan menggunakan reaktor yang dibuat dan diberi suplai oksigen (diaerasi) secara terus menerus untuk menjamin terciptanya kondisi aerob di dalam reaktor.

Analisis terhadap bahan organik dilakukan untuk mengetahui perkembangan penguraian bahan organik. Kegiatan ini dilakukan melalui pengukuran Permanganat value (PV) selama aklimatisasi sampai kondisi *steady state* dicapai. Kondisi *steady state* merupakan suatu kondisi dimana penyisihan zat organik yang dikonsumsi oleh mikroorganisme mendekati harga stabil atau konstan. Apabila selisih penurunan bahan organik selama tiga hari berturut – berturut relatif stabil dengan perbedaan tidak lebih dari 10 % maka dapat dikatakan bahwa kondisi telah *steady state*.

3.4.3.2. Tahap Operasional

A. Bak Uji

Prosedur pengoperasian ini dilakukan setelah reaktor dalam kondisi *steady state*, yaitu tahap pembenihan dan aklimatisasi selesai.

Adapun cara pengoperasian reaktor Difusi Aerasi adalah sebagai berikut :

- a. Memasukkan sampel limbah cair kedalam bak penampung dan mengatur pH influen (pH dikontrol 6.5 – 7.5)
- b. Mengalirkan 7 liter sampel limbah cair dari bak penampung kedalam bak aerasi dan memasukkan volume Biolink-5 dengan berbagai variasi dosis (280 ml dan 320 ml) kemudian melakukan proses aerasi dengan tekanan udara (1 atm, 2 atm, 3 atm) serta waktu aerasi (2 jam, 4 jam, 6 jam)
- c. Mengalirkan sampel limbah cair dari bak aerasi kedalam bak pengendapan, kemudian melakukan pengendapan selama 1 jam
- d. Pengambilan sampel pada effluent
- e. Melakukan analisis BOD,TSS, NH₃, pH, Temperatur dan DO pada setiap sampel yang diambil

B. Bak Kontrol (tanpa penambahan volume biolink – 5)

- a. Memasukkan sampel limbah cair kedalam bak kontrol
- b. Mengalirkan 7 liter sampel limbah cair dari bak penampung kedalam bak aerasi dan melakukan proses aerasi dengan tekanan udara (1 atm, 2 atm, 3 atm) serta waktu aerasi (2 jam, 4 jam, 6 jam)
- c. Mengalirkan sampel limbah cair dari bak aerasi kedalam bak pengendapan, kemudian melakukan pengendapan selama 1 jam
- d. Pengambilan sampel pada effluent
- f. Melakukan analisis BOD,TSS, NH₃, pH, Temperatur dan DO pada setiap sampel yang diambil

3.5. Metode Penelitian

3.5.1. Metode Analisis Hasil Percobaan

Tabel 3.1. Metode Analisis Laboratorium

No	Parameter	Metode Analisis	Standart
1	ZAT ORGANIK	Permanganat Value (PV)	-
2	BOD	Titrimetri	APHA. Ed. 20.5210. B, 1998
3	TSS	Residu Suspensi	APHA. Ed. 20.2540. D, 1998
4	NH ₃	Destilasi – Titrimetri	APHA. Ed. 20. 4500. NH ₃ . F, 1998
5	pH	Kertas pH	-
6	DO	DO Meter	-
7	Temperatur	Termometer	-

3.5.2. Sampling Effluen

- Analisis Bahan Organik

Untuk pengukuran Permanganat Value (PV), pengambilan sampel diambil dari bak aerasi.

- Analisis BOD, TSS dan NH₃

Untuk analisis BOD, TSS dan NH₃ pengambilan sampel diambil dari bak sedimentasi karena 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 sedimentasi) yang berfungsi memisahkan air limbah dengan biosolid yang terkandung didalamnya (Slamet dan Masduki, 2000). Oleh karena itu untuk memperoleh effluen yang berkualitas tinggi, biomassa (setelah penyisihan bahan organik dari air buangan) harus dipisahkan dari supernatan yang ada di tangki aerasi. Pemisahan ini di lakukan di bak sedimentasi dengan cara pengendapan untuk memberikan kesempatan terjadinya pemisahan solid

sehingga di hasilkan supernatan yang cukup jernih untuk dibuang sebagai effluen.

- Analisis pH, Temperatur dan DO

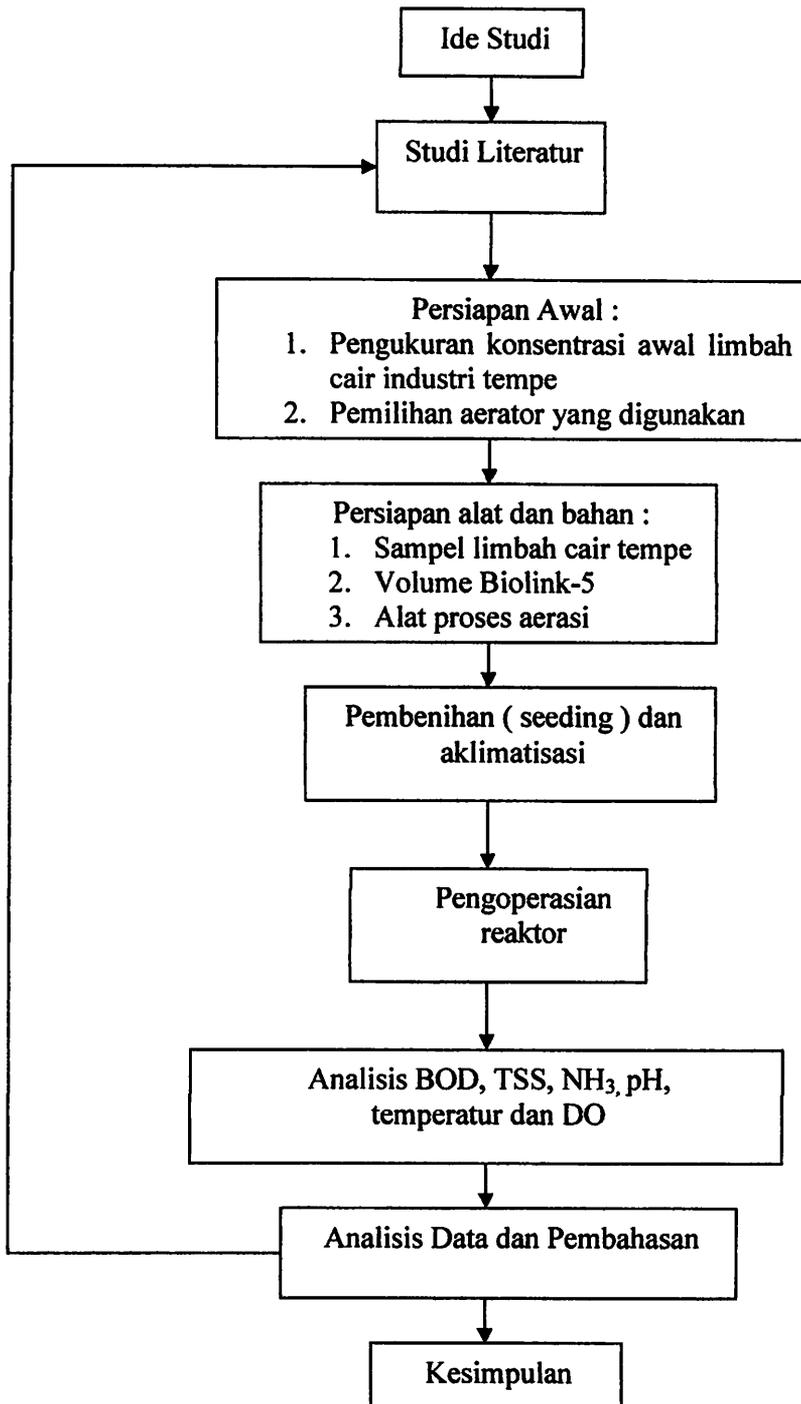
Untuk pengukuran pH, temperatur dan DO dilakukan pada bak aerasi dan bak sedimentasi.

3.5.3. Metode Statistik

Dari hasil percobaan yang didapat dilakukan analisis data dengan metode :

- ❖ Analisis Deskriptif ditujukan untuk mendapatkan gambaran berdasarkan fakta yang diperoleh dari sampel penelitian yang ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.
- ❖ Analisis Anova untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh perbedaan antara variabel volume Biolink-5, tekanan udara dan waktu terhadap variabel persentase penyisihan konsentrasi BOD, TSS dan NH_3 .
- ❖ Analisis Korelasi bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara variabel volume Biolink-5, tekanan udara dan waktu terhadap variabel persentase penyisihan konsentrasi BOD, TSS dan NH_3 .
- ❖ Analisis Regresi untuk mengetahui apakah variabel volume Biolink-5, tekanan udara dan waktu dapat memprediksi variabel persentase penyisihan konsentrasi BOD, TSS dan NH_3 .

3.6. Kerangka Penelitian



Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian

BAB IV
ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik Limbah Cair Tempe Malang

Penelitian yang dilakukan diperoleh data awal dan data akhir mengenai perubahan konsentrasi BOD, TSS dan NH₃ pada air limbah tempe dengan proses aerasi menggunakan Biolink – 5. Untuk karakteristik awal limbah cair tempe dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Karakteristik Awal Limbah Cair Tempe

Parameter	Karakteristik Awal	Baku Mutu Limbah Cair Tahu, Tempe dan Kecap Berdasarkan Surat Keputusan (SK) Gubernur Jawa Timur No.45 Tahun 2002
BOD	3376.8 mg/l	150
TSS	1501 mg/l	100
Amonia (NH ₃)	47,4 mg/l	1
DO	2,15	Minimal 4 mg/l
pH	5,23	6 – 9
Temperatur	25 ° C	

Sumber :Laboratorium Kualitas Air JasaTirta I

Berdasarkan dari Tabel 4.1 kandungan konsentrasi BOD, TSS dan NH₃ pada limbah cair tempe cukup tinggi dan tidak sesuai dengan baku mutu yang telah ditentukan sehingga perlu dilakukan pengolahan pada limbah cair tempe agar sesuai dengan baku mutu yang telah ditentukan.

4.2. Penyisihan bahan Organik Pada Tahap Aklimatisasi

Aklimatisasi merupakan proses penyesuaian diri oleh mikroorganisme terhadap lingkungan barunya dan berakhir ketika proses adaptasi sejumlah bakteri aktif dengan air limbah telah menunjukkan kestabilan dan mampu untuk menguraikan bahan organik dalam air limbah secara konstan.

Tabel. 4.2. Penyisihan Bahan Organik Pada Reaktor 1 (Biolink -5 280 ml)

Hari ke	Tanggal	Temperatur (° C)	pH	DO (mg/l)	Bahan Organik (mg/l)	Selisih Bahan Organik (mg/l)	Penyisihan Bahan Organik (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	31 Mei	26	5.23	2.15	34760	0	0
1	1 Juni	27	6.89	2.9	24226.67	10533.33	30.3
2	2 Juni	26	7.53	3.5	20765.71	3460.95	14.28
3	3 Juni	26	7.87	4.3	36340	-15574.28	-
4	4 Juni	26	7.06	3	35550	790	2.17
5	5 Juni	25	7.4	3.2	27176	8374	23.55
6	6 Juni	26	8.08	2.7	15097.78	12078.22	44.44
7	7 Juni	25	7.3	3.03	23700	-8602.22	-
8	8 Juni	26	7.8	3.5	20314.29	3385.71	14.28
9	9 Juni	26	7.14	3.5	29704	-9389.71	-
10	10 Juni	26	6.62	3.43	13272	16432	55.31
11	11 Juni	25	7.64	3	11778.18	1493.81	11.25
12	12 Juni	24	7.96	3.2	23173.33	-11395.15	-
13	13 Juni	24	7.1	3	11898.18	11395.15	49.17
14	14 Juni	25	7.77	2.6	23384	-11605.81	-
15	15 Juni	26	8.12	3.3	19592	3792	16.21
16	16 Juni	26	7.21	2.5	17775	1817	9.27
17	17 Juni	26	7.49	2.5	16778.1	996.90	5.6
18	18 Juni	24	7.94	3.1	17617	-838.90	-
19	19 Juni	25	7.2	3.1	16572.25	1044.75	5.93
20	20 Juni	25	7.1	3.5	15485.96	1086.29	6.55
21	21 Juni	25	7.05	3.3	14359.87	1126.09	7.27

Contoh perhitungan penyisihan bahan organik dari Tabel 4.2. adalah :

- Kolom 7 = Konsentrasi Bahan Organik awal - Konsentrasi Bahan Organik Akhir.

$$= 34760 \text{ mg/l} - 24226.67 \text{ mg/l}$$

$$= 10533.33 \text{ mg/l}$$

- Kolom 8 = $\frac{\text{KonsentrasiAwal} - \text{KonsentrasiAkhir}}{\text{KonsentrasiAwal}} \times 100\%$

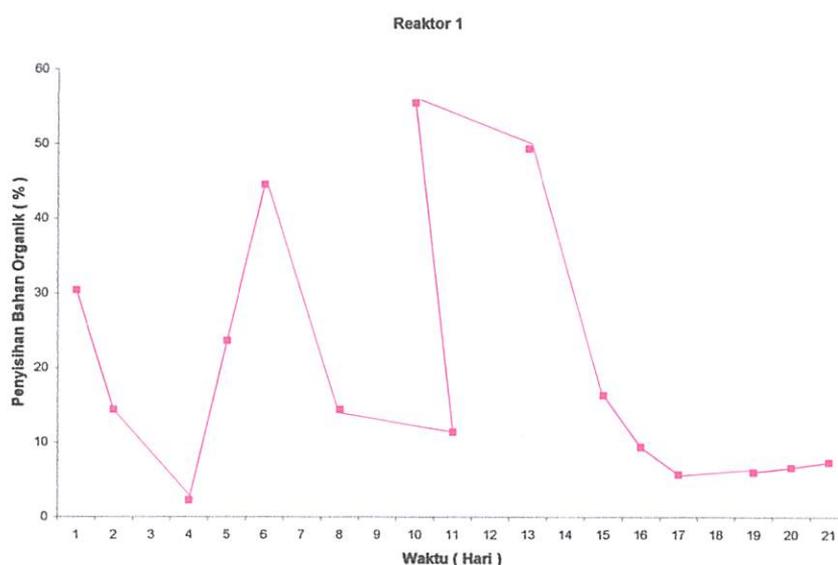
$$= \frac{34760 \text{ mg/l} - 24226.67 \text{ mg/l}}{34760 \text{ mg/l}} \times 100\%$$

$$= 30.3 \%$$

Keterangan :

- Nilai Selisih (-) terjadi peningkatan bahan organik berarti tidak terjadi penyisihan bahan organik
- Nilai Selisih (+) terjadi penurunan bahan organik
- Pada Tabel 4.3. perhitungannya sama dengan perhitungan pada Tabel 4.2.

Berdasarkan Tabel 4.2. dan Gambar 4.1. pada saat aklimatisasi terjadi fluktuasi penyisihan bahan organik. Untuk penyisihan bahan organik terendah terjadi pada hari ke 4 sebesar 2,17 %. Sedangkan penyisihan bahan organik tertinggi terjadi pada hari ke 10 sebesar 55,31 %. Untuk penyisihan bahan organik dengan fluktuasi dibawah 10 % selama tiga hari berturut – turut terjadi pada hari ke 19 sampai hari ke 21 sebesar 5,93 % - 7,27 %, dengan konsentrasi bahan organik sebesar 16572.25 mg/l - 14359.87 mg/l. Pada tahap ini kondisi *steady state* telah tercapai. Dari Tabel 4.2. diplotkan ke grafik dapat dilihat pada Gambar 4.1.

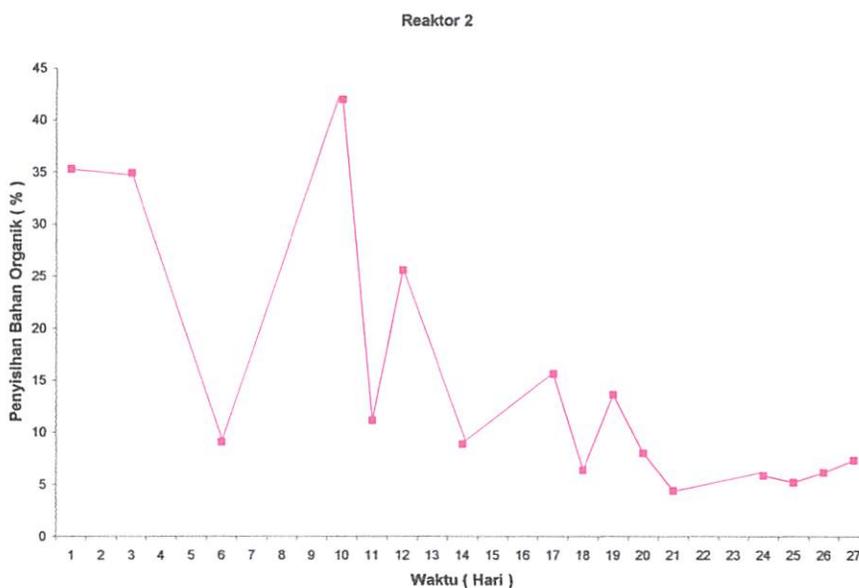


Gambar. 4.1. Penyisihan bahan organik pada reaktor 1

Tabel. 4.3. Penyisihan Bahan Organik Pada Reaktor 2 (Biolink -5 320 ml)

Hari ke	Tanggal	Temperatur (° C)	pH	DO (mg/l)	Bahan Organik (mg/l)	Selisih Bahan Organik (mg/l)	Penyisihan Bahan Organik (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	31 Mei	26	5,23	2,15	34760	0	0
1	1 Juni	27	6,54	3,00	22515	12245	35.22
2	2 Juni	26	7,25	3,40	23700	-1185	-
3	3 Juni	26	7,49	4,60	15448.89	8251.11	34.81
4	4 Juni	26	7,90	3,20	22515	-7066.11	-
5	5 Juni	25	7,27	3,40	23700	-1185	-
6	6 Juni	26	7,89	2,15	21562.35	2137.64	9.01
7	7 Juni	25	7,20	3,20	23173.33	-1610.98	-
8	8 Juni	26	7,34	2,30	36715.71	-1542.38	-
9	9 Juni	26	7,24	3,30	35312.73	-6597.01	-
10	10 Juni	26	7,86	3,80	18191.35	13121.37	41.9
11	11 Juni	25	7,21	3,20	16176.19	2015.16	11.07
12	12 Juni	24	7,85	2,25	12054.81	4121.37	25.47
13	13 Juni	24	7,05	2,20	12640	-585.18	-
14	14 Juni	25	7,91	2,80	11531.23	1108.77	8.77
15	15 Juni	26	7,25	3,05	13272	-1740.77	-
16	16 Juni	26	7,37	2,21	27176	-13904	-
17	17 Juni	26	7,23	2,20	22962.67	4213.33	15.5
18	18 Juni	24	7,56	3,30	21527.5	1435.16	6.25
19	19 Juni	25	7,05	3,10	18618.38	2909.12	13.51
20	20 Juni	25	7,15	3,10	17143	1475.37	7.92
21	21 Juni	25	7,05	3,25	16401.9	741.09	4.32
24	24 Juni	26	7,12	3,00	15448.89	953.01	5.8
25	25 Juni	25	7,15	2,50	14651.2	797.68	5.16
26	26 Juni	25	7,23	3,27	13758.69	892.51	6.09
27	27 Juni	25	7,10	3,40	12756.89	1001.8	7.28

Berdasarkan Tabel 4.3. dan Gambar 4.2. pada saat aklimatisasi terjadi fluktuasi penyisihan bahan organik. Untuk penyisihan bahan organik terendah terjadi pada hari ke 21 sebesar 4,32 %. Sedangkan penyisihan bahan organik tertinggi terjadi pada hari ke 1 sebesar 35,22 %. Untuk penyisihan bahan organik dengan fluktuasi dibawah 10 % selama tiga hari berturut – turut terjadi pada hari ke 25 sampai hari ke 27 sebesar 5,16 % - 7,28 %, dengan konsentrasi bahan organik sebesar 14651.2 mg/l - 12756.89 mg/l. Pada tahap ini kondisi *steady state* telah tercapai. Dari Tabel 4.3. diplotkan ke grafik dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar. 4.2. Penyisihan bahan organik pada reaktor 2

Proses aklimatisasi membutuhkan waktu yang lama pada reaktor 1 yaitu 19 – 21 hari sedangkan pada reaktor 2 yaitu 25 – 27 dan cukup sulit, karena massa mikroorganismenya yang besar harus dikembangkan dan beradaptasi dengan karakteristik air limbah. Penyisihan bahan organik berfluktuasi pada saat aklimatisasi menunjukkan belum cukupnya populasi mikroorganismenya yang tersedia untuk mengubah bahan

organik menjadi karbondioksida, air dan amoniak serta belum mempunya mikroorganisme untuk beradaptasi dengan kondisi yang ada seperti konsentrasi dan komposisi substrat di dalam reaktor. Peningkatan konsentrasi bahan organik pada tahap aklimatisasi di karenakan juga terjadinya kematian mikroorganisme yang tidak mampu beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang ada. Menurut pendapat (Grady dan Lim, 1980 dalam Wydianto, 2006) pada saat mikroorganisme mati, mereka akan mengeluarkan isi selnya ke media tempat mereka hidup, isi sel ini yang dapat terukur sebagai bahan organik.

Nilai yang stabil pada penyisihan bahan organik menunjukkan telah terbentuknya bakteri aktif yang mampu untuk menguraikan bahan organik dalam air limbah. Kegiatan ini dilakukan sampai kondisi *steady state* dicapai, yaitu apabila kemampuan pengolahan sistem mempunyai nilai effluent yang relatif konstan. Hal ini ditunjukkan melalui pengukuran kandungan bahan organik selama proses aklimatisasi pada effluen sampai diperoleh angka pengolahan yang konstan dengan fluktuasi penguraian yang konstan selama 3 hari berturut – turut yaitu kurang dari 10 %.

4.3. Analisis BOD, TSS dan NH₃ Dengan Penambahan Biolink-5

4.3.1. Konsentrasi akhir BOD, TSS dan NH₃ setelah Proses Aerasi dan Sedimentasi

4.3.1.1. BOD (Biological Oxygen Demand)

4.3.1.1.1. 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 tengah atau mean sebagai ukuran pemusatan data.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh data konsentrasi akhir BOD. Data – data tersebut diperoleh setelah diujikan dengan penambahan volume Biolink-5 pada proses aerasi yang memvariasikan volume Biolink-5 280 ml dan 320 ml, tekanan udara 1 atm, 2 atm, 3 atm serta waktu detensi 2 jam, 4 jam, 6 jam

dan proses sedimentasi selama 1 jam. Untuk mengetahui persentase penyisihan BOD pada tiap variasinya digunakan rumus :

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

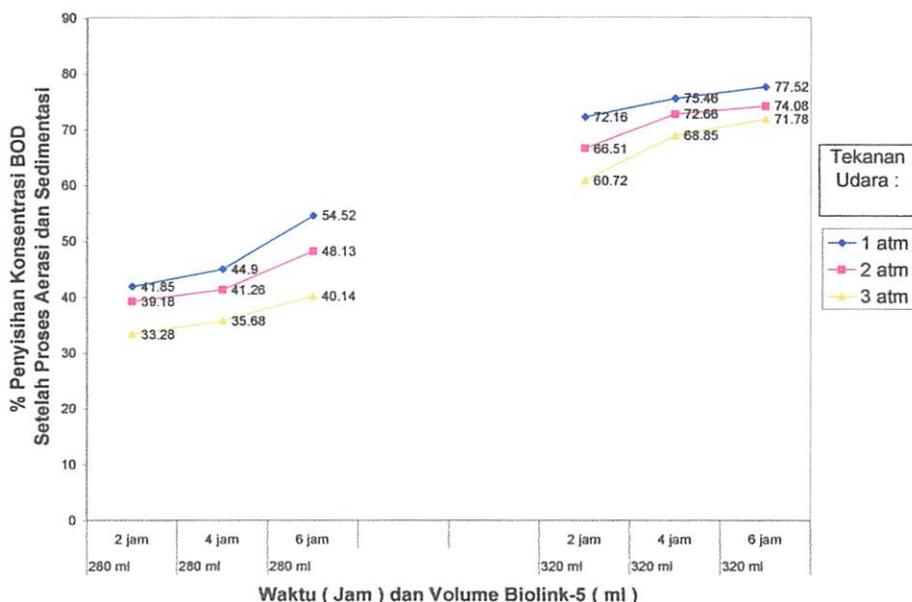
Data tersebut dapat dilihat sebagai berikut pada Tabel 4.4

Tabel 4.4. Data Konsentrasi Akhir BOD Setelah Proses Aerasi dan Sedimentasi

Volume Biolink-5 (ml)	Tekanan Udara (atm)	Waktu (jam)	Konsentrasi BOD setelah Proses Aerasi dan Sedimentasi (mg/l)				% Penyisihan BOD
			1	2	3	Rata - rata	
280	1	2	1963.32	1963.2	1961.2	1962.57	41.85
		4	1886.23	1885.42	1886.4	1886.01	44.90
		6	1510.56	1511.2	1511.32	1511.02	54.52
	2	2	2173.45	2173.56	2174.46	2173.82	39.18
		4	2032.68	2033.23	2033.46	2033.12	41.26
		6	1966.78	1966.65	1967.41	1966.94	48.13
	3	2	2258.67	2257.02	2258.6	2258.09	33.28
		4	2174.23	2175.32	2176.14	2175.23	35.68
		6	2098.1	2098.32	2097.52	2097.98	40.14
320	1	2	926.12	927.36	927.35	926.94	72.16
		4	789.36	789.06	788.54	788.98	75.46
		6	726.85	727.3	728.26	727.47	77.52
	2	2	1086.02	1086.32	1087.64	1086.66	66.51
		4	1026.63	1026.55	1027.36	1026.84	72.66
		6	928.85	928.7	929.66	929.07	74.08
	3	2	1317.74	1317.64	1316.25	1317.21	60.72
		4	1182.86	1183.2	1182.65	1182.90	68.85
		6	1052.36	1053.1	1054.36	1053.27	71.78

Dari Tabel 4.4. dapat dilihat bahwa penambahan volume Biolink-5 dengan Proses Aerasi dengan variasi volume Biolink-5 280 ml, 320 ml dan tekanan udara 1 atm, 2 atm, 3 atm serta waktu detensi 2 jam, 4 jam, 6 jam dan Proses Sedimentasi selama 1 jam

mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi BOD dalam air limbah tempe. Konsentrasi akhir BOD dan persentase penyisihan konsentrasi BOD setelah proses aerasi dan sedimentasi dapat dilihat pada Tabel 4.4. dan grafik seperti pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Grafik Persentase Penyisihan Konsentrasi BOD Setelah Proses Aerasi dan Sedimentasi

4.3.1.1.2. Analisis ANOVA

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh perbedaan perlakuan terhadap persentase penyisihan konsentrasi BOD, maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA (analisis varian). Hasil uji tersebut dapat dilihat dalam Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Variasi Perlakuan Terhadap Persentase Penyisihan Konsentrasi BOD

One-way ANOVA: % Penyisihan BOD, Tekanan Udara, Waktu, Volume Biolink-5					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	3	1086548	362183	2127.66	0.000
Error	68	11575	170		
Total	71	1098123			

S = 13.05 R-Sq = 98.95% R-Sq(adj) = 98.90%

Hipotesis

H_0 : ke-18 rata – rata perlakuan adalah identik

H_1 : ke-18 rata – rata perlakuan adalah tidak identik

Pengambilan keputusan

1. Jika probabilitas $> 0,05$, H_0 diterima
Jika probabilitas $< 0,05$, H_0 ditolak
2. Jika statistik hitung (angka F output) $>$ statistik tabel (tabel F), H_0 ditolak.
Jika statistik hitung (angka F output) $<$ statistik tabel (tabel F), H_0 diterima

Keputusan

1. Nilai Probabilitas

Dengan nilai probabilitas $0,000 < 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Artinya rata – rata persentase penyisihan konsentrasi BOD dalam ke-18 perlakuan memiliki rata – rata yang tidak identik. Kesimpulannya adalah bahwa nilai persentase penyisihan konsentrasi BOD dipengaruhi oleh nilai variasi volume Biolink-5, tekanan udara dan waktu.

2. Nilai F

Berdasarkan tabel 4.20. nilai F hitung sebesar 2127,66 dan jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah 3,34. Karena nilai F hitung lebih besar dari F tabel maka kesimpulannya adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) yaitu ke-18 perlakuan memiliki rata – rata yang tidak identik. Artinya bahwa nilai persentase penyisihan konsentrasi BOD dipengaruhi oleh nilai variasi volume Biolink-5, tekanan udara dan waktu.

4.3.1.1.3. Analisis Korelasi

Untuk mengetahui ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara variabel yang diamati, maka digunakan analisis korelasi. Hasil analisis korelasi dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Analisis Korelasi Antara Persentase Penyisihan Konsentrasi BOD dengan Tekanan Udara (atm), Waktu (jam) dan Volume Biolink-5 (ml)

Correlations: % Penyisihan BOD, Tekanan Udara, Waktu, Volume Biolink-5			
	% Penyisihan	Tekanan Udara	Waktu
Tekanan Udara	-0.556 0.000		
Waktu	0.430 0.058	0.087 0.731	
Volume Biolink-5	0.936 0.000	-0.071 0.779	0.000 1.000
Cell Contents: Pearson correlation P-Value			

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

Keputusan

Berdasarkan Tabel 4.6. menunjukkan bahwa :

- Korelasi antara persentase penyisihan konsentrasi BOD dengan tekanan udara - 0.556 yang menunjukkan hubungan yang sedang karena memiliki nilai 0.4 – 0.7. Hubungan kedua variabel tidak searah hal ini ditunjukkan dengan nilai negatif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin kecil tekanan udara maka persentase penyisihan konsentrasi BOD semakin meningkat. Tingkat signifikan persentase penyisihan konsentrasi BOD dan tekanan udara yang ditunjukkan dengan nilai probabilitasnya $0.000 < 0,05$ maka korelasinya signifikan.
- Korelasi antara persentase penyisihan konsentrasi BOD dengan waktu 0.430 yang menunjukkan adanya hubungan yang lemah karena memiliki nilai

0,2 – 0,4. Hubungan kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti jika waktu detensi lama maka persentase penyisihan konsentrasi BOD semakin meningkat. Tingkat signifikan persentase penyisihan konsentrasi BOD dan waktu yang ditunjukkan dengan nilai probabilitasnya $0.058 > 0,05$ maka korelasinya tidak signifikan.

- Korelasi antara persentase penyisihan konsentrasi BOD dengan volume Biolink-5 0.936 yang menunjukkan adanya hubungan yang sangat kuat karena memiliki nilai 0,9 – 1. Hubungan kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti jika volume Biolink-5 besar maka persentase penyisihan konsentrasi BOD semakin meningkat. Tingkat signifikan persentase penyisihan konsentrasi BOD dan volume Biolink-5 yang ditunjukkan dengan nilai probabilitasnya $0.000 < 0,05$ maka korelasinya signifikan.

4.3.1.1.4. Analisis Regresi

Untuk mengetahui besarnya hubungan antara variabel bebas (volume Biolink-5, tekanan udara dan waktu) dan variabel terikat (persentase penyisihan konsentrasi BOD) digunakan uji regresi, sehingga diketahui ketepatan data atau signifikansi prediksi dari hubungan/ korelasi data. Hasil analisis tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8.

Tabel 4.7. Koefisien Persamaan Regresi Persentase Penyisihan Konsentrasi BOD dengan Tekanan Udara (atm), Waktu (jam) dan Volume Biolink-5 (ml)

Regression Analysis: % Penyisihan versus Tekanan Udara, Waktu, Volume Biolink-5				
The regression equation is				
% Penyisihan BOD = - 57 - 4.62 Tekanan Udara + 2.38 Waktu + 0.712 Biolink-5				
Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	- 57.410	8.623	-18.25	0.000
Tekanan Udara	-4.6246	0.7135	6.48	0.000
Waktu	2.3782	0.3398	- 7.00	0.000
Volume Biolink-5	0.71163	0.02771	5.68	0.000
S = 2.34525 R-Sq = 98.2% R-Sq(adj) = 97.8%				

Tabel 4.8. Hasil Uji Kelinieran Analisa Regresi Persentase Penyisihan Konsentrasi BOD dengan Tekanan Udara (atm), Waktu (jam) dan Volume Biolink-5 (ml)

Analysis of Variance						
Source	DF	SS	MS	F	P	
Regression	3	4239.4	1413.1	256.92	0.000	
Residual Error	14	77.0	5.5			
Total	17	4316.4				

Pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8 dapat kita ketahui :

A. Dari analisa regresi yang dilakukan, model regresi yang didapat yaitu :

$$Y = - 57 - 4,62X_1 + 2,38X_2 + 0,712X_3$$

Dimana :

Y = % Penyisihan BOD

X₁ = Tekanan Udara

X₂ = Waktu

X₃ = Volume Biolink-5

Berdasarkan tabel 4.7. dapat disimpulkan bahwa :

- o Konstanta sebesar – 57 menyatakan ada pengaruh variabel lain di luar model regresi X₁ (tekanan udara), X₂ (waktu) dan X₃ (volume Biolink-5) akan menurunkan persentase penyisihan konsentrasi BOD sebesar 57.
- o Koefisien regresi untuk variabel X₁ (tekanan udara) sebesar – 4,62 menyatakan bahwa setiap penambahan tekanan udara sebesar 1 atm akan menurunkan persentase penyisihan konsentrasi BOD sebesar 4,62.
- o Koefisien regresi untuk variabel X₂ (waktu) sebesar 2,38 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 jam akan meningkatkan persentase penyisihan konsentrasi BOD sebesar 2,38.
- o Koefisien regresi untuk variabel X₃ (volume Biolink-5) sebesar 0,712 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 ml akan meningkatkan persentase penyisihan konsentrasi BOD sebesar 0,712.

B. Dari hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 98,2 % hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi BOD dipengaruhi oleh variasi tekanan udara, waktu dan volume Biolink-5 sedangkan sisanya 1,8 % dijelaskan oleh sebab – sebab lain yang tidak masuk ke dalam model.

C. Uji kelinieran

Hipotesis :

- H_0 = Y tidak memiliki hubungan linier dengan X
- H_1 = Y memiliki hubungan linier dengan X

Dimana : Y adalah variabel terikat dan X adalah variabel bebas

Pengambilan keputusan :

- a. Berdasarkan nilai F
Jika F hitung > F tabel, H_1 diterima
Jika F hitung < F tabel, H_0 diterima
- b. Berdasarkan Probabilitas
Jika probabilitas > 0,05, H_0 diterima
Jika probabilitas < 0,05, H_0 ditolak

Keputusan

- a. Dari uji kelinieran untuk analisis regresi atau F test, didapat nilai F hitung sebesar 256,92. Dari tabel distribusi F didapatkan 3,34. Karena F hitung lebih besar dari F tabel, maka kesimpulannya adalah hubungan antara persentase penyisihan konsentrasi BOD dengan tekanan udara, waktu dan volume Biolink-5 adalah linier.
- b. Pada Tabel 4.8 nilai probabilitas 0,000 lebih kecil dari 0,005, maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksi persentase penyisihan konsentrasi BOD.

D. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas

Hipotesis

H_0 = koefisien regresi tidak signifikan

H_1 = koefisien regresi signifikan

Pengambilan keputusan

a. Berdasarkan nilai t

Jika t hitung $>$ t tabel, H_0 ditolak

Jika t hitung $<$ t tabel, H_0 diterima

b. Berdasarkan Probabilitas

Jika probabilitas $>$ 0,05, H_0 diterima

Jika probabilitas $<$ 0,05, H_0 ditolak

Keputusan

- a. Jika statistik t hitung $<$ statistik t tabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Jika statistik t hitung $>$ t tabel, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Berdasarkan Tabel 4.7 statistik t hitung untuk variasi tekanan udara 6,48; waktu - 7,00 dan volume Biolink-5 5,68 sedangkan t tabel 1,761. Untuk variasi tekanan udara dan volume Biolink-5 statistik t hitung $>$ statistik t tabel maka H_0 ditolak dan H_1 diterima yang berarti koefisien regresi signifikan sedangkan untuk variasi waktu statistik t hitung $<$ statistik t tabel maka H_0 diterima yang berarti koefisien regresi tidak signifikan.
- b. Terlihat bahwa pada kolom signifikan untuk variasi tekanan udara 0,000; waktu 0,000 dan volume Biolink-5 0,000 atau probabilitasnya $<$ 0,05 sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan. Jadi variasi tekanan udara, waktu dan volume Biolink-5 benar – benar berpengaruh secara signifikan terhadap penyisihan konsentrasi BOD.

4.3.1.2. TSS (Total Suspended Solid)

4.3.1.2.1. 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 tengah atau mean sebagai ukuran pemusatan data.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh data konsentrasi akhir TSS. Data – data tersebut diperoleh setelah diujikan dengan penambahan volume Biolink-5 pada proses aerasi yang memvariasikan volume Biolink-5 280 ml dan 320 ml, tekanan udara 1 atm, 2 atm, 3 atm serta waktu detensi 2 jam, 4 jam, 6 jam dan proses sedimentasi selama 1 jam. Untuk mengetahui persentase penyisihan TSS pada tiap variasinya digunakan rumus :

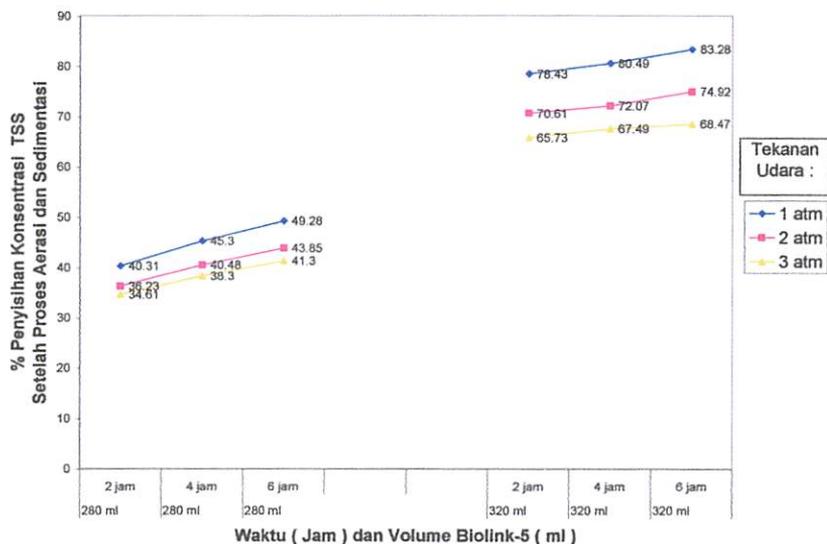
$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{\text{KonsentrasiAwal} - \text{KonsentrasiAkhir}}{\text{KonsentrasiAwal}} \times 100\%$$

Data tersebut dapat dilihat sebagai berikut pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9. Data Konsentrasi Akhir TSS Setelah Proses Aerasi dan Sedimentasi

Volume Biolink – 5 (ml)	Tekanan Udara (atm)	Waktu (jam)	Konsentrasi TSS Setelah Proses Aerasi dan Sedimentasi (mg/l)				% Penyisihan TSS
			1	2	3	Rata - rata	
280	1	2	895.23	895.46	896.85	895.84	40.31
		4	801.46	802.55	803.67	802.56	45.30
		6	742.12	743.6	744.85	743.52	49.28
	2	2	986.36	987.65	988.67	987.56	36.23
		4	907.32	908.42	909.74	908.49	40.48
		6	853.12	854.2	855.3	854.20	43.85
	3	2	997.68	997.25	998.61	997.84	34.61
		4	933.42	934.26	935.36	934.34	38.30
		6	916.03	917.65	918.33	917.33	41.30
320	1	2	319.12	319.26	320.25	319.54	78.43
		4	287.57	288.14	289.32	288.34	80.49
		6	243.36	244.62	245.32	244.43	83.28
	2	2	368.85	369.57	368.12	368.84	70.61
		4	406.32	407.69	407.26	407.09	72.07
		6	382.87	383.67	382.26	382.93	74.92
	3	2	527.05	528.32	527.41	527.59	65.73
		4	475.69	475.26	476.35	475.76	67.49
		6	420.47	421.33	422.12	421.30	68.47

Dari Tabel 4.9. dapat dilihat bahwa penambahan volume Biolink-5 dengan Proses Aerasi dengan variasi volume Biolink-5 280 ml, 320 ml dan tekanan udara 1 atm, 2 atm, 3 atm serta waktu detensi 2 jam, 4 jam, 6 jam dan Proses Sedimentasi selama 1 jam mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi TSS dalam air limbah tempe. Konsentrasi akhir TSS dan persentase penyisihan konsentrasi TSS setelah proses aerasi dan sedimentasi dapat dilihat pada Tabel 4.9. dan grafik seperti pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Grafik Persentase Penyisihan Konsentrasi TSS Setelah Proses Aerasi dan Sedimentasi

4.3.1.2.2. Analisis ANOVA

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh perbedaan perlakuan terhadap persentase penyisihan konsentrasi TSS, maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA (analisis varian). Hasil uji tersebut dapat dilihat dalam Tabel 4.10.

Tabel 4.10. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Variasi Perlakuan Terhadap Persentase Penyisihan Konsentrasi TSS

One-way ANOVA: % Penyisihan TSS, Tekanan Udara, Waktu, Volume Biolink-5					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	3	1085707	361902	1975.03	0.000
Error	68	12460	183		
Total	71	1098167			

S = 13.54 R-Sq = 98.87% R-Sq(adj) = 98.82%

Hipotesis

H_0 : ke-18 rata – rata perlakuan adalah identik

H_1 : ke-18 rata – rata perlakuan adalah tidak identik

Pengambilan keputusan

1. Jika probabilitas $> 0,05$, H_0 diterima
Jika probabilitas $< 0,05$, H_0 ditolak
2. Jika statistik hitung (angka F output) $>$ statistik tabel (tabel F), H_0 ditolak.
Jika statistik hitung (angka F output) $<$ statistik tabel (tabel F), H_0 diterima

Keputusan

1. Nilai Probabilitas

Dengan nilai probabilitas $0,000 < 0,05$ maka H_0 ditolak. Artinya rata – rata persentase penyisihan konsentrasi TSS dalam ke-18 perlakuan memiliki rata – rata yang tidak identik. Kesimpulannya adalah bahwa nilai persentase penyisihan konsentrasi TSS dipengaruhi oleh nilai variasi volume Biolink-5, tekanan udara dan waktu.

2. Nilai F

Berdasarkan Tabel 4.10. nilai F hitung sebesar 1975,03 dan jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah 3,34. Karena nilai F hitung lebih besar dari F tabel maka kesimpulannya adalah menolak hipotesis awal (H_0) dan menerima hipotesis alternatif (H_1) yaitu ke-18 perlakuan memiliki rata – rata yang tidak identik. Artinya bahwa nilai persentase penyisihan konsentrasi TSS dipengaruhi oleh nilai variasi volume Biolink-5, tekanan udara dan waktu.

4.3.1.2.3 Analisis Korelasi

Untuk mengetahui ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara variabel yang diamati, maka digunakan analisis korelasi. Hasil analisis korelasi dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11. Analisis Korelasi Antara Persentase Penyisihan Konsentrasi TSS dengan Tekanan Udara (atm), Waktu (jam) dan Volume Biolink-5 (ml)

Correlations: % Penyisihan TSS, Tekanan Udara, Waktu, Volume Biolink-5			
	% Penyisihan	Tekanan Udara	Waktu
Tekanan Udara	-0.592 0.001		
Waktu	0.441 0.030	0.000 1.000	
Volume Biolink-5	0.904 0.000	-0.000 1.000	0.000 1.000
Cell Contents: Pearson correlation P-Value			

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

Keputusan

Berdasarkan Tabel 4.11. menunjukkan bahwa :

- Korelasi antara persentase penyisihan konsentrasi TSS dengan tekanan udara - 0.592 yang menunjukkan hubungan yang sedang karena memiliki nilai 0.4 – 0.7. Hubungan kedua variabel tidak searah hal ini ditunjukkan dengan nilai negatif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin kecil tekanan udara maka persentase penyisihan konsentrasi TSS semakin meningkat. Tingkat signifikan persentase penyisihan konsentrasi TSS dan tekanan udara yang ditunjukkan dengan nilai probabilitasnya $0.001 < 0,05$ maka korelasinya signifikan.
- Korelasi antara persentase penyisihan konsentrasi TSS dengan waktu 0.441 yang menunjukkan adanya hubungan yang lemah karena memiliki nilai 0,2 – 0,4. Hubungan kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif

pada nilai koefisien korelasi, yang berarti jika waktu detensi lama maka persentase penyisihan konsentrasi TSS semakin meningkat. Tingkat signifikan persentase penyisihan konsentrasi TSS dan waktu yang ditunjukkan dengan nilai probabilitasnya $0.060 > 0,05$ maka korelasinya tidak signifikan.

- Korelasi antara persentase penyisihan konsentrasi TSS dengan volume Biolink-5 0.904 yang menunjukkan adanya hubungan yang sangat kuat karena memiliki nilai 0,9 – 1. Hubungan kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti jika volume Biolink-5 besar maka persentase penyisihan konsentrasi TSS semakin meningkat. Tingkat signifikan persentase penyisihan konsentrasi TSS dan volume Biolink-5 yang ditunjukkan dengan nilai probabilitasnya $0.000 < 0,05$ maka korelasinya signifikan.

4.3.1.2.4. Analisis Regresi

Untuk mengetahui besarnya hubungan antara variabel bebas (volume Biolink-5, tekanan udara dan waktu) dan variabel terikat (persentase penyisihan konsentrasi TSS) digunakan uji regresi, sehingga diketahui ketepatan data atau signifikansi prediksi dari hubungan/ korelasi data. Hasil analisis tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.12 dan Tabel 4.13.

Tabel 4.12. Koefisien Persamaan Regresi Persentase Penyisihan Konsentrasi TSS dengan Tekanan Udara (atm), Waktu (jam) dan Volume Biolink-5 (ml)

Regression Analysis: % Penyisihan versus Tekanan Udara, Waktu, Volume Biolink-5				
The regression equation is				
% Penyisihan TSS = - 78 - 5.22 Tekanan Udara + 1.68 Waktu + 0.796 Biolink-5				
Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	- 78.144	8.385	-21.25	0.000
Tekanan Udara	-5.2162	0.6937	7.52	0.000
Waktu	1.6827	0.3304	- 5.09	0.000
Biolink-5	0.79616	0.02694	29.55	0.000
S = 2.28043 R-Sq = 98.6% R-Sq(adj) = 98.3%				

**Tabel 4.13. Hasil Uji Kelinieran Analisis Regresi Persentase Penyisihan
Konsentrasi TSS dengan Tekanan Udara (atm), Waktu (jam) dan Volume
Biolink-5 (ml)**

Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	3	5128.5	1709.5	328.73	0.000
Residual Error	14	72.8	5.2		
Total	17	5201.3			

Pada Tabel 4.12 dan Tabel 4.13 dapat kita ketahui :

A. Dari analisis regresi yang dilakukan, model regresi yang didapat yaitu :

$$Y = - 78 - 5,22X_1 + 1,68X_2 + 0,796X_3$$

Dimana :

Y = % Penyisihan TSS

X₁ = Tekanan Udara

X₂ = Waktu

X₃ = Volume Biolink-5

Berdasarkan Tabel 4.12. dapat disimpulkan bahwa :

- o Konstanta sebesar - 78 menyatakan ada pengaruh variabel lain di luar model regresi X₁ (tekanan udara), X₂ (waktu) dan X₃ (volume Biolink-5) akan menurunkan persentase penyisihan konsentrasi TSS sebesar 78.
- o Koefisien regresi untuk variabel X₁ (tekanan udara) sebesar - 5,22 menyatakan bahwa setiap penambahan tekanan udara sebesar 1 atm akan menurunkan persentase penyisihan konsentrasi TSS sebesar 5,22.
- o Koefisien regresi untuk variabel X₂ (waktu) sebesar 1,68 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 jam akan meningkatkan persentase penyisihan konsentrasi TSS sebesar 1,68.
- o Koefisien regresi untuk variabel X₃ (Biolink-5) sebesar 0,796 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 ml akan meningkatkan persentase penyisihan konsentrasi TSS sebesar 0,796.

B. Dari hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 98,6 % hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi TSS dipengaruhi oleh variasi tekanan udara, waktu dan volume Biolink-5 sedangkan sisanya 1,4 % dijelaskan oleh sebab – sebab lain yang tidak masuk ke dalam model.

C. Uji kelinieran

Hipotesis :

- H_0 = Y tidak memiliki hubungan linear dengan X
- H_1 = Y memiliki hubungan linear dengan X

Dimana : Y adalah variabel terikat dan X adalah variabel bebas

Pengambilan keputusan :

a. Berdasarkan nilai F.

Jika F hitung $>$ F tabel, H_1 diterima

Jika F hitung $<$ F tabel, H_0 diterima

b. Berdasarkan Probabilitas

Jika probabilitas $>$ 0,05, H_0 diterima

Jika probabilitas $<$ 0,05, H_0 ditolak

Keputusan

a. Dari uji kelinieran untuk analisis regresi atau F test, didapat nilai F hitung sebesar 328,73. Dari tabel distribusi F didapatkan 3,34. Karena F hitung lebih besar dari F tabel, maka kesimpulannya adalah hubungan antara persentase penyisihan konsentrasi TSS dengan tekanan udara, waktu dan volume Biolink-5 adalah linier.

b. Pada Tabel 4.13 nilai probabilitas 0,000 lebih kecil dari 0,005, maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksi persentase penyisihan konsentrasi TSS.

D. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas

Hipotesis

H_0 = koefisien regresi tidak signifikan

H_1 = koefisien regresi signifikan

Pengambilan keputusan

a. Berdasarkan nilai t

Jika $t_{\text{hitung}} > t_{\text{tabel}}$, H_0 ditolak

Jika $t_{\text{hitung}} < t_{\text{tabel}}$, H_0 diterima

b. Berdasarkan Probabilitas

Jika probabilitas $> 0,05$, H_0 diterima

Jika probabilitas $< 0,05$, H_0 ditolak

Keputusan

- a. Jika statistik t hitung $<$ statistik t tabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Jika statistik t hitung $>$ t tabel, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Berdasarkan Tabel 4.12 statistik t hitung untuk variasi tekanan udara 7,52; waktu - 5,09 dan volume Biolink-5 29,55 sedangkan t tabel 1,761. Untuk variasi tekanan udara, dan volume Biolink-5 statistik t hitung $>$ statistik t tabel maka H_0 ditolak dan H_1 diterima yang berarti koefisien regresi signifikan sedangkan untuk variasi waktu statistik t hitung $>$ t tabel maka H_0 diterima yang berarti koefisien regresi tidak signifikan.
- b. Terlihat bahwa pada kolom signifikan untuk variasi tekanan udara 0,000; waktu 0,000 dan volume Biolink-5 0,000 atau probabilitasnya $< 0,05$ sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan. Jadi variasi tekanan udara, waktu dan volume Biolink-5 benar – benar berpengaruh secara signifikan terhadap penyisihan konsentrasi TSS.

4.3.1.3. NH_3 (Amoniak)

4.3.1.3.1. 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 tengah atau mean sebagai ukuran pemusatan data.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh data konsentrasi akhir NH₃. Data – data tersebut diperoleh setelah diujikan dengan penambahan volume Biolink-5 pada proses aerasi yang memvariasikan volume Biolink-5 280 ml dan 320 ml, tekanan udara 1 atm, 2 atm, 3 atm serta waktu detensi 2 jam, 4 jam, 6 jam dan proses sedimentasi selama 1 jam. Untuk mengetahui persentase penyisihan NH₃ pada tiap variasinya digunakan rumus :

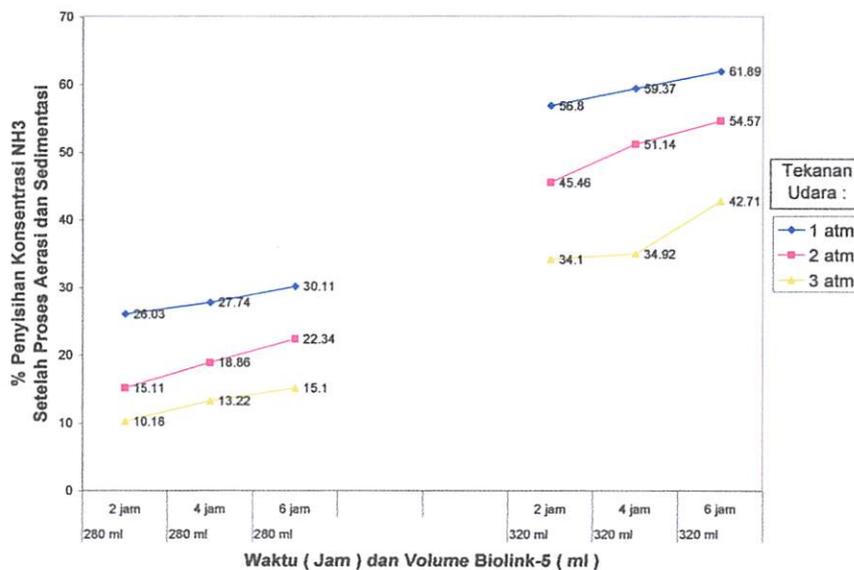
$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{\text{Konsentrasi Awal} - \text{Konsentrasi Akhir}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

Data tersebut dapat dilihat sebagai berikut pada Tabel 4.14

Tabel 4.14. Data Konsentrasi Akhir NH₃ Setelah Proses Aerasi dan Sedimentasi

Volume Biolink-5 (ml)	Tekanan Udara (atm)	Waktu (jam)	Konsentrasi NH ₃ setelah Proses Aerasi dan Sedimentasi (mg/l)				% Penyisihan NH ₃
			1	2	3	Rata - rata	
280	1	2	18.34	18.23	19.65	18.74	26.03
		4	20.65	20.36	21.2	20.73	27.74
		6	23.67	24.23	25.68	24.52	30.11
	2	2	9.64	9.65	9.66	9.65	15.11
		4	11.5	11.2	12.12	11.60	18.86
		6	17.82	18.23	19.34	18.46	22.34
	3	2	7.41	7.42	7.43	7.42	10.18
		4	8.58	8.57	8.57	8.57	13.22
		6	9.1	9.11	9.12	9.11	15.10
320	1	2	43.33	43.85	44.23	43.80	56.80
		4	46.52	46.2	47.14	46.62	59.37
		6	47.54	48.4	49.32	48.42	61.89
	2	2	36.47	37.01	37.47	36.98	45.46
		4	41.48	41.23	42.77	41.82	51.14
		6	42.68	43.6	44.8	43.69	54.57
	3	2	27.4	27.15	28.32	27.62	34.10
		4	28.36	29.47	29.36	29.06	34.92
		6	32.25	33.47	34.03	33.25	42.71

Dari Tabel 4.14. dapat dilihat bahwa penambahan volume Biolink-5 dengan Proses Aerasi dengan variasi volume Biolink-5 280 ml, 320 ml dan tekanan udara 1 atm, 2 atm, 3 atm serta waktu detensi 2 jam, 4 jam, 6 jam dan Proses Sedimentasi selama 1 jam mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi NH_3 dalam air limbah tempe. Konsentrasi akhir NH_3 dan persentase penyisihan konsentrasi NH_3 setelah proses aerasi dan sedimentasi dapat dilihat pada Tabel 4.14. dan grafik seperti pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5. Grafik Persentase Penyisihan Konsentrasi NH_3 Setelah Proses Aerasi dan Sedimentasi

4.3.1.3.2. Analisis ANOVA

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh perbedaan perlakuan terhadap persentase penyisihan konsentrasi NH_3 , maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA (analisis varian). Hasil uji tersebut dapat dilihat dalam Tabel 4.15.

Tabel 4.15. Hasil Uji ANOVA Pengaruh Variasi Perlakuan Terhadap Persentase Penyisihan Konsentrasi NH₃

One-way ANOVA: % Penyisihan NH₃, Tekanan Udara, Waktu, Volume Biolink-5						
Source	DF	SS	MS	F	P	
Factor	3	1120346	373449	2061.60	0.000	
Error	68	12318	181			
Total	71	1132664				
S = 13.46 R-Sq = 98.20% R-Sq(adj) = 98.25%						

Hipotesis

H₀ : ke-18 rata – rata perlakuan adalah identik

H₁ : ke-18 rata – rata perlakuan adalah tidak identik

Pengambilan keputusan

1. Jika probabilitas > 0,05, H₀ diterima

Jika probabilitas < 0,05, H₀ ditolak

2. Jika statistik hitung (angka F output) > statistik tabel (tabel F), H₀ ditolak.

Jika statistik hitung (angka F output) < statistik tabel (tabel F), H₀ diterima

Keputusan

1. Nilai Probabilitas

Dengan nilai probabilitas 0,000 < 0,05 maka H₀ ditolak. Artinya rata – rata persentase penyisihan konsentrasi NH₃ dalam ke-18 perlakuan memiliki rata – rata yang tidak identik. Kesimpulannya adalah bahwa nilai persentase penyisihan konsentrasi NH₃ dipengaruhi oleh nilai variasi volume Biolink-5, tekanan udara dan waktu.

2. Nilai F

Berdasarkan Tabel 4.15. nilai F hitung sebesar 2061,60 dan jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah 3,34. Karena nilai F hitung lebih besar dari F tabel maka kesimpulannya adalah menolak hipotesis awal (H₀) dan menerima hipotesis alternatif (H₁) yaitu ke-18 perlakuan memiliki rata – rata yang tidak identik.

Artinya bahwa nilai persentase penyisihan konsentrasi NH_3 dipengaruhi oleh nilai variasi volume Biolink-5, tekanan udara dan waktu.

4.3.1.3.3. Analisis Korelasi

Untuk mengetahui ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara variabel yang diamati, maka digunakan analisis korelasi. Hasil analisis korelasi dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16. Analisis Korelasi Antara Persentase Penyisihan Konsentrasi NH_3 dengan Tekanan Udara (atm), Waktu (jam) dan Volume Biolink-5 (ml)

Correlations: % Penyisihan NH_3, Tekanan Udara, Waktu, Volume Biolink-5			
	% Penyisihan	Tekanan Udara	Waktu
Tekanan Udara	-0.573 0.000		
Waktu	0.458 0.070	0.000 1.000	
Volume Biolink-5	0.869 0.000	-0.071 1.000	0.000 1.000
Cell Contents: Pearson correlation P-Value			

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

Keputusan

Berdasarkan Tabel 4.16. menunjukkan bahwa :

- Korelasi antara persentase penyisihan konsentrasi NH_3 dengan tekanan udara - 0.573 yang menunjukkan hubungan yang sedang karena memiliki nilai 0.4 – 0.7. Hubungan kedua variabel tidak searah hal ini ditunjukkan dengan nilai negatif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti semakin kecil tekanan udara maka persentase penyisihan konsentrasi NH_3 semakin meningkat. Tingkat signifikan persentase penyisihan konsentrasi NH_3 dan tekanan udara yang ditunjukkan dengan nilai probabilitasnya $0.000 < 0,05$ maka korelasinya signifikan.
- Korelasi antara persentase penyisihan konsentrasi NH_3 dengan waktu 0.458 yang menunjukkan adanya hubungan yang lemah karena memiliki nilai 0,2 – 0,4. Hubungan kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti jika waktu detensi lama maka persentase penyisihan konsentrasi NH_3 semakin meningkat. Tingkat signifikan persentase penyisihan konsentrasi NH_3 dan waktu yang ditunjukkan dengan nilai probabilitasnya $0.070 > 0,05$ maka korelasinya tidak signifikan.
- Korelasi antara persentase penyisihan konsentrasi NH_3 dengan volume Biolink-5 0.869 yang menunjukkan adanya hubungan yang kuat karena memiliki nilai 0,7 – 0,9. Hubungan kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai koefisien korelasi, yang berarti jika volume Biolink-5 besar maka persentase penyisihan konsentrasi NH_3 semakin meningkat. Tingkat signifikan persentase penyisihan konsentrasi NH_3 dan volume Biolink-5 yang ditunjukkan dengan nilai probabilitasnya $0.000 < 0,05$ maka korelasinya signifikan.

4.3.1.3.4. Analisis Regresi

Untuk mengetahui besarnya hubungan antara variabel bebas (volume Biolink-5, tekanan udara dan waktu) dan variabel terikat (persentase penyisihan konsentrasi NH_3) digunakan uji regresi, sehingga diketahui ketepatan data atau signifikansi prediksi dari hubungan/ korelasi data. Hasil analisis tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.17 dan Tabel 4.18.

Tabel 4.17. Koefisien Persamaan Regresi Persentase Penyisihan Konsentrasi NH₃ dengan Tekanan Udara (atm), Waktu (jam) dan Volume Biolink-5 (ml)

Regression Analysis: % Penyisihan versus Tekanan Udara, Waktu, Volume Biolink-5				
The regression equation is				
% Penyisihan NH ₃ = - 66 - 9.26 Tekanan Udara + 2.01 Waktu + 0.703 Biolink-5				
Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-66.46	13.33	-12.48	0.000
Tekanan Udara	-9.259	1.103	8.39	0.000
Waktu	2.0126	0.5255	-3.83	0.000
Biolink-5	0.70281	0.04285	16.40	0.000
S = 3.62663 R-Sq = 96.4% R-Sq(adj) = 95.6%				

Tabel 4.18. Hasil Uji Kelinieran Analisa Regresi Persentase Penyisihan Konsentrasi NH₃ dengan Tekanan Udara (atm), Waktu (jam) dan Volume Biolink-5 (ml)

Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	3	4874.8	1624.9	123.55	0.000
Residual Error	14	184.1	13.2		
Total	17	5058.9			

Pada Tabel 4.17 dan Tabel 4.18 dapat kita ketahui :

A. Dari analisis regresi yang dilakukan, model regresi yang didapat yaitu :

$$Y = - 66 - 9,26X_1 + 2,01X_2 + 0,703X_3$$

Dimana :

Y = % Penyisihan NH₃

X₁ = Tekanan Udara

X₂ = Waktu

X₃ = Volume Biolink-5

Berdasarkan Tabel 4.17. dapat disimpulkan bahwa :

- Konstanta sebesar – 66 menyatakan ada pengaruh variabel lain di luar model regresi X_1 (tekanan udara), X_2 (waktu) dan X_3 (volume Biolink-5) akan menurunkan persentase penyisihan konsentrasi NH_3 sebesar 66.
- Koefisien regresi untuk variabel X_1 (tekanan udara) sebesar – 9,26 menyatakan bahwa setiap penambahan tekanan udara sebesar 1 atm akan menurunkan persentase penyisihan konsentrasi NH_3 sebesar 9,26.
- Koefisien regresi untuk variabel X_2 (waktu) sebesar 2,01 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 jam akan meningkatkan persentase penyisihan konsentrasi NH_3 sebesar 2,01.
- Koefisien regresi untuk variabel X_3 (volume Biolink-5) sebesar 0,703 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 ml akan meningkatkan persentase penyisihan konsentrasi NH_3 sebesar 0,703.

B. Dari hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 96,4 % hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi NH_3 dipengaruhi oleh variasi tekanan udara, waktu dan volume Biolink-5 sedangkan sisanya 3,6 % dijelaskan oleh sebab – sebab lain yang tidak masuk ke dalam model.

C. Uji kelinieran

Hipotesis :

- H_0 = Y tidak memiliki hubungan linear dengan X
- H_1 = Y memiliki hubungan linear dengan X

Dimana : Y adalah variabel terikat dan X adalah variabel bebas

Pengambilan keputusan :

a. Berdasarkan nilai F.

Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$, H_1 diterima

Jika $F_{hitung} < F_{tabel}$, H_0 diterima

b. Berdasarkan Probabilitas

Jika probabilitas $> 0,05$, H_0 diterima

Jika probabilitas $< 0,05$, H_0 ditolak

Keputusan

- a. Dari uji kelinieran untuk analisis regresi atau F test, didapat nilai F hitung sebesar 123,55. Dari tabel distribusi F didapatkan 3,34. Karena F hitung lebih besar dari F tabel, maka kesimpulannya adalah hubungan antara persentase penyisihan konsentrasi NH_3 dengan tekanan udara, waktu dan volume Biolink-5 adalah linier.
- b. Pada Tabel 4.18 nilai probabilitas 0,000 lebih kecil dari 0,005, maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksi persentase penyisihan konsentrasi NH_3 .

D. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas

Hipotesis

H_0 = koefisien regresi tidak signifikan

H_1 = koefisien regresi signifikan

Pengambilan keputusan

a. Berdasarkan nilai t

Jika t hitung $>$ t tabel, H_0 ditolak

Jika t hitung $<$ t tabel, H_0 diterima

b. Berdasarkan Probabilitas

Jika probabilitas $>$ 0,05, H_0 diterima

Jika probabilitas $<$ 0,05, H_0 ditolak

Keputusan

- a. Jika statistik t hitung $<$ statistik t tabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Jika statistik t hitung $>$ t tabel, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Berdasarkan Tabel 4.17 statistik t hitung untuk variasi tekanan udara 8,39; waktu - 3,83 dan volume Biolink-5 16,40 sedangkan t tabel 1,761. Untuk variasi tekanan udara dan volume Biolink-5 statistik t hitung $>$ statistik t tabel maka H_0 ditolak dan H_1 diterima yang berarti koefisien regresi signifikan sedangkan untuk variasi

waktu statistik t hitung > t tabel maka H₀ diterima yang berarti koefisien regresi tidak signifikan.

- b. Terlihat bahwa pada kolom signifikan untuk variasi tekanan udara 0,000; waktu 0,000 dan volume Biolink-5 0,000 atau probabilitasnya < 0,05 sehingga H₀ ditolak dan H₁ diterima atau koefisien regresi signifikan. Jadi variasi tekanan udara, waktu dan volume Biolink-5 benar – benar berpengaruh secara signifikan terhadap penyisihan konsentrasi NH₃.

4.4. Analisis BOD, TSS dan NH₃ Tanpa Penambahan Biolink-5

4.4.1. Konsentrasi Akhir BOD, TSS dan NH₃ Setelah Proses Aerasi dan Sedimentasi

4.4.1.1. BOD (Biological Oxigen Demand)

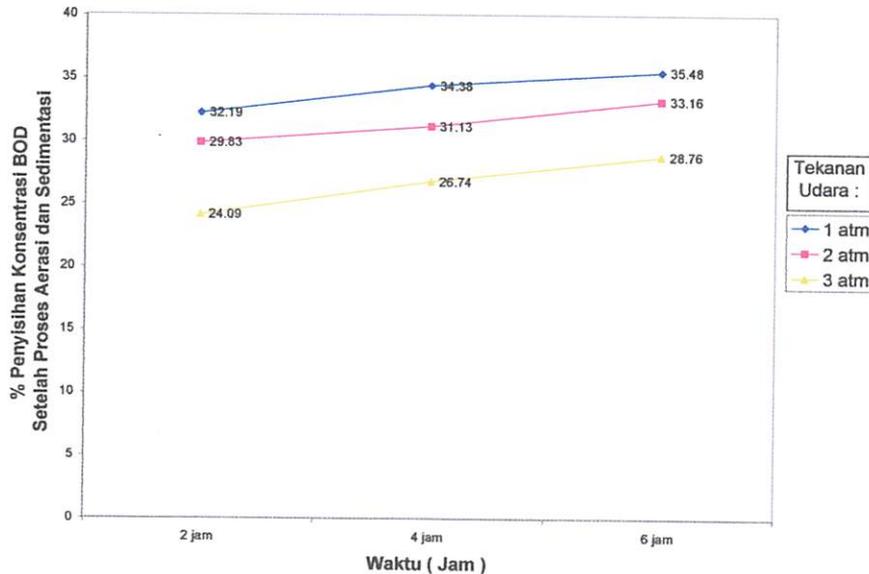
Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh data konsentrasi akhir BOD. Data – data tersebut diperoleh setelah diujikan pada proses aerasi yang memvariasikan tekanan udara 1 atm, 2 atm, 3 atm serta waktu detensi 2 jam, 4 jam, 6 jam dan proses sedimentasi selama 1 jam. Untuk mengetahui persentase penyisihan BOD pada tiap variasinya digunakan rumus :

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

Tabel 4.19. Data Konsentrasi Akhir BOD Setelah Proses Aerasi dan Sedimentasi

Tekanan Udara (atm)	Waktu (Jam)	Konsentrasi BOD setelah Proses Aerasi dan Sedimentasi (mg/l)				% Penyisihan BOD
		1	2	3	Rata - rata	
1	2	2289.65	2289.65	2289.66	2289.65	32.19
	4	2215.65	2215.66	2215.66	2215.65	34.38
	6	2178.65	2178.66	2178.67	2178.66	35.48
2	2	2369.44	2369.45	2369.46	2369.45	29.83
	4	2325.4	2325.41	2325.42	2325.41	31.13
	6	2256.59	2256.59	2257.6	2256.92	33.16
3	2	2563.05	2563.06	2563.07	2563.06	24.09
	4	2473.68	2473.68	2473.69	2473.68	26.74
	6	2405.36	2405.37	2405.38	2405.37	28.76

Dari Tabel 4.19. dapat dilihat bahwa perlakuan pada Proses Aerasi dengan variasi tekanan udara 1 atm, 2 atm, 3 atm serta waktu detensi 2 jam, 4 jam, 6 jam dan Proses Sedimentasi selama 1 jam mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi BOD dalam air limbah tempe. Konsentrasi akhir BOD dan persentase penyisihan konsentrasi BOD setelah proses aerasi dan sedimentasi dapat dilihat pada Tabel 4.19. dan grafik seperti pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Grafik Persentase Penyisihan Konsentrasi BOD Setelah Proses Aerasi dan Sedimentasi

4.4.1.2. TSS (Total Suspended Solid)

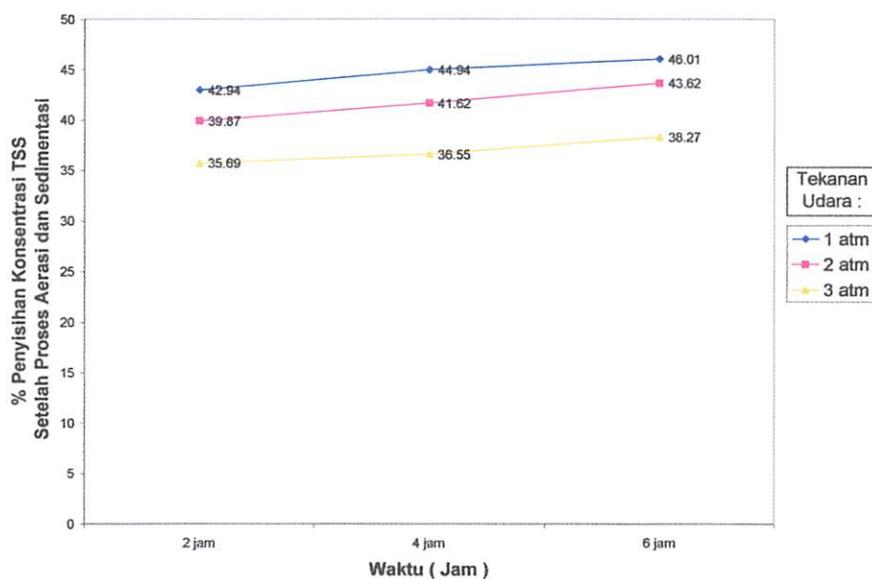
Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh data konsentrasi akhir TSS. Data – data tersebut diperoleh setelah diujikan pada proses aerasi yang memvariasikan tekanan udara 1 atm, 2 atm, 3 atm serta waktu detensi 2 jam, 4 jam, 6 jam dan proses sedimentasi selama 1 jam. Untuk mengetahui persentase penyisihan TSS pada tiap variasinya digunakan rumus :

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

Tabel 4.20. Data Konsentrasi Akhir TSS Setelah Proses Aerasi dan Sedimentasi

Tekanan Udara (atm)	Waktu (jam)	Konsentrasi TSS Setelah Proses Aerasi dan Sedimentasi (mg/l)				% Penyisihan TSS
		1	2	3	Rata - rata	
1	2	856.32	856.32	856.33	856.32	42.94
	4	826.35	826.36	826.37	826.36	44.94
	6	810.32	810.33	810.34	810.33	46.01
2	2	902.45	902.46	902.47	902.46	39.87
	4	876.25	876.26	876.27	876.26	41.62
	6	846.26	846.26	846.27	846.26	43.62
3	2	965.26	965.27	965.28	965.27	35.69
	4	952.36	952.36	952.37	952.36	36.55
	6	926.56	926.56	926.57	926.56	38.27

Dari Tabel 4.20. dapat dilihat bahwa perlakuan pada Proses Aerasi dengan variasi tekanan udara 1 atm, 2 atm, 3 atm serta waktu detensi 2 jam, 4 jam, 6 jam dan Proses Sedimentasi selama 1 jam mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi TSS dalam air limbah tempe. Konsentrasi akhir TSS dan persentase penyisihan konsentrasi TSS setelah proses aerasi dan sedimentasi dapat dilihat pada Tabel 4.20. dan grafik seperti pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7. Grafik Persentase Penyisihan Konsentrasi TSS Setelah Proses Aerasi dan Sedimentasi

4.4.1.3. NH_3 (Amoniak)

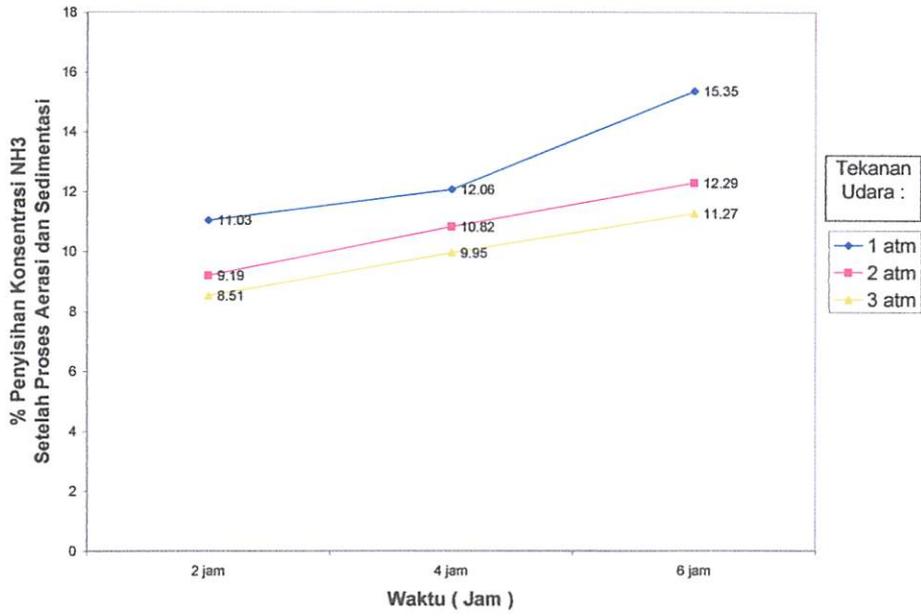
Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh data konsentrasi akhir NH_3 . Data – data tersebut diperoleh setelah diujikan pada proses aerasi yang memvariasikan tekanan udara 1 atm, 2 atm, 3 atm serta waktu detensi 2 jam, 4 jam, 6 jam dan proses sedimentasi selama 1 jam. Untuk mengetahui persentase penyisihan NH_3 pada tiap variasinya digunakan rumus :

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

Tabel 4.21. Data Konsentrasi Akhir NH₃ Setelah Proses Aerasi dan Sedimentasi

Tekanan Udara (atm)	Waktu (jam)	Konsentrasi NH ₃ Setelah Proses Aerasi dan Sedimentasi (mg/l)				% Penyisihan NH ₃
		1	2	3	Rata - rata	
1	2	42.16	42.17	42.18	42.17	11.03
	4	41.68	41.68	41.69	41.68	12.06
	6	40.12	40.12	40.13	40.12	15.35
2	2	43.03	43.04	43.05	43.04	9.19
	4	42.26	42.27	42.26	42.05	10.82
	6	41.56	41.57	41.58	41.57	12.29
3	2	43.36	43.36	43.37	43.36	8.51
	4	42.68	42.68	42.69	42.68	9.95
	6	42.05	42.05	42.06	42.05	11.27

Dari Tabel 4.21. dapat dilihat bahwa perlakuan pada Proses Aerasi dengan variasi tekanan udara 1 atm, 2 atm, 3 atm serta waktu detensi 2 jam, 4 jam, 6 jam dan Proses Sedimentasi selama 1 jam mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi TSS dalam air limbah tempe. Konsentrasi akhir TSS dan persentase penyisihan konsentrasi TSS setelah proses aerasi dan sedimentasi dapat dilihat pada Tabel 4.21. dan grafik seperti pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8. Grafik Persentase Penyisihan Konsentrasi NH_3 Setelah Proses Aerasi dan Sedimentasi

4.5. Pembahasan

4.5.1. Penurunan BOD, TSS Dan NH₃ Setelah Proses Aerasi dan Sedimentasi

4.5.1.1. Penurunan BOD

Berdasarkan Gambar 4.3 terlihat bahwa persentase penyisihan konsentrasi BOD tertinggi setelah proses aerasi dan pengendapan selama 1 jam adalah 77,52 % pada variasi volume Biolink-5 320 ml, tekanan udara 1 atm dan waktu 6 jam, sedangkan tanpa penambahan volume Biolink-5 dengan variasi tekanan udara dan waktu yang sama persentase penyisihan BOD tertinggi setelah proses aerasi dan pengendapan selama 1 jam berdasarkan Gambar 4.6 adalah 35,48 %. Pada Gambar 4.3 terlihat bahwa persentase penyisihan konsentrasi BOD terendah setelah proses aerasi dan pengendapan selama 1 jam adalah 33,28 % pada variasi volume Biolink-5 280 ml, tekanan udara 3 atm dan waktu detensi 2 jam, sedangkan tanpa penambahan volume Biolink-5 dengan variasi tekanan udara dan waktu yang sama persentase penyisihan konsentrasi BOD terendah setelah proses aerasi dan pengendapan selama 1 jam berdasarkan Gambar 4.6 adalah 24,09 %.

Nilai pH awal dari limbah cair tempe yaitu 5,23 dan setelah mengalami perlakuan berdasarkan data pada lampiran nilai pH menjadi 7,08 sehingga nilai pH yang dihasilkan sudah memenuhi baku mutu limbah cair tempe yaitu 6 – 9 (SK Gubernur Jawa Timur no.45, 2002). Bakteri dalam biakan murni maupun dalam kultur campuran seperti dalam bioreaktor air limbah, memiliki rentang pH untuk pertumbuhan antara pH 4 – 9. Secara umum pH optimum untuk pertumbuhan mikroba pada rentang 6,5 – 7,5 (Slamet dan Masduki, 2000).

Nilai Temperatur awal dari limbah cair tempe yaitu 25°C dan setelah mengalami perlakuan berdasarkan data pada lampiran nilai temperatur menjadi 30°C, dimana nilai temperatur yang dihasilkan sesuai dengan suhu optimum pertumbuhan bakteri yang ada didalam Biolink-5 yaitu 30°C. Dengan meningkatnya koefisien penyerapan oksigen, maka oksigen terlarut yang terkandung dalam limbah cair tempe semakin besar dan oksigen dalam limbah cair tempe belum mencapai kondisi jenuh sehingga menyebabkan nilai temperatur pada limbah cair tempe meningkat.

Nilai DO awal dari limbah cair tempe yaitu 2,15 mg/l dan setelah mengalami perlakuan berdasarkan data pada lampiran nilai DO menjadi 5,53 mg/l sehingga nilai DO yang dihasilkan sudah memenuhi baku mutu limbah cair tempe yaitu minimal 4 mg/l (SK Gubernur Jawa Timur no.45, 2002). Menurut (Sugiarto, 1987) menyatakan bahwa semakin besar oksigen terlarut, maka menunjukkan bahan organik yang relatif kecil. Meningkatnya nilai DO disebabkan karena proses aerasi bertujuan untuk memenuhi kebutuhan oksigen bakteri sehingga oksigen terlarut yang terdapat pada limbah cair tempe tidak terlalu banyak digunakan oleh bakteri.

Variasi volume Biolink-5 yang digunakan berpengaruh terhadap persentase penyisihan konsentrasi BOD, dimana semakin besar volume Biolink-5 yang digunakan maka penyisihan konsentrasi BOD semakin meningkat. Limbah cair tempe mengandung bahan organik yang terdiri dari lemak, protein dan karbohidrat sehingga mikroba yang ada didalam Biolink-5 mampu mendegradasi bahan organik dalam limbah cair tempe sehingga bahan organik akan semakin berkurang. Adapun bakteri yang berperan dalam pendegradasian limbah cair organik antara lain *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus plantarum* dan *Saccharomyces cerevisiae*. Namun karena sebagian besar bahan organik berupa karbohidrat maka yang paling berperan dalam proses degradasi adalah *Bacillus subtilis* dan khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Anonim (2004) menambahkan bahwa bakteri *Bacillus subtilis* menghasilkan exoenzim yang dapat menguraikan karbohidrat dan menghasilkan gliserol dan butanol serta mampu mendegradasi protein menghasilkan amoniak. Khamir *Saccharomyces cerevisiae* juga berperan dalam mendegradasi karbohidrat dan menghasilkan etanol. Hal ini juga dapat ditunjukkan dari nilai korelasi BOD menunjukkan hubungan kedua variabel antara volume Biolink-5 dengan persentase penyisihan konsentrasi BOD adalah sangat kuat dan searah yang artinya semakin besar volume Biolink-5 maka semakin besar persentase penyisihan konsentrasi BOD. Sedangkan pada uji hipotesis nilai P menunjukkan korelasinya signifikan yaitu persentase penyisihan konsentrasi BOD dipengaruhi oleh volume Biolink-5.

Variasi tekanan udara juga berpengaruh terhadap persentase penyisihan konsentrasi BOD, dimana semakin kecil tekanan udara yang digunakan maka semakin besar persentase penyisihan konsentrasi BOD. Jika tekanan udara kecil, volume udara besar maka kandungan oksigen yang digunakan untuk proses aerasi besar sehingga meningkatkan penurunan bahan organik. Tapi jika tekanan udara besar, volume udara kecil maka kandungan oksigen yang digunakan untuk proses aerasi kecil sehingga penurunan bahan organik kecil. Hal ini juga dapat ditunjukkan dari nilai korelasi BOD menunjukkan hubungan kedua variabel antara tekanan udara dengan persentase penyisihan konsentrasi BOD adalah sedang dan tidak searah yang artinya semakin kecil tekanan udara maka semakin besar persentase penyisihan konsentrasi BOD. Sedangkan pada uji hipotesis nilai P menunjukkan korelasinya signifikan yaitu persentase penyisihan konsentrasi BOD dipengaruhi oleh tekanan udara.

Berdasarkan nilai korelasi BOD menunjukkan hubungan antara waktu dengan persentase penyisihan konsentrasi BOD adalah lemah dan searah yang artinya semakin lama waktu maka semakin besar persentase penyisihan konsentrasi BOD. Sedangkan pada uji hipotesis nilai P menunjukkan korelasinya tidak signifikan yaitu persentase penyisihan konsentrasi BOD tidak dipengaruhi oleh waktu. Hal ini dapat disebabkan karena waktu yang digunakan pada penelitian ini 2 – 6 jam sedangkan menurut (Sugiarto, 1987) waktu tinggal maksimum mikroorganisme dalam proses aerasi adalah 8 jam, sehingga dengan waktu aerasi yang singkat bakteri yang ada dalam Biolink-5 mengalami laju pertumbuhan yang datar yaitu konsentrasi total massa sel tetap konstan, tapi jumlah sel yang dapat bertahan hidup menurun akibat keterbatasan suplai bahan makanan (oksigen) sehingga waktu yang digunakan pada penelitian ini tidak signifikan.

4.5.1.2. Penurunan TSS

Berdasarkan Gambar 4.4 terlihat bahwa persentase penyisihan konsentrasi TSS tertinggi setelah proses aerasi dan pengendapan selama 1 jam adalah 83,28 % pada variasi volume Biolink-5 320 ml, tekanan udara 1 atm dan waktu 6 jam, sedangkan tanpa penambahan volume Biolink-5 dengan variasi tekanan udara dan waktu yang sama persentase penyisihan konsentrasi TSS tertinggi setelah proses aerasi dan pengendapan selama 1 jam berdasarkan Gambar 4.7 adalah 46,01 %. Pada Gambar 4.4 terlihat bahwa persentase penyisihan konsentrasi TSS terendah adalah 34,61 % pada variasi volume Biolink-5 280 ml, tekanan udara 3 atm dan waktu detensi 2 jam, sedangkan tanpa penambahan volume Biolink-5 dengan variasi tekanan udara dan waktu yang sama persentase penyisihan konsentrasi TSS terendah berdasarkan Gambar 4.7 adalah 35,69 %.

Variasi volume Biolink-5 yang digunakan berpengaruh terhadap persentase penyisihan konsentrasi TSS, dimana semakin besar volume Biolink-5 yang digunakan maka persentase penyisihan konsentrasi TSS semakin meningkat. Padatan tersuspensi pada limbah cair tempe sebagian besar merupakan bahan organik sehingga bakteri yang ada dalam Biolink-5 mampu mendegradasi bahan organik sehingga kandungan TSS pada limbah cair tempe semakin berkurang. Hal ini juga dapat ditunjukkan dari nilai korelasi TSS menunjukkan hubungan kedua variabel antara volume Biolink-5 dengan persentase penyisihan konsentrasi TSS adalah sangat kuat dan searah yang artinya semakin besar volume Biolink-5 maka semakin besar persentase penyisihan konsentrasi TSS. Sedangkan pada uji hipotesis nilai P menunjukkan korelasinya signifikan yaitu persentase penyisihan konsentrasi TSS dipengaruhi oleh volume Biolink-5.

Variasi tekanan udara juga berpengaruh terhadap persentase penyisihan konsentrasi TSS, dimana semakin kecil tekanan udara yang digunakan maka semakin besar persentase penyisihan konsentrasi TSS. Jika tekanan udara kecil, volume udara besar maka kandungan oksigen yang digunakan untuk proses aerasi besar sehingga meningkatkan penurunan bahan organik. Tapi jika tekanan udara besar, volume udara kecil maka kandungan oksigen yang digunakan untuk proses aerasi kecil sehingga

penurunan bahan organik kecil. Hal ini juga dapat ditunjukkan dari nilai korelasi TSS menunjukkan hubungan kedua variabel antara tekanan udara dengan persentase penyisihan konsentrasi TSS adalah sedang dan tidak searah yang artinya semakin kecil tekanan udara maka semakin besar persentase penyisihan konsentrasi TSS. Sedangkan pada uji hipotesis nilai P menunjukkan korelasinya signifikan yaitu persentase penyisihan konsentrasi TSS dipengaruhi oleh tekanan udara.

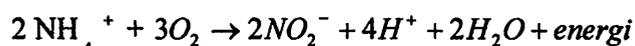
Berdasarkan nilai korelasi TSS menunjukkan hubungan antara waktu dengan persentase penyisihan konsentrasi TSS adalah lemah dan searah yang artinya semakin lama waktu maka semakin besar persentase penyisihan konsentrasi TSS. Sedangkan pada uji hipotesis nilai P menunjukkan korelasinya tidak signifikan yaitu persentase penyisihan konsentrasi TSS tidak dipengaruhi oleh waktu. Hal ini dapat disebabkan karena waktu yang digunakan pada penelitian ini 2 – 6 jam sedangkan menurut (Sugiarto, 1987) waktu tinggal maksimum mikroorganisme dalam proses aerasi adalah 8 jam, sehingga dengan waktu aerasi yang singkat bakteri yang ada dalam Biolink-5 mengalami laju pertumbuhan yang datar yaitu konsentrasi total massa sel tetap konstan, tapi jumlah sel yang dapat bertahan hidup menurun akibat keterbatasan suplai bahan makanan (oksigen) sehingga waktu yang digunakan pada penelitian ini tidak signifikan.

4.5.1.3. Penurunan NH₃

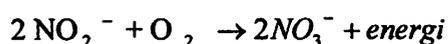
Berdasarkan Gambar 4.5 terlihat bahwa persentase penyisihan konsentrasi NH₃ tertinggi setelah proses aerasi dan pengendapan selama 1 jam adalah 61,89 % pada variasi volume Biolink-5 320 ml, tekanan udara 1 atm dan waktu 6 jam, sedangkan tanpa penambahan volume Biolink-5 dengan variasi tekanan udara dan waktu yang sama persentase penyisihan konsentrasi NH₃ tertinggi setelah proses aerasi dan proses pengendapan selama 1 jam berdasarkan gambar 4.15 adalah 46,01 %. Pada gambar 4.8 terlihat bahwa persentase penyisihan konsentrasi NH₃ terendah setelah proses pengendapan selama 1 jam adalah 10,18 % pada variasi Biolink-5 280 ml, tekanan udara 3 atm dan waktu detensi 2 jam, sedangkan tanpa penambahan Biolink-5 dengan

variasi tekanan udara dan waktu yang sama persentase penyisihan konsentrasi NH_3 terendah setelah proses aerasi dan proses pengendapan pengendapan selama 1 jam berdasarkan gambar 4.15 adalah 8,51 %.

Variasi volume Biolink-5 yang digunakan berpengaruh terhadap persentase penyisihan konsentrasi NH_3 , dimana semakin besar volume Biolink-5 yang digunakan maka persentase penyisihan konsentrasi NH_3 semakin meningkat. Pada air buangan NH_3 dapat diolah secara mikrobiologis melalui proses nitrifikasi hingga menjadi nitrit (NO_2^-) dan nitrat (NO_3^-). Reaksinya adalah sebagai berikut :



Bakteri



Bakteri

(Alaerts dan Santika, 1984). Hal ini juga dapat ditunjukkan dari nilai korelasi NH_3 menunjukkan hubungan kedua variabel antara volume Biolink-5 dengan persentase penyisihan konsentrasi NH_3 adalah kuat dan searah yang artinya semakin besar volume Biolink-5 maka semakin besar persentase penyisihan konsentrasi NH_3 . Sedangkan pada uji hipotesis nilai P menunjukkan korelasinya signifikan yaitu persentase penyisihan konsentrasi NH_3 dipengaruhi oleh volume Biolink-5.

Variasi tekanan udara juga berpengaruh terhadap persentase penyisihan konsentrasi NH_3 , dimana semakin kecil tekanan udara yang digunakan maka semakin besar persentase penyisihan konsentrasi NH_3 . Jika tekanan udara kecil, volume udara besar maka kandungan oksigen yang digunakan untuk proses aerasi besar sehingga meningkatkan penurunan NH_3 . Tapi jika tekanan udara besar, volume udara kecil maka kandungan oksigen yang digunakan untuk proses aerasi kecil sehingga penurunan NH_3 kecil. Hal ini juga dapat ditunjukkan dari nilai korelasi NH_3 menunjukkan hubungan kedua variabel antara tekanan udara dengan persentase penyisihan konsentrasi NH_3 adalah sedang dan tidak searah yang artinya semakin kecil tekanan udara maka semakin besar persentase penyisihan konsentrasi NH_3 . Sedangkan pada uji hipotesis nilai P

menunjukkan korelasinya signifikan yaitu persentase penyisihan konsentrasi NH_3 dipengaruhi oleh tekanan udara.

Berdasarkan nilai korelasi NH_3 menunjukkan hubungan antara waktu dengan persentase penyisihan konsentrasi NH_3 adalah lemah dan searah yang artinya semakin lama waktu maka semakin besar persentase penyisihan konsentrasi NH_3 . Sedangkan pada uji hipotesis nilai P menunjukkan korelasinya tidak signifikan yaitu persentase penyisihan konsentrasi NH_3 tidak dipengaruhi oleh waktu. Hal ini dapat disebabkan karena waktu yang digunakan pada penelitian ini 2 – 6 jam sedangkan menurut (Sugiarto, 1987) waktu tinggal maksimum mikroorganisme dalam proses aerasi adalah 8 jam, sehingga dengan waktu aerasi yang singkat bakteri yang ada dalam Biolink-5 mengalami laju pertumbuhan yang datar yaitu konsentrasi total massa sel tetap konstan, tapi jumlah sel yang dapat bertahan hidup menurun akibat keterbatasan suplai bahan makanan (oksigen) sehingga waktu yang digunakan pada penelitian ini tidak signifikan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Hasil penelitian yang telah dilakukan didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Volume Biolink-5 yang semakin besar pada proses aerasi dan sedimentasi berpengaruh pada penurunan konsentrasi BOD, TSS dan NH_3 yang terdapat dalam air limbah tempe dengan menggunakan variasi volume Biolink-5 (280 ml, 320 ml), variasi tekanan udara (1 atm, 2 atm, 3 atm) dan variasi waktu (2 jam, 4 jam, 6 jam).
2. Tekanan udara yang semakin kecil pada proses aerasi dan sedimentasi menyebabkan semakin besar persentase penyisihan konsentrasi yang dihasilkan. Sedangkan waktu yang digunakan pada penelitian ini tidak mempengaruhi penurunan konsentrasi BOD, TSS dan NH_3 .

Pada proses aerasi dengan menggunakan variasi volume Biolink-5 320 ml, tekanan udara 1 atm dan waktu 6 jam serta waktu sedimentasi 1 jam diperoleh persentase penyisihan konsentrasi tertinggi pada BOD sebesar 77,52 %, TSS sebesar 83,28 % dan NH_3 sebesar 61,89 % sedangkan pada proses aerasi dengan menggunakan variasi volume Biolink-5 280 ml, tekanan udara 3 atm dan waktu 2 jam serta waktu sedimentasi 1 jam diperoleh persentase penyisihan konsentrasi terendah pada BOD sebesar 33,28 %, TSS sebesar 34,61 % dan NH_3 sebesar 10,18 %.

5.2. Saran

Waktu yang digunakan pada penelitian ini tidak berpengaruh pada penurunan konsentrasi BOD, TSS dan NH_3 sehingga perlu dilakukan proses aerasi menggunakan Biolink-5 dengan waktu yang lebih lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G dan Santika, S.S (1984). **Metoda Penelitian Air**. Usaha Nasional Surabaya
- Anonim. (2004). **Aeration and Gas Transfer**. Diakses dari [http://www.stimela.com/admin/portal-aeration and transfer gas.pdf](http://www.stimela.com/admin/portal-aeration%20and%20transfer%20gas.pdf) (dikunjungi pada tanggal 12 mei 2008)
- Anonim. (2004). **Transformation in Quasi Spheroplasts Of Bacillus Subtillis**. Diakses dari <http://www.yahoo.com> pada tanggal 12 mei 2008
- Anonim. (2005). **Sedimentasi**. [http://www. Muthialma Zoomshare.com.files/kelompok.XI.ppt](http://www.Muthialma.Zoomshare.com.files/kelompok.XI.ppt).
- BPPI (1983). **Laporan Pengendalian Mutu Industri Kecil**. Semarang
- Ernita. Wahyu. A (2004). **Studi Perbedaan Kualitas Limbah Cair Dari Proses Produksi Tempe di Industri Tempe Sanan-Malang**. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang
- Haqi Ainol. (2005). **Studi Kemampuan Biolink-5 Untuk Menurunkan Kandungan BOD, COD, TSS dan HCN Limbah Cair Industri Tapioka**. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang
- Iriawan. Nur dan Astuti. S. P (2006). **Mengolah Data Statistik Dengan Mudah Menggunakan Minitab 14**. Yogyakarta
- Juli, Ni Ketut (2005). **Pengolahan Limbah Cair Industri Tekstil Untuk Proses Penurunan Warna Dan Kandungan Organik Dengan Koagulan Khitosan Dari Limbah Perikanan**. Skripsi Teknik Lingkungan ITN Malang
- Margariani. Elly. Dwi. (2005). **Pengaruh Waktu Detensi dan Tekanan Udara oleh Diffused Aerator Dalam Menurunkan Kandungan Besi (Fe) dan Zat Organik Air Tanah**. Skripsi. ITN. Malang.
- Marsono. B. Dj. (1994). **Teknik Pengolahan Air Limbah Secara Biologis**. Surabaya. ITS Surabaya
- Popel. H. J. (1974). **Aeration and Gas Transfer**. Delf University Of Technology. Singapore

- Reynolds, T. D (1982). **Unit Operations And Processes In Environmental Engineering**. Wadsworth, Inc., Belmont, California
- Slamet. A dan Masduki. A. (2002). **Satuan Operasi**. Modul Ajar. Teknik Lingkungan ITS. Surabaya.
- Slamet. A dan Masduki. A. (2000). **Satuan Proses**. Modul Ajar. Teknik Lingkungan ITS. Surabaya.
- Sudarmadji. S. K. R. Kapti. (1988). **Proses – Proses Mikrobiologi Pangan**. Jurnal Proyek Peningkatan / Pengembangan Perguruan Tinggi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Sugiharto. (1987). **Dasar – Dasar Pengolahan Air Limbah**. Universitas Indonesia – Press. Jakarta.
- Soleh Zanbar Ahmad (2005). **Ilmu Statistika : Pendekatan Teoritis dan Aplikasi Disertai Contoh Penggunaan SPSS**. Bandung; Rekayasa Teknik
- Widyanto I Putu (2006). **Penurunan COD, TSS dan Warna Pada Limbah Cair Rumah Potong Hewan (RPH) Menggunakan Anaerobik Baffled Reactor**. Skripsi. ITN Malang

LAMPIRAN



ASA TIRTA I

LABORATORIUM KUALITAS AIR

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

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

E-mail : laboratorium@jasatirta1.go.id



Komit Abreditasi Nasional

Laboratorium Penguji

LP - 227 - IGK

Nomor : 160 S / LKA MLG / VI / 08

Halaman 6 dari 13

Page 6 of 13

Kode Contoh Uji : Ext. 158 / PC / VI / 2008 / 183
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

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

Tanggal Analisa : 3 - 12 Juli 2008
Testing Date(s)

HASIL ANALISA*Result of Analysis*

No (Proses Sedimentasi Dengan Penambahan Biolink-5)	Parameter	Satuan	Hasil			Metode Analisa	Keterangan
			1	2	3		
Kode Sampel 280 ml, 1 atm, 2 jam							
1	BOD	mg/l	1963,32	1963,2	1961,2	APHA. Ed. 20.5210 B, 1998	-
2	TSS	mg/l	895,23	895,46	896,35	APHA. Ed. 20.2540 D, 1998	-
3	NH3	mg/l	18,34	18,23	19,65	APHA. Ed. 20. 4500 NH3 F, 1998	-
Kode Sampel 280 ml, 1 atm, 4 jam							
1	BOD	mg/l	1886,23	1885,42	1886,4	APHA. Ed. 20.5210 B, 1998	-
2	TSS	mg/l	801,46	802,55	803,67	APHA. Ed. 20.2540 D, 1998	-
3	NH3	mg/l	20,65	20,36	21,2	APHA. Ed. 20. 4500 NH3 F, 1998	-
Kode Sampel 280 ml, 1 atm, 6 jam							
1	BOD	mg/l	1510,56	1511,2	1511,32	APHA. Ed. 20.5210 B, 1998	-
2	TSS	mg/l	742,12	743,6	744,85	APHA. Ed. 20.2540 D, 1998	-
3	NH3	mg/l	23,67	24,23	25,68	APHA. Ed. 20. 4500 NH3 F, 1998	-
Kode Sampel 280 ml, 2 atm, 2 jam							
1	BOD	mg/l	2173,45	2173,56	2174,46	APHA. Ed. 20.5210 B, 1998	-
2	TSS	mg/l	986,36	987,65	988,67	APHA. Ed. 20.2540 D, 1998	-
3	NH3	mg/l	9,64	9,65	9,66	APHA. Ed. 20. 4500 NH3 F, 1998	-
Kode Sampel 280 ml, 2 atm, 4 jam							
1	BOD	mg/l	2032,68	2033,23	2033,46	APHA. Ed. 20.5210 B, 1998	-
2	TSS	mg/l	907,32	908,42	909,74	APHA. Ed. 20.2540 D, 1998	-
3	NH3	mg/l	11,5	11,2	12,12	APHA. Ed. 20. 4500 NH3 F, 1998	-



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

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

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

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



Nomor : 160 S / LKA MLG / VI / 08

Halaman 7 dari 13
 Page 7 of 13

Kode Conton Uji : Ext. 158 /PC / VI / 2008/ 183
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

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

Tanggal Analisa : 3 - 12 Juli 2008
Testing Date(s)

HASIL ANALISA
Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil			Metode Analisa	Keterangan
			1	2	3		
(Proses Sedimentasi Dengan Penambahan Biollink-5)							
Kode Sampel 280 ml, 2 atm, 6 jam							
1	BOD	mg/l	1966,78	1966,65	1967,41	APHA. Ed. 20.5210 B, 1998	-
2	TSS	mg/l	853,12	854,2	855,3	APHA. Ed. 20.2540 D, 1998	-
3	NH3	mg/l	17,82	18,23	19,34	APHA. Ed. 20.4500 NH3 F, 1998	-
Kode Sampel 280 ml, 3 atm, 2 jam:							
1	BOD	mg/l	2258,67	2257,02	2258,6	APHA. Ed. 20.5210 B, 1998	-
2	TSS	mg/l	937,68	997,25	998,61	APHA. Ed. 20.2540 D, 1998	-
3	NH3	mg/l	7,41	7,42	7,43	APHA. Ed. 20.4500 NH3 F, 1998	-
Kode Sampel 280 ml, 3 atm, 6 jam							
1	BOD	mg/l	2174,23	2175,32	2176,14	APHA. Ed. 20.5210 B, 1998	-
2	TSS	mg/l	933,42	934,26	935,36	APHA. Ed. 20.2540 D, 1998	-
3	NH3	mg/l	8,58	8,57	8,57	APHA. Ed. 20.4500 NH3 F, 1998	-
Kode Sampel 280 ml, 3 atm, 6 jam							
1	BOD	mg/l	2098,1	2098,32	2097,52	APHA. Ed. 20.5210 B, 1998	-
2	TSS	mg/l	916,03	917,65	918,33	APHA. Ed. 20.2540 D, 1998	-
3	NH3	mg/l	9,1	9,11	9,12	APHA. Ed. 20.4500 NH3 F, 1998	-
Kode Sampel 320 ml, 1 atm, 2 jam							
1	BOD	mg/l	926,12	927,36	927,35	APHA. Ed. 20.5210 B, 1998	-
2	TSS	mg/l	319,12	319,26	320,25	APHA. Ed. 20.2540 D, 1998	-
3	NH3	mg/l	43,33	43,85	44,23	APHA. Ed. 20.4500 NH3 F, 1998	-



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

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

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

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



PT. PERUSAHAAN AIR JASA TIRTA I

LABORATORIUM KUALITAS AIR

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



Nomor : 160 S / LKA MLG / VI / 08

Halaman 8 dari 13
Page 8 of 13

Kode Contoh Uji : Ext. 158 / PC / VI / 2008 / 163
Sample Code
Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method
Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJTI Malang
Place of Analysis
Tanggal Analisa : 3- 12 Juli 2008
Testing Date(s)

HASIL ANALISA Result of Analysis

No (Proses Sedimentasi Dengan Penambahan Biokimia-5)	Parameter	Satuan	Hasil			Metode Analisa	Keterangan
			1	2	3		
ode Sampel 320 ml, 1 atm, 4 jam							
1	BOD	mg/l	789,36	789,06	788,98	APHA. Ed. 20.5210 B, 1998	-
2	TSS	mg/l	287,57	288,14	289,32	APHA. Ed. 20.2540 D, 1998	-
3	NH3	mg/l	46,52	46,2	47,14	APHA Ed. 20. 4500 NH3 F, 1998	-
ode Sampel 320 ml, 1 atm, 6 jam							
1	BOD	mg/l	726,85	727,3	728,26	APHA. Ed. 20.5210 B, 1998	-
2	TSS	mg/l	243,36	244,62	245,32	APHA. Ed. 20.2540 D, 1998	-
3	NH3	mg/l	47,54	48,4	49,32	APHA. Ed. 20. 4500 NH3 F, 1998	-
ode Sampel 320 ml, 2 atm, 2 jam							
1	BOD	mg/l	1086,02	1086,32	1087,64	APHA. Ed. 20.5210 B, 1998	-
2	TSS	mg/l	368,85	369,57	368,12	APHA. Ed. 20.2540 D, 1998	-
3	NH3	mg/l	35,47	37,01	37,47	APHA. Ed. 20. 4500 NH3 F, 1998	-
ode Sampel 320 ml, 2 atm, 4 jam							
1	BOD	mg/l	1026,63	1026,55	1027,36	APHA. Ed. 20.5210 B, 1998	-
2	TSS	mg/l	406,32	407,69	407,26	APHA. Ed. 20.2540 D, 1998	-
3	NH3	mg/l	41,48	41,23	42,77	APHA. Ed. 20. 4500 NH3 F, 1998	-
ode Sampel 320 ml, 2 atm, 6 jam							
1	BOD	mg/l	928,85	928,7	929,66	APHA. Ed. 20.5210 B, 1998	-
2	TSS	mg/l	382,87	383,67	382,26	APHA. Ed. 20.2540 D, 1998	-
3	NH3	mg/l	42,68	43,6	44,8	APHA. Ed. 20. 4500 NH3 F, 1998	-



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

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

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

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



JASA TIRTA I

LABORATORIUM KUALITAS AIR

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



Komite Akreditasi Nasional

Laboratorium Penguji
IP - 227 - IDN

Nomor : 160 S / LKA MLG / VI / 08

Halaman 9 dari 13

Page 9 of 13

Kode Contoh Uji : Ext. 158 / PC / VI / 2008 / 183
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

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

Tanggal Analisa : 3 - 12 Juli 2008
Testing Date(s)

HASIL ANALISA

Result of Analysis

No (Proses Sedimentasi Dengan Penambahan Biolink-5)	Parameter	Satuan	Hasil			Metode Analisa	Keterangan
			1	2	3		
Kode Sampel 320 ml, 3 atm, 2 jam							
1	BOD	mg/l	1317,74	1317,64	1316,25	APHA. Ed. 20.5210 B, 1998	-
2	TSS	mg/l	527,05	528,32	527,41	APHA. Ed. 20.2540 D, 1998	-
3	NH3	mg/l	27,4	27,15	29,32	APHA. Ed. 20.4500 NH3 F, 1998	-
Kode Sampel 320 ml, 3 atm, 4 jam							
1	BOD	mg/l	1182,86	1183,2	1182,65	APHA. Ed. 20.5210 B, 1998	-
2	TSS	mg/l	475,69	475,26	476,35	APHA. Ed. 20.2540 D, 1998	-
3	NH3	mg/l	29,36	29,47	29,36	APHA. Ed. 20.4500 NH3 F, 1998	-
Kode Sampel 320 ml, 3 atm, 6 jam							
1	BOD	mg/l	1052,36	1053,1	1054,36	APHA. Ed. 20.5210 B, 1998	-
2	TSS	mg/l	420,47	421,33	422,12	APHA. Ed. 20.2540 D, 1998	-
3	NH3	mg/l	32,25	33,47	34,03	APHA. Ed. 20.4500 NH3 F, 1998	-



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

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

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

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



LABORATORIUM KUALITAS AIR

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

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

E-mail : laboratorium@jasatirta1.go.id



JASA TIRTA I

Nomor : 160 S / LKA MLG / VI / 08

Halaman 12 dari 13

Page 12 of 13

Kode Contoh Uji : Ext. 158 / PC / VI / 2008 / 183
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

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

Tanggal Analisa : 3 - 12 Juli 2008
Testing Date(s)

HASIL ANALISA

Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil			Metode Analisa	Keterangan
			1	2	3		
Proses Sedimentasi Tanpa Penambahan Biolink-5							
Kode Sampel 1 atm, 2 jam							
1	BOD	mg/l	2289,65	2289,65	2289,66	APHA. Ed. 20.5210 B, 1998	-
2	TSS	mg/l	856,32	856,32	856,33	APHA. Ed. 20.2540 D, 1998	-
3	NH3	mg/l	42,16	42,17	42,18	APHA. Ed. 20. 4500 NH3 F, 1998	-
Kode Sampel 1 atm, 4 jam							
1	BOD	mg/l	2215,65	2215,66	2215,66	APHA. Ed. 20.5210 B, 1998	-
2	TSS	mg/l	826,35	826,36	826,37	APHA. Ed. 20.2540 D, 1998	-
3	NH3	mg/l	41,68	41,68	41,69	APHA. Ed. 20. 4500 NH3 F, 1998	-
Kode Sampel 1 atm, 6 jam							
1	BOD	mg/l	2178,65	2178,66	2178,67	APHA. Ed. 20.5210 B, 1998	-
2	TSS	mg/l	810,32	810,33	810,34	APHA. Ed. 20.2540 D, 1998	-
3	NH3	mg/l	40,12	40,12	40,13	APHA. Ed. 20. 4500 NH3 F, 1998	-
Kode Sampel 2 atm, 2 jam							
1	BOD	mg/l	2369,44	2369,45	2369,46	APHA. Ed. 20.5210 B, 1998	-
2	TSS	mg/l	902,45	902,46	902,47	APHA. Ed. 20.2540 D, 1998	-
3	NH3	mg/l	43,03	43,04	43,05	APHA. Ed. 20. 4500 NH3 F, 1998	-
Kode Sampel 2 atm, 4 jam							
1	BOD	mg/l	2325,4	2325,41	2325,42	APHA. Ed. 20.5210 B, 1998	-
2	TSS	mg/l	876,25	876,26	876,27	APHA. Ed. 20.2540 D, 1998	-
3	NH3	mg/l	42,26	42,27	42,26	APHA. Ed. 20. 4500 NH3 F, 1998	-



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

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

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

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



LABORATORIUM KUALITAS AIR

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

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

E-mail : laboratorium@jasatirta1.go.id



Laboratorium Penguji
IP - 227 - IDN

JASA TIRTA I

Nomor : 160 S / LKA MLG / VI / 08

Halaman 13 dari 13

Page 13 of 13

Kode Contoh Uji : Ext. 158 / PC / VI / 2008 / 183
Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method

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

Tanggal Analisa : 3 - 12 Juii 2008
Testing Date(s)

HASIL ANALISA

Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil			Metode Analisa	Keterangan
			1	2	3		
(Proses Sedimentasi Tanpa Penambahan Biolink-5)							
f. Kode Sampel 2 atm, 6 jam							
1	BOD	mg/l	2256,59	2256,59	2257,6	APHA. Ed. 20.5210 B, 1998	-
2	TSS	mg/l	846,26	846,26	846,27	APHA. Ed. 20.2540 D, 1998	-
3	NH3	mg/l	41,56	41,57	41,58	APHA. Ed. 20. 4500 NH3 F, 1998	-
g. Kode Sampel 3 atm, 2 jam							
1	BOD	mg/l	2563,05	2563,06	2563,07	APHA. Ed. 20.5210 B, 1998	-
2	TSS	mg/l	965,26	965,27	965,28	APHA. Ed. 20.2540 D, 1998	-
3	NH3	mg/l	43,36	43,36	43,37	APHA. Ed. 20. 4500 NH3 F, 1998	-
h. Kode Sampel 3 atm, 4 jam							
1	BOD	mg/l	2473,68	2473,68	2473,69	APHA. Ed. 20.5210 B, 1998	-
2	TSS	mg/l	952,30	952,36	952,37	APHA. Ed. 20.2540 D, 1998	-
3	NH3	mg/l	42,68	42,68	42,69	APHA. Ed. 20. 4500 NH3 F, 1998	-
i. Kode Sampel 3 atm, 6 jam							
1	BOD	mg/l	2405,36	2405,37	2405,38	APHA. Ed. 20.5210 B, 1998	-
2	TSS	mg/l	926,56	926,56	926,57	APHA. Ed. 20.2540 D, 1998	-
3	NH3	mg/l	42,05	42,05	42,06	APHA. Ed. 20. 4500 NH3 F, 1998	-



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

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

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

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

- Analisis pH, Temperatur dan DO (Penambahan Volume Biolink-5)**

Volume Biolink-5	Tekanan Udara (atm)	Waktu (Jam)	pH (Aerasi)	Suhu (° C)	DO (mg/l)
280	1	2	6.89	30	4.41
		4	7.14	30	4.8
		6	7.16	30	4.7
	2	2	7.29	30	3.6
		4	7.31	30	3.8
		6	7.38	30	3.3
	3	2	7.45	30	3.3
		4	7.41	30	3.5
		6	7.48	30	3.7
320	1	2	7.53	30	4.9
		4	7.87	30	5.3
		6	7.08	30	5.5
	2	2	7.4	30	4.6
		4	8.08	30	4.7
		6	7.3	30	4.9
	3	2	7.85	30	4.2
		4	7.8	30	4.4
		6	8.14	30	4.6

(BOD)

One-way ANOVA: % Penyisihan BOD, Tekanan Udara, Waktu, Volume Biolink-5

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	3	1086548	362183	2127.66	0.000
Error	68	11575	170		
Total	71	1098123			

S = 13.05 R-Sq = 98.95% R-Sq(adj) = 98.90%

Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev	
% Penyis	18	11.09	5.80	*)	
Tekanan	18	2.00	0.84	*)	
Waktu	18	4.00	1.68	*)	
Biolink-5	18	300.00	20.58	(*)	

Pooled StDev = 10.73 0 100 200 300

Correlations: % Penyisihan BOD, Tekanan Udara, Waktu, Volume Biolink-5

	% Penyisihan	Tekanan Udara	Waktu
Tekanan Udara	-0.556 0.000		
Waktu	0.430 0.058	- 0.000 1.000	
Biolink-5	0.936 0.000	- 0.000 1.000	0.000 1.000

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Regression Analysis: % Penyisihan versus Tekanan Udara, Waktu, Volume Biolink-5

The regression equation is

$$\% \text{ Penyisihan BOD} = - 57 - 4.62 \text{ Tekanan Udara} + 2.38 \text{ Waktu} + 0.712 \text{ Biolink-5}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-57.410	8.623	-18.25	0.000
Tekanan	-4.6246	0.7135	6.48	0.000
Waktu	2.3782	0.3398	-7.00	0.000
Biolink-5	0.71163	0.02771	5.68	0.000

S = 2.34525 R-Sq = 98.2% R-Sq(adj) = 97.8%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	3	4239.4	1413.1	256.92	0.000
Residual Error	14	77.0	5.5		
Total	17	4316.4			

Source	DF	Seq SS
Tekanan	1	81.33
Waktu	1	39.13
Biolink-5	1	430.1

(NH₃)

One-way ANOVA: % Penyisihan NH3, Tekanan Udara, Waktu, Volume Biolink-5

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	3	1120346	373449	2105.60	0.000
Error	68	12318	181		
Total	71	1132664			

S = 13.46 R-Sq = 98.20% R-Sq(adj) = 98.25%

Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
% Penyisihan	18	29.44	16.97	(*)
Tekanan	18	2.00	0.84	*)
Waktu	18	4.00	1.68	*)
Biolink-5	18	300.00	20.58	(*)

Pooled StDev = 13.37

0 100 200 300

Correlations: % Penyisihan NH3, Tekanan Udara, Waktu, Volume Biolink-5

	% Penyisihan	Tekanan	Waktu
Tekanan	-0.573 0.000		
Waktu	0.458 0.070	0.000 1.000	
Biolink-5	0.869 0.000	-0.071 1.000	0.000 1.000

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Regression Analysis: % Penyisihan versus Tekanan Udara, Waktu, Volume Biolink-5

The regression equation is

$$\% \text{ Penyisihan NH}_3 = -66 - 9.26 \text{ Tekanan Udara} + 2.01 \text{ Waktu} + 0.703 \text{ Biolink-5}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-66.46	13.33	-12.48	0.000
Tekanan	-9.259	1.103	8.39	0.000
Waktu	2.0126	0.5255	-3.83	0.000
Biolink-5	0.70281	0.04285	16.40	0.000

S = 3.62663 R-Sq = 96.4% R-Sq(adj) = 95.6%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	3	4 874.8	1624.9	123.55	0.000
Residual Error	14	184.1	13.2		
Total	17	5058.9			

Source	DF	Seq SS
Tekanan	1	905.3
Waktu	1	116.8
Biolink-5	1	3792.0

(TSS)

One-way ANOVA: % Penyisihan TSS, Tekanan Udara, Waktu, Volume Biolink-5

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	3	1085707	361902	1968.14	0.000
Error	68	12460	183		
Total	71	1098167			

S = 13.54 R-Sq = 98.87% R-Sq(adj) = 98.82%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
% Penyis	18	52.95	17.67	*)
Tekanan	18	2.00	0.84	*)
Waktu	18	4.00	1.68	*)
Biolink-5	18	300.00	20.58	(*)

Pooled StDev = 13.59

Correlations: % Penyisihan TSS, Tekanan Udara, Waktu, Volume Biolink-5

	% Penyis	Tekanan Udara	Waktu
Tekanan Udara	-0.592 0.001		
Waktu	0.441 0.030	0.000 1.000	
Biolink-5	0.904 0.000	-0.000 1.000	0.000 1.000

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Regression Analysis: % Penyisihan versus Tekanan Udara, Waktu, Volume Biolink-5

The regression equation is

$$\% \text{ Penyisihan TSS} = -78 - 5.22 \text{ Tekanan Udara} + 1.68 \text{ Waktu} + 0.796 \text{ Biolink-5}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-78.144	8.385	-21.25	0.000
Tekanan	-5.2162	0.6937	7.25	0.000
Waktu	1.6827	0.3304	-5.09	0.000
Biolink-	0.79616	0.02694	29.55	0.000

S = 2.28043 R-Sq = 98.6% R-Sq(adj) = 98.3%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	3	5128.5	1709.5	328.73	0.000
Residual Error	14	72.8	5.2		
Total	17	5201.3			

Source	DF	Seq SS
Tekanan	1	297.6
Waktu	1	81.6
Biolink-5	1	4847.5

Desain Alat Proses Aerasi :

1. Bak Aerasi

$$Q = 0,0012 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$t_d = 6 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 0.0012 \text{ m}^3/\text{jam} \times 6 \text{ jam} \\ &= 0.0072 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Direncanakan tinggi} \longrightarrow (H) = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Dengan lebar} \longrightarrow (L) = 0,25 \text{ m}$$

Panjang ...

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

$$0,0012 \text{ m}^3 = P \times 0,25 \text{ m} \times 0,30 \text{ m}$$

$$0,0012 \text{ m}^3 = P \times 0,075 \text{ m}^2$$

$$P = \frac{0,0012 \text{ m}^3}{0,075 \text{ m}^2}$$

$$P = 0,4 \text{ m}$$

- Perhitungan Tekanan Udara :

$$C_s = C_{s760} \frac{P - \bar{p}}{760 - p}$$

Keterangan : P : Tekanan Udara (atm)

C_L : Konsentrasi oksigen terlarut (DO : 4 mg/l)

C_s : Konsentrasi gas jenuh atau keseimbangan gas dalam larutan
= 7,63 mg/l (untuk T : 30°C)

K : Koefisien transfer oksigen 1,85/jam (untuk T : 30°C)

\bar{p} : Tekanan jenuh uap air :31,8 mm Hg (untuk T : 30°C)

$(C_s)_{760}$: Nilai kejenuhan oksigen pada tekanan udara 760mmHg
(mg/l)

$$\begin{aligned}
 * (C_s)_{760} &= \frac{475 - 2,65C_L}{33,5 + T} \\
 &= \frac{475 - 2,65 \cdot 4 \text{ mg/l}}{33,5 + 30} \\
 &= 4,4 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

➤ Jadi, Tekanan Udara adalah :

$$7,63 \text{ mg/l} = 4,4 \text{ mg/l} \frac{P - 31,8 \text{ mmHg}}{760 \text{ mmHg} - 31,8 \text{ mmHg}}$$

$$\frac{7,63 \text{ mg/l}}{4,4 \text{ mg/l}} = \frac{(P - 31,8 \text{ mmHg})}{728,2 \text{ mmHg}}$$

$$1,73 \times 728,2 \text{ mmHg} = P - 31,8 \text{ mmHg}$$

$$P = 1262 \text{ mmHg} = 2 \text{ atm}$$

➤ Massa oksigen yang ditransfer :

$$N = K.V.C_s \cdot \frac{P - \bar{p}}{101,3 - p}$$

$$= 1,85/\text{jam} \cdot 7 \text{ lt} \cdot 7,63 \text{ mg/l} \cdot \frac{1262,76 \text{ mmHg} - 31,8 \text{ mmHg}}{101,3 \text{ mmHg} - 31,8 \text{ mmHg}}$$

$$= 84,69 \text{ mg/jam} \times 101,27$$

$$= 8576,86 \text{ mgO}_2/\text{jam} = 0,085 \text{ kgO}_2/\text{jam}$$

2. Bak Pengendapan

$$T_d = 1 \text{ jam}$$

$$Q = 0,6 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$V = Q \times t = 0,6 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{jam} \times 1 \text{ jam} \\ = 0,6 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

- Zona Settling

Direncanakan dimensi :

$$P : L = 3 : 1$$

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

$$P = 20 \text{ cm} \times 3 = 60 \text{ cm}$$

$$H = \frac{\text{Volume}}{P \times L} = \frac{0,6 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{0,20 \text{ m} \times 0,60 \text{ m}} \\ = 0,25 \text{ m} = 25 \text{ cm}$$

- Zona Inlet

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

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

$$= 6 \text{ cm}$$

- Zona Lumpur

Direncanakan dimensi :

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

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

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

$$a = 1/3 \times P (\text{panjang bak}) = 1/3 \times 60 \text{ cm} = 20 \text{ cm}$$

$$a' = 1/5 \times P (\text{panjang bak}) = 1/5 \times 60 \text{ cm} = 12 \text{ cm}$$

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

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

$$A_1 = a \times b = 20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} = 400 \text{ cm}^2 = 0,04 \text{ m}^2$$

$$A_2 = a' \times b' = 12 \text{ cm} \times 4 \text{ cm} = 48 \text{ cm}^2 = 0,0048 \text{ m}^2$$

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

$$\begin{aligned} H &= \frac{vol \times 3}{(A_1 + A_2(A_1 \times A_2)^{1/2})} \\ &= \frac{0,6 \times 10^{-3} \times 3}{(0,04m^2 + 0,0028m^2(0,04m^2 \times 0,0028m^2)^{1/2})} \\ &= 0,060 \text{ m} = 6 \text{ cm} \end{aligned}$$

Pemeriksaan Angka Permanganat (PV)

1. Metode

Titration permanganometri

2. Prinsip

Zat organik dioksidasi oleh KMnO_4 berlebih dalam suasana asam dan panas. Kelebihan KMnO_4 .

3. Preaksi

a. Larutan KMnO_4 0,1 N

3,16 gram KMnO_4 dilarutkan dalam air destilasi lalu diencerkan hingga volumenya tepat 1 liter.

b. Larutan KMnO_4 0,01 N

100 ml larutan KMnO_4 0,1N dipipet, kemudian diencerkan dengan air destilasi hingga volumenya tepat 1 liter.

c. Larutan asam oksalat ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 0,1 N

6,3 gram asam oksalat ditimbang dengan teliti, kemudian dilarutkan dalam air destilasi. Masukkan ke dalam labu ukur 1 liter.

d. Larutan asam oksalat ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 0,01 N

100 ml larutan asam oksalat 0,1 N dipipet dan dimasukkan kedalam labu ukur 1 liter.

e. Larutan H_2SO_4 8 N bebas zat organik

222 ml H_2SO_4 pekat tuangkan sedikit demi sedikit ke dalam labu ukur 1000 ml yang sebelumnya telah di isi air suling. Dinginkan dan encerkan sampai 1 liter dalam labu ukur tersebut. Pindahkan ke gelas piala dan tetesi dengan larutan KMnO_4 0,01 N sampai berwarna merah muda. Panaskan pada temperatur 80°C selama 10 menit, bila warna merah muda hilang selama pemanasan tambah kembali larutan KMnO_4 sampai warna stabil.

4. Cara Kerja

➤ Pembebasan labu elenmeyer dari zat organik

- 100 ml air keran dimasukkan ke dalam labu elenmeyer dan tambahkan beberapa batu didih.

- Tambahkan 5 ml H_2SO_4 8 N dan tetes demi tetes larutan KMnO_4 0,01 N sampai cairan berwarna merah muda.
- Panaskan diatas hot plate dan biarkan mendidih selama 10 menit.
- Jika selama mendidih warna merah muda hilang, tambahkan lagi larutan KMnO_4 0,01 N sampai warnanya tidak hilang. Lalu buang cairan dalam elenmeyer. (Dinginkan)

➤ Pemeriksaan zat organik

- 100 ml contoh air dimasukan ke dalam labu elenmeyer bebas zat organik
- Tambahkan 5 ml H_2SO_4 8 N dan tetes demi tetes larutan KMnO_4 0,01 N sampai cairan berwarna merah muda.
- Panaskan diatas hot plate dan biarkan mendidih pada suhu 70°C
- Jika selama mendidih warna merah muda hilang, tambahkan lagi larutan KMnO_4 0,01 N sampai warnanya stabil. (± 5 menit) (Dinginkan)
- Tambahkan 10 ml larutan baku KMnO_4 0,01 N kemudian panaskan lagi hingga mendidih selama 10 menit, suhu 100°C .
- Setelah itu tambahkan 10 ml larutan baku asam oksalat 0,01 N (temperatur $80 - 70^\circ\text{C}$)
- Selanjutnya titrasi dengan larutan baku KMnO_4 0,01 N sampai menunjukkan warna merah muda.
- Catat volume KMnO_4 0,01 N yang dibutuhkan (10 ml + ml titrasi), apabila pemakaian larutan baku KMnO_4 lebih dari 7 ml (titrasi), ulangi analisa dengan cara mengencerkan larutan uji.
- Untuk nalisa secara duplo, apabila terdapat perbedaan pemakaian larutan baku KMnO_4 lebih dari 0,1 ml, ulangi pengujian, apabila kurang atau sama dengan 0,1 ml rata-ratakan hasilnya.

5. Standarisasi KMnO_4

- Ukur 100 ml air suling secara duplo dan masukan dalam labu elenmeyer 250 ml, panaskan sampai suhu $\pm 70^\circ\text{C}$ (Dinginkan)
- Tambahkan 5 ml H_2SO_4 8 N bebas zat organik
- Tambahkan 10 ml larutan baku asam oksalat 0,01 N

- Titrasi dengan larutan baku KMnO_4 sampai menunjukkan warna merah muda
- Catat volume KMnO_4 yang dibutuhkan untuk titrasi, apabila perbedaan pemakaian larutan baku atau = 0,1 ml maka hasilnya di rata-rata (nilai yang di dapat pada standarisasi KMnO_4 di gunakan untuk perhitungan normalitas larutan baku KMnO_4)

6. Perhitungan

Perhitungan nilai permanganat dengan rumus sebagai berikut :

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

Dengan Penjelasan:

A : ml larutan baku KMnO_4 yang digunakan dalam titrasi (total)

B : Normalitas larutan baku KMnO_4

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

Dengan penjelasan

V_1 = ml larutan baku asam Oksalat

V_2 = ml larutan baku KMnO_4 yang digunakan untuk titrasi

N_1 = Normalitas larutan baku asam oksalat

N_2 = Normalitas larutan baku KMnO_4 yang dicari

P : faktor pengenceran larutan uji

ANALISIS BIOLOGICAL OXYGEN DEMAND (BOD)

1. Tinjauan umum

a. Prinsip :

Kebutuhan oksigen biokimia (BOD) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan zat organik secara biokimia selama inkubasi dalam waktu tertentu

Penentuan BOD pada dasarnya adalah pengukuran selisih kadar oksigen terlarut segera (DO_0 hari) dari kadar oksigen terlarut sesudah inkubasi 5 hari pada suhu 20°C (DO_5 hari).

b. Pengganggu :

1) Contoh untuk penentuan BOD selama waktu penyimpanan antara sampling dan analisa akan mengalami degradasi, sehingga menghasilkan harga BOD yang rendah. Untuk meminimalkan pengurangan BOD maka analisa dilakukan segera atau disimpan pada suhu 4°C .

2) Asam kuat atau basa kuat

3) Sisa klor

4) Contoh mengandung oksigen terlalu jenuh mengandung lebih dari 9 mg/l oksigen terlarut (DO)

2. Peralatan

a. Botol BOD/botol oksigen 250 – 300 ml, cuci botol dengan detergen, bilas baik – baik dan keringkan

b. Inkubator $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$

c. Alat gelas

d. Buret atau DO meter untuk BOD (DO meter dengan probe)

3. Reagen

a. Larutan dapar Fosfat

Larutan 8,5 g KH_2PO_4 , 21,75 g KH_2PO , 33,4 g $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 1,7 g NH_4Cl dalam 500 ml air suling, encerkan dengan air suling sampai 1 L

b. Larutan Magnesium Sulfat ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)

Larutan 22,5 g magnesium sulfat dengan air suling dan encerkan sampai 1 l

c. Larutan Kalsium Klorida (CaCl_2)

Larutkan 27,5 g kalsium klorida anhidrat dengan air suling dan encerkan sampai 1 l

d. Larutan Ferri Klorida ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)

Larutkan 0,25 g kalsium florida anhidrat dengan air suling dan encerkan sampai 1 L

e. Larutan Asam dan Basa 1 N

Untuk menetralkan contoh air yang bereaksi basa atau asam

1) Larutan asam 1 N : tambahkan 28 ml asam sulfat (H_2SO_4) pekat perlahan –lahan dan sambil kocok pada air suling encerkan sampai 1 l

2) Larutan basa 1 N : larutan 40 g natrium hidroksida (NaOH) dalam air suling, encerkan sampai 1 L

f. Larutan Natrium Sulfite (Na_2SO_3) 0,025 N

Larutan

g. Air pengencer

h. Reagen –reagen pada penentuan DO

4. Cara Kerja

a. Persiapan pendahuluan :

1. Untuk pemeriksaan BOD, pengambilan contoh perlu diperlakukan secara khusus

a) Untuk contoh yang diambil secara acak (grab sampel):

Apabila analisa/penentuan dilakukan dalam waktu 2 jam tidak perlu disimpan dalam termos es. Apabila penentuan akan dilakukan lebih dari 2 jam didinginkan dan waktu penyimpanan dilaporkan. Apabila contoh digunakan untuk keperluan monitoring, diusahakan analisa dilakukan dalam waktu 2 atau 6 jam sesudah sampling

b) Untuk contoh yang diambil secara komposit (composite sampel) :

Simpan contoh pada suhu 4 °C selama pengumpulan. Waktu komposit samapi 24 jam, pengukuran dimulai adari akhir pengumpulan limbah

2. Pembuatan air pengencer :

Dalam botol masukkan air suling untuk pengencer. Tambahkan kedalam 1 L air suling masing-masing 1 ml larutan – larutan berikut :

- Dapar Fosfat
- Magnesium Sulfat
- Ferri Klorida
- Kalsium Klorida

Campur dan aerasi dengan pompa udara (aerator) minimal selama 3 menit. Simpan dengan tutup yang diberi kertas.

3. Perlakuan pendahuluan / penghilangan pengganggu :

- a) Jika contoh bersifat asam atau basa, netralkan dengan H_2SO_4 1 N atau NaOH 1 N sampai pH 6,5 – 7,5, sejauh mana penambahan reagen tersebut tidak mengencerkan contoh lebih dari 0,5 %
- b) Jika contoh mengandung sisa klor yang tinggi, netralkan dengan larutan Na_2SO_3 0,025 N. Jumlah volume Na_2SO_3 yang ditambahkan ditentukan sebagai berikut : pada 100 ml – 1 L contoh yang telah dinetralkan, tambahkan 10 ml larutan KI (10 g/100 ml) dan titrasi dengan Na_2SO_3 0,025 N dengan menggunakan indikator larutan amilum sampai hilangnya warna biru mula-mula. Ke dalam contoh yang sudah dinetralkan tambahkan larutan Na_2SO_3 yang jumlahnya sesuai dengan yang sudah ditentukan. Sesudah 10 20 menit uji contoh kembali untuk memeriksa adanya sisa klor.

b. Pemeriksaan/pengujian

1) Pengenceran contoh :

- a) Sebelum melakukan pengenceran, diukur dahulu DO contoh segera. Buat beberapa pengenceran dari contoh yang disiapkan untuk mendapatkan pengurangan kandungan oksigen yang diinginkan.

Pengenceran – pengenceran adalah sebagai berikut :

$0,0 - 1,0 \% = (100 \times)$ untuk limbah industri yang berat

1 – 5 % = (20 ×) untuk air limbah yang belum diolah dan telah diendapkan

5- 25 % = (20 – 4 ×) untuk air buangan yang sudah diolah secara biologis

25 – 100 % = (4 – 1 ×) untuk air sungai yang terpolusi

b) Contoh diencerkan dengan air pengencer sesuai dengan faktor pengenceran yang sudah diperhitungkan. Pengenceran dapat dilakukan langsung dalam botol BOD atau dalam gelas ukur, kemudian dipindahkan dalam botol BOD

o Pengenceran dalam gelas ukur :

Apabila untuk penentuan oksigen terlarut (DO) digunakan modifikasi azida, tuangkan hati –hati air pengencer ke dalam gelas ukur 1 – 2 L sampai kira-kira setengahnya dengan dijaga jangan sampai ada udara yang masuk. Tambah contoh yang akan diencerkan, volumenya sesuai dengan pengencerannya dan encerkan dengan air pengencer sampai tanda. Tuangkan contoh yang sudah diencerkan hati – hati ke dalam 2 (dua) buah botol BOD. Tentukan oksigen terlarut segera dari botol yang satu dan botol yang lainnya ditutup rapat, diinkubasi selama 5 hari.

o Pengenceran dalam botol BOD

Isi botol BOD diukur terlebih dahulu. Contoh diukur dengan pipet volume sesuai dengan pengenceran yang dikehendaki, masukkan dalam botol BOD yang sudah diketahui isinya, tambahkan air pengencer. Apabila digunakan metode modifikasi azida untuk penentuan DO, gunakan 2 botol BOD, apabila digunakan metode elektroda untuk penentuan DO gunakan 1 (satu) buah botol BOD

2) Penentuan DO (Oksigen Terlarut) segera = $DO_{mula-mula} = DO_0$ hari.
Tentukan DO segera setelah pengisian contoh yang sudah diencerkan

kedalam botol BOD. Gunakan metode modifikasi azida atau elektroda membran.

- 3) **Blanko air pengencer.** Air pengencer ditentukan DO segera dan DO setelah diinkubasi selama 5 hari. DO sebaiknya tidak lebih dari 0,2 mg/l dan sebaiknya tidak lebih dari 0,1 mg/l
- 4) **Waktu inkubasi.** Inkubasi contoh yang sudah diencerkan, air pengencer pada $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$

5. Perhitungan

$$\text{BOD}_5 \text{ (mg/l)} = \frac{(D1 - D2)}{P}$$

Dimana :

- $D1$ = Oksigen terlarut segera contoh yang diencerkan (mg/l)
- $D2$ = Oksigen terlarut contoh yang diencerkan setelah inkubasi 5 hari pada suhu 20°C (mg/l)
- P = Desimal bagian volume contoh yang digunakan

Pengenceran contoh yang sudah memenuhi syarat diperiksa sebagai – berikut :

- DO contoh = a mg/ O_2
- DO_0 air pengencer = b mg/l O_2
- $\text{DO}_{5,20}$ contoh = c mg/l O_2
- $\text{DO}_{5,20}$ air pengencer = d mg/l O_2
- DO air pengencer rata-rata = (b + d) = z mg/l O_2
- Pengurangan / depletion = $\frac{(a - c)}{z \times 100\%}$
- Depletion diinginkan antara 20 % - 80 %
- Kalau tidak antara 20 % - 80 %, maka harus diulangi pengenceran contoh

ANALISIS TOTAL SUSPENDED SOLIDS (TSS)

1. Tinjauan Umum

a. Prinsip

TSS merupakan jumlah berat dalam mg/l kering lumpur yang ada di dalam air limbah setelah mengalami penyaringan. Sampel disaring dengan filter kertas, dan filter yang mengandung zat tersuspensi dikeringkan pada 105°C selama 2 jam.

b. Pengganggu

Tersumbatnya lubang – lubang filter akibat sifat zat tersuspensi, sehingga filtrasi akan memakan waktu lama, dalam hal ini sampel dapat disaring memakai bejana pengisap dan pompa vakuum. Bila terlalu banyak zat tersuspensi tertahan pada filter, jumlah air yang terperangkap dalam zat tersuspensi bertambah sehingga membutuhkan waktu pengeringan lebih lama.

2. Peralatan

a. Cawan gooch dengan kapasitas 25 ml

b. Alat penyaring membran

c. Filter kertas biasa atau filter fiber glass

d. Bejana isap (suction flask) dengan kapasitas 500 ml atau 1000 ml

e. Pompa vakum

3. Cara Kerja

a. Kertas saring dipanaskan pada suhu 105°C dalam oven selama 1 jam, kemudian didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang

b. Sampel dikocok merata kemudian disaring

c. Kertas saring yang telah digunakan untuk menyaring sampel dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam

d. Kertas saring yang mengandung residu zat padat didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang

4. Perhitungan

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

Dimana :

- a = Berat filter dan residu sesudah pemanasan 105°C (mg/l)
- b = Berat filter kering (sudah dipanaskan 105°C) (mg/l)
- c = Volume sampel (ml)

ANALISIS NH₃ (AMONIAK)

1. Prinsip

Zat organik yang mengandung N dirubah menjadi amoniak, kemudian amoniak tersebut dianalisa melalui analisa N amoniak. Nitrogen amino dalam zat organik akan menjadi amonium sulfat (NH₄)₂HSO₄ setelah pemanasan sampel didalam larutan asam H₂SO₄ yang mengandung K₂SO₄ (untuk menaikkan suhu asam sulfat) dan HgSO₄ (sebagai katalisator). Zat organik tersebut merubah CO₂ dan H₂O dan melepaskan amoniak yang dalam suasana asam kuat akan terikat menjadi amonium sulfat. Kemudian tambahkan basa serta zat pereduksi yaitu campuran NaOH dan campuran Tio – sulfat akan melepaskan amonium NH₄⁺ tersebut sekaligus mengubahnya menjadi amoniak

Seluruh amoniak tersebut serta sedikit air dapat didestilasi dari sampel. Disamping amoniak yang berasal dari zat organik tersebut, air buangan (air industri dan lain-lain) juga mengandung amoniak bebas dan amonium tersebut ikut tersuling bersama NH₃ yang dilepaskan zat organik, dan semua disebut N-kjldahl (N-organik + N-amoniak bebas). Setelah lenyap dari alat pendingin, NH₃ tersebut diserap oleh larutan asam borat H₃BO₃

2. Peralatan

- a. 2 buah labu kjldahl 250 ml
- b. Pemanas listrik
- c. Pipet 5 ml, 10 ml, 25 ml, dan 3 buah labu takar 0,5 liter serta beker 100 ml
- d. Batu didih

3. Reagen

- a. Larutan merkuri sulfat
- b. Larutan natrium hidroksid – natrium tiosulfat
- c. Larutan indikator fenolftalein
- d. Reagen untuk analisa :
 - Air suling bebas amoniak
 - Larutan standart amoniak
 - Larutan asam borat H₃BO₃

- Larutan buffer borat
- Reagen nessler
- Larutan natrium hidroksida

4. Cara Kerja

- a. Persiapan sampel volume, tuangkan sampel sebanyak 25 ml
- b. Encerkan sampai volume 250 ml didalam labu kjidhal
- c. Tambahkan sebanyak 50 ml merkuri sulfat
- d. Masukkan batu didih ke dalam labu, kemudian kocok pelan – pelan
- e. Panaskan labu yang berisi campuran tersebut, sampai uap SO_3 keluar dan cairan mulai berubah warna menjadi jernih atau tidak berwarna
- f. Tambahkan 10 tetes atau 0,5 ml indikator fenoltalein, kemudian tambahkan lagi sebanyak 50 ml reagen natrium-natrium tiosulfat
- g. Destilasikan larutan tersebut



PROSES SEEDING



PROSES AKLIMATISASI



REAKTOR PROSES AERASI (Penambahan Biolink-5)



REAKTOR PROSES AERASI (Tanpa Penambahan Biolink-5)

Ucapan Terima kasih bossmap.com

Ku ucapkan terima kasih kepada Tuhan Yesus Kristus, karena penyertaannya dan berkatnya sampai saat ini, hingga akhirnya saya dapat menggapai apa yang saya inginkan. Begitu banyaknya keluhan kesah yang aku ceritakan, begitu banyak pula permintaan yang ku ajukan tapi karena kasih setia Mu, Engkau slalu menjagaku, menuntunku dan memberikan yang terbaik untuk ku. Aku percaya bahwa rencana Mu indah bagiku dan memberikan masa depan yang penuh pengharapan...Amien

Terima kasih mama dan bapa ku yang sangat saya cintai, yang selama ini selalu menjaga dan merawatku hingga aku jadi sarjana. Begitu banyaknya perjuangan yang telah mama dan bapa lakukan agar aku dapat menyelesaikan kuliahku. Dorongan moril dan spiritual tak henti – henti selalu mama dan bapa berikan kepada saya, aku slalu berdoa semoga Tuhan slalu menjaga, memberikan umur yang panjang, sehat selalu dan berkat yang melimpah kepada mama dan bapa tersayang. Aku sangat mencintai mama dan bapa, smoga aku dapat membalas smua jasa – jasamu dan dan membahagiakan mama dan bapa slalu...Amien

Buat kakak – kakak yang sangat aku sayangi (ka daud, bapa brave + mama brave, bapa putry + mama putry, bapa vigour n mama vigour. Makasih ya buat doanya dan bantuannya smoga keluarga kalian menjadi keluarga yang takut akan Tuhan, bahagia selalu dan diberikan berkat yang melimpah.

Buat keponakan – keponakan ku yang lucu – lucu (brave, gilbert, putra, putry, cathy, vigour, abelle n ariel) jangan nakal ya dan jangan lupa rajin berdoa dan belajar biar jadi anak yang pintar dan berbakti pada orang tua...buat adik – adik ku rut, mina, beby, riwa kalian rajin belajar ya biar tambah pintar. Buat mama + bapa beby makasih banyak buat bantuannya dan doanya...

Special tengs to jacky...Tuhan membuat sgalax indah pada waktunya. moga smua yang kamu harapkan tercapai, cepat sukses ya n cepat pulang oke...he22

Buat teman2 pmk + teman2 ekklesia yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.he2..makasih buat doa n dukungannya selama jun

dimalang. Aku minta maaf klo jun ada salah ama kalian semua..maafin y..he2..

Buat teman2 seperjuanganku chia (makasih y jeng buat smuax n cepat sembuh y..dunia nie kecil pasti qt akan ketemu lg..he2), rofie (ntar qt futhu2 dulu ya sebelum balik ketanah air, eh..jgn lupa reunion di malang.he2.), teguh (makasih ya buat bantuanx, km slalu ada ketika aku membuthkanmu..he2..sukses y guh, oia ingat jgn lupa diseleksi dulu cewek yang mw km pdkt..he2), tingk (akhirnya qt wisua jg y...), bu ren (klo dah pulang sumba qt makan bakso bareng di mas amin y..he2), eny (makasih ya jeng buat smuanya, km tetap semangat y....), k.timo (klo nikah jag lupa y undanganx..he2), k.bili (jangan bosan klo qt kekost terus y...) irvan (cepat selesaikan skripsix br bz wisuda bareng eny..yukk), ina, titis, candra, om, paul, iwan, koko, prana, zombi, lulu, sepin, lastri, suci, baiq, iifan, piping, yus, zul, cholik (semmangat.....),buat angkatan 01 k.eflin (makasi ya ka buat bantuanx dr awal proposal sampai akhix wisuda kk slalu membantu, mga kk cepat sembuh y...Tuhan Memberkati), mba eka, mb nini, k.dodi, k.beby, mas bayu, k.apay, k.pay,, k.erwin, k.nesta, k.dedy (smoga sukses slalu y...)

Buat teman2 bendungan wonogiri 25...adik aku yang paling cantik tri dome girsang makasih y dheq sayang slalu menemaniku, slalu menjadi asisten ku, he2..maafin kk mu ini klo ada salah ama km, jgn disimpan dalam hati ya, kk syg km...smua yang pernah terjadi dijadikan pengalaman hidup aja y..he2.mga adheq cepat mendapatkan soulmate yang baik hati...ntar klo kk dah pulang jgn nakal y...he2... buat diaz, bebek, ayu, febri, mb.yu, pa gatot, mb yuni, (maafin klo ada salah...), buat bevy yang jauh nan disana.. (moga hubunganmu dengan aa rudi langgeng y n dia bz berubah menjadi lebih baik lg...

Semua teman – teman yang telah membantu saya dan tidak dapat saya sebutkan satu persatu makasih banyak y...

GOD BLESS U ALL

(Jun_nari2002@Yahoo.com)