

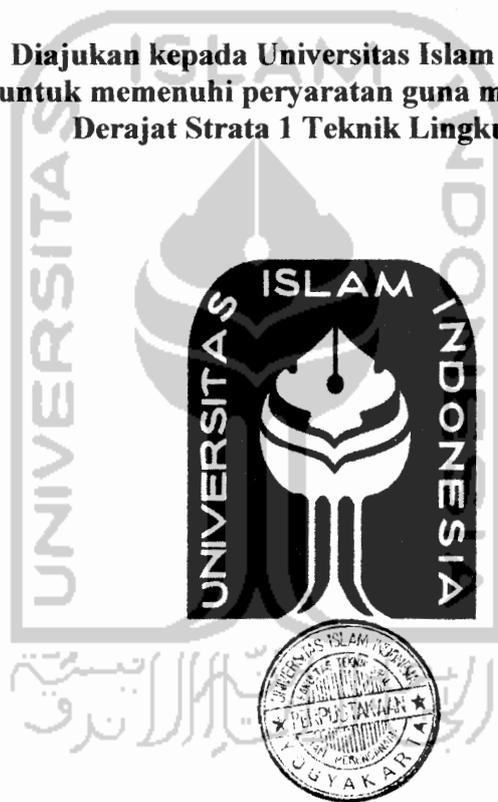
TA/ TL/ 2007/ 0192

PERPUSTAKAAN FISIP UIN	
HARIAN/DEMI	
TGL. TERIMA :	10 - 12 - 2007
NO. JUDUL :	2749
NO. INV. :	512000274900
NO. INDUK :	002749

TUGAS AKHIR

**EFEKTIFITAS BIONIC
DALAM MENURUNKAN TSS DAN COD PADA TINJA
DI DALAM SEPTIC TANK**

**Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
untuk memenuhi persyaratan guna memperoleh
Derajat Strata 1 Teknik Lingkungan**



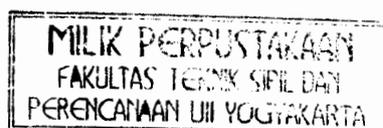
Oleh :

Nama : Khairul Anwar

NIM : 99 513 025

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2007



LEMBAR PENGESAHAN

**EFEKTIFITAS BIONIC
DALAM MENURUNKAN TSS DAN COD PADA TINJA
DI DALAM SEPTIC TANK**



Nama : Khairul Anwar
No. Mahasiswa : 99 513 025
Program Studi : Teknik Lingkungan

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Kasam, MT


Tanggal: 27-4-2007

Dosen Pembimbing II

Hudori, ST


Tanggal: 27 - 04 - 2007

MOTTO

Ya Rasulullah, wahai junjunganku.....
Apakah kata-kata yang tak berdaya ini mampu
mengungkapkan ketinggian dan keluhuranMu?
Apakah pena tumpulku ini dapat
menggambarkan budi pekertiMu yang mulia?
Bagaimana mungkin setetes air sanggup melukiskan
samudera yang luas?
Bagaimana mungkin sebutir pasir mampu
menggambarkan gunung yang tinggi?
Bagaimana mungkin sepercik cahaya akan dapat
bertutur tentang matahari?
Sejauh yang dapat dicapai oleh sebuah pena.....
Hanyalah isyarat tentang keluhuran martabatMu,
kedudukanMu yang tinggi dan
singsasanaMu yang agung

(Dr. Ahmad Muhammad Al-Hufy)

Musibah Terbesar Adalah Ketika Berputus Asa
Memutuskan Untuk Berhenti Melangkah
Setiap Langkah Kedepan Akan Membuka Pintu
Kebaikan Dan Keberhasilan

Jangan Pernah Berhenti Meminta
Karena Manusia Bukan Pencipta

Pembelajar akan mewarisi dunia
Orang yang telah belajar
Akan sangat siap menghadapi dunia
Yang tidak lagi ada

(Penyusun)

KARYA KECIL INI KUPERSEMBAHKAN UNTUK

ABAH DAN UMMI TERCINTA
(H.M. SIDDIQ MUKHLIS & Hj. NURUL HILMI)

YANG TELAH MEMBERI DUKUNGAN, KESABARAN,
DOA DAN KASIH SAYANG YANG TIADA HABISNYA.

KAKAKKU TERCINTA
(Hj. MISKATURAHMI)

TERIMA KASIH UNTUK DUKUNGAN DAN DOANYA

ADIKKU TERCINTA
(Alm. KHAIRUL BAYANI)

SEMOGA ENKAU BAHAGIA DALAM DEKAPAN ILAHI

KEPONAKANKU SI PINTAR OBI,
PAPUQ SA'DIAH TERSAYANG
SERTA SELURUH KELUARGA BESAR
H.M. SIDDIQ MUKHLIS & Hj. NURUL HILMI

dan.....

YANG TERCINTA
ALVIE PUSPITANINGROM

TERIMA KASIH ATAS DOA DAN DUKUNGANNYA

*SEMOGA KARYA KECIL INI BISA BERMANFAAT
BAGI PENYUSUN DAN BAGI SELURUH UMAT MANUSIA
DI BUMI ALLAH YANG MAHA GAGAH*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah robbil alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul "Efektifitas Bionic Dalam Menurunkan TSS dan COD Pada Tinja Di Dalam Septic Tank" dengan baik.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh oleh mahasiswa untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Lingkungan di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak baik secara langsung ataupun secara tidak langsung. Oleh karena itu pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. **Bapak Prof. Dr. Drs. Edy Suandi Hamid, MEc.**, selaku Rektor Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
2. **Bapak Dr. Ir. H. Ruzardi, MS.**, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
3. **Bapak Luqman Hakim, ST, MSi.**, selaku Dosen dan Kepala Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
4. **Bapak H. Kasam, MT.**, selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
5. **Bapak Hudori, ST.**, selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
6. **Bapak Eko Siswoyo, ST.**, selaku Dosen Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
7. **Bapak Andik Yulianto, ST.**, selaku Dosen Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

8. Mas Agus Adi Prananto, SP., selaku Staf Bagian Pengajaran Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
9. Mas Iwan Ardiyanta, AMd selaku Laboran di Laboratorium Kualitas Lingkungan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
10. Bapak Widi Sanjaya beserta para karyawan U.D Jaya Sevia, terima kasih atas kiriman limbahnya.
11. Pak Ponijo sekeluarga, Ibu Kasnun sekeluarga, (Aji, Bangun, Gigih, Hasan, Harun, Ikhwan, Salman, Hari, Pipin, Wisnu, Yogi, Yusef, Johan, Beni, Mas Darmo, Muhtar, Anto, Mas Tyas, Bobby, Mas Rudy) terima kasih atas dukungannya.
12. *Alvie Puspitaningrom*, terimakasih atas segala bantuan tenaga, doa dan kasih sayang yang tulus demi kelancaran penyelesaian Tugas Akhir ini.
13. Teman – teman TL 99, 00, 01, 02, 03 yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu, terima kasih atas dukungan dan bantuannya.
14. Teman- teman KKN Unit 85 (Echa, Ema, Tata, Nuning, Uul, Wisnu, Andrew, Andi, Agung, Farah dan Herman) Best Friend Forever.

Akhir kata, penyusun sepenuhnya menyadari bahwa masih ada kekurangan dalam laporan ini. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaannya. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi penyusun pada khususnya.

Yogyakarta, April 2007

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN MOTTO.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
ABSTRAKSI.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.5. Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Bionic.....	6
2.1.1 Deskripsi Bionic.....	6
2.1.2 Bakteri pada Bionic.....	9
A. Bacillus Thuringiensis.....	9

B.	Acinetobacter Calcoaceticus.....	10
2.1.3	Pertumbuhan bakteri	10
2.1.3.1	Laju Pertumbuhan Bakteri.....	14
2.1.3.2	Kurva Pertumbuhan Bakteri	15
2.2	Sumber Air Limbah Rumah Tangga.....	16
2.2.1	Karakteristik air limbah.....	17
2.3	Septic Tank.....	20
2.4	Dekomposisi Tinja.....	24
2.5	Desain Septik Tank	27
2.6	Total Suspended Solid.....	29
2.7	COD (Chemical Oxygen Demand).....	30
2.8	Metode Penurunan TSS dan COD Pada Limbah Cair Septic Tank...	31
2.9	Hipotesa.....	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Jenis Penelitian.....	36
3.2	Lokasi Penelitian.....	36
3.3	Waktu Penelitian.....	36
3.4	Alat dan bahan yang digunakan.....	36
3.5	Parameter Penelitian.....	38
3.6	Kerangka Penelitian.....	38
3.7	Variabel Penelitian.....	40
3.7.1	Variabel bebas.....	40
3.7.2	Variabel terikat.....	40

3.8	Cara Kerja.....	40
3.8.1	Analisis Parameter.....	40
3.8.2	Reaktor Septic.....	40
3.8.2.1	Perencanaan Reaktor Septic.....	41
3.8.2.2	Perencanaan Sistem Inlet.....	43
3.8.2.3	Perencanaan Sistem Outlet.....	43
3.8.3	Frekwensi Pengambilan Sampel.....	43
3.9	Analisa Data.....	44
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		
4.1	Hasil Penelitian.....	46
4.1.1	Hasil Pengujian COD.....	47
4.1.2	Efisiensi Removal COD.....	54
4.1.3	Hasil Pengujian TSS.....	61
4.1.4	Efisiensi Removal TSS.....	68
4.2	Pembahasan.....	75
4.2.1	COD.....	75
4.2.2	TSS.....	82
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		
5.1	Kesimpulan.....	89
5.2	Saran.....	90
DAFTAR PUSTAKA.....		91
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penggolongan bakteri menurut suhu.....	12
Tabel 2.2	Contoh Pembelahan biner Bakteri tiap 15 menit.....	14
Tabel 2.3	Ciri dan Fase pada Kurva Pertumbuhan.....	16
Tabel 2.4	Kualitas air limbah non kakus (<i>Grey Water</i>) di Indonesia.....	18
Tabel 2.5	Kualitas Air limbah rumah tangga dari WC/kakus di Indonesia.....	19
Tabel 3.1	Parameter penelitian.....	38
Tabel 3.2	Perhitungan dimensi reaktor.....	42
Tabel 4.1	COD pada reaktor 1 (tanpa Bionic) pada berbagai waktu pengambilan	47
Tabel 4.2	COD pada reaktor 2 (dosis 5 gr) pada berbagai waktu pengambilan....	48
Tabel 4.3	COD pada reaktor 3 (dosis 15 gr) pada berbagai waktu pengambilan..	49
Tabel 4.4	COD pada reaktor 4 (dosis 25 gr) pada berbagai waktu pengambilan..	50
Tabel 4.5	COD pada reaktor 5 (dosis 35 gr) pada berbagai waktu pengambilan..	51
Tabel 4.6	COD pada reaktor 6 (dosis 45 gr) pada berbagai waktu pengambilan..	52
Tabel 4.7	COD pada masing-masing reaktor pada berbagai waktu pengambilan.	53
Tabel 4.8	Efisiensi penurunan COD pada reaktor 1 (kontrol).....	54
Tabel 4.9	Efisiensi penurunan COD pada reaktor 2 (dosis 5 gr).....	55
Tabel 4.10	Efisiensi penurunan COD pada reaktor 3 (dosis 15 gr).....	56
Tabel 4.11	Efisiensi penurunan COD pada reaktor 4 (dosis 25 gr).....	57
Tabel 4.12	Efisiensi penurunan COD pada reaktor 5 (dosis 35 gr).....	58
Tabel 4.13	Efisiensi penurunan COD pada reaktor 6 (dosis 45 gr).....	59
Tabel 4.14	Efisiensi penurunan COD pada masing-masing reaktor.....	60

Tabel 4.15	TSS pada reaktor 1 (kontrol) pada berbagai waktu pengambilan.....	61
Tabel 4.16	TSS pada reaktor 2 (dosis 5 gr) pada berbagai waktu pengambilan.....	62
Tabel 4.17	TSS pada reaktor 3 (dosis 15 gr) pada berbagai waktu pengambilan...	63
Tabel 4.18	TSS pada reaktor 4 (dosis 25 gr) pada berbagai waktu pengambilan...	64
Tabel 4.19	TSS pada reaktor 5 (dosis 35 gr) pada berbagai waktu pengambilan...	65
Tabel 4.20	TSS pada reaktor 6 (dosis 45 gr) pada berbagai waktu pengambilan...	66
Tabel 4.21	TSS pada masing-masing reaktor pada berbagai waktu pengambilan..	67
Tabel 4.22	Efisiensi removal TSS pada reaktor 1.....	68
Tabel 4.23	Efisiensi removal TSS pada reaktor 2.....	69
Tabel 4.24	Efisiensi removal TSS pada reaktor 3.....	70
Tabel 4.25	Efisiensi removal TSS pada reaktor 4.....	71
Tabel 4.26	Efisiensi removal TSS pada reaktor 5.....	72
Tabel 4.27	Efisiensi removal TSS pada reaktor 6.....	73
Tabel 4.28	Efisiensi removal TSS pada masing-masing reaktor.....	74



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Produk Bionic.....	8
Gambar 2.2 Kurva Pertumbuhan Bakteri.....	15
Gambar 2.3. Desain Septic Tank.....	28
Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian.....	39
Gambar 3.2 Sketsa desain reaktor.....	42
Gambar 3.3 Desain Reaktor.....	43
Gambar 3.4 Pengisian limbah kedalam reaktor.....	44
Gambar 3.5 Pengambilan sampel	44
Gambar 3.6 Pengujian COD.....	44
Gambar 3.7 Pengujian TSS.....	44
Gambar 4.1 COD pada reaktor 1 (tanpa Bionic) pada berbagai waktu pengambilan.....	47
Gambar 4.2 COD pada reaktor 2 (dosis 5 gr) pada berbagai waktu pengambilan.....	48
Gambar 4.3 COD pada reaktor 3 (dosis 15 gr) pada berbagai waktu pengambilan.....	49
Gambar 4.4 COD pada reaktor 4 (dosis 25 gr) pada berbagai waktu pengambilan.....	50
Gambar 4.5 COD pada reaktor 5 (dosis 35 gr) pada berbagai waktu pengambilan.....	51
Gambar 4.6 COD pada reaktor 6 (dosis 45 gr) pada berbagai waktu pengambilan.....	52
Gambar 4.7 COD pada masing-masing reaktor pada berbagai waktu pengambilan.....	53
Gambar 4.8 Efisiensi penurunan COD pada reaktor 1 (kontrol).....	54
Gambar 4.9 Efisiensi penurunan COD pada reaktor 2 (dosis 5 gr).....	55
Gambar 4.10 Efisiensi penurunan COD pada reaktor 3 (dosis 15 gr).....	56

Gambar 4.11 Efisiensi penurunan COD pada reaktor 4 (dosis 25 gr).....	57
Gambar 4.12 Efisiensi penurunan COD pada reaktor 5 (dosis 35 gr).....	58
Gambar 4.13 Efisiensi penurunan COD pada reaktor 6 (dosis 45 gr).....	59
Gambar 4.14 Efisiensi penurunan COD pada masing-masing reaktor.....	60
Gambar 4.15 TSS pada reaktor 1 (kontrol) pada berbagai waktu pengambilan.....	61
Gambar 4.16 TSS pada reaktor 2 (dosis 5 gr) pada berbagai waktu pengambilan..	62
Gambar 4.17 TSS pada reaktor 3 (dosis 15 gr) pada berbagai waktu pengambilan....	63
Gambar 4.18 TSS pada reaktor 4 (dosis 25 gr) pada berbagai waktu pengambilan...	64
Gambar 4.19 TSS pada reaktor 5 (dosis 35 gr) pada berbagai waktu pengambilan...	65
Gambar 4.20 TSS pada reaktor 6 (dosis 45 gr) pada berbagai waktu pengambilan....	66
Gambar 4.21 TSS pada masing-masing reaktor pada berbagai waktu pengambilan	67
Gambar 4.22 Efisiensi removal TSS pada reaktor 1.....	68
Gambar 4.23 Efisiensi removal TSS pada reaktor 2.....	69
Gambar 4.24 Efisiensi removal TSS pada reaktor 3.....	70
Gambar 4.25 Efisiensi removal TSS pada reaktor 4.....	71
Gambar 4.26 Efisiensi removal TSS pada reaktor 5.....	72
Gambar 4.27 Efisiensi removal TSS pada reaktor 6.....	73
Gambar 4.28 Efisiensi removal konsentrasi TSS pada masing-masing reaktor....	74
Gambar 4.29 Penurunan COD pada reaktor 1 dan 2.....	75
Gambar 4.30 Penurunan COD pada reaktor 1 dan 3.....	76
Gambar 4.31 Penurunan COD pada reaktor 1 dan 4.....	78
Gambar 4.32 Penurunan COD pada reaktor 1 dan 5.....	79
Gambar 4.33 Penurunan COD pada reaktor 1 dan 6.....	81

Gambar 4.34 Penurunan TSS pada reaktor 1 dan 2.....	82
Gambar 4.35 Penurunan TSS pada reaktor 1 dan 3.....	83
Gambar 4.36 Penurunan TSS pada reaktor 1 dan 4.....	85
Gambar 4.37 Penurunan TSS pada reaktor 1 dan 5.....	86
Gambar 4.38 Penurunan TSS pada reaktor 1 dan 6.....	87



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. SNI M-03-1989-F
Lampiran II SNI 06-6989.2-2004
Lampiran III Hasil Uji Laboratorium
Lampiran IV Dokumentasi



EFEKTIFITAS BIONIC DALAM MENURUNKAN TSS DAN COD PADA TINJA DI DALAM SEPTIC TANK

Khairul Anwar ¹⁾; Ir. H. Kasam, MT ²⁾; Hudori, ST ³⁾
Jurusan Teknik Lingkungan

INTISARI

Kotoran manusia disebut juga tinja, merupakan bahan buangan dari tubuh manusia yang dikeluarkan dari anus atau *rectum*. Tinja merupakan bahan sisa dari proses pencernaan makanan pada sistem saluran pencernaan manusia. Mikroorganisme yang menyebabkan penyakit terkandung didalamnya, selain itu juga dapat menyebabkan pencemaran tanah dan air tanah. Beberapa indikator yang menunjukkan tingginya tingkat pencemar yaitu konsentrasi TSS dan COD. Berdasarkan alasan-alasan tersebut diatas, maka perlu dirancang suatu teknologi yang diharapkan dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi TSS dan COD yang terdapat pada tinja. Pada penelitian ini dipilih teknologi dengan menggunakan Bionic dengan komposisi 5 gr, 15 gr, 25 gr, 35 gr dan 45 gr pada volume 50 liter. Bionic adalah serbuk mikrobiologi yang berisikan mikroorganisme yang dapat bermanfaat untuk mengurangi volume septic tank dengan memakan tinja yang berada didalam septic tank, Bionic diharapkan mampu meremoval parameter-parameter dalam septic tank terutama kandungan TSS dan COD.

Pada penelitian dengan menggunakan Bionic dan reaktor septic tank berbentuk kotak dengan volume 0.5 x 0.4 x 0.25 m, sampel tinja dimasukkan ke dalam reaktor kemudian ditambahkan dengan serbuk Bionic sesuai dengan dosis. Setiap variasi dosis dilakukan selama satu minggu sedangkan pengambilan sampel dilakukan setiap hari selama satu minggu. Untuk pengujian kontaminan COD menggunakan metode spektrofotometri dengan tabung tertutup, SNI 06-6989.2-2004. Pengujian kontaminan TSS menggunakan metode gravimetri, SNI M-03-1989-F

Dari hasil penelitian didapatkan hasil bahwa COD mengalami penurunan terbesar yaitu dengan nilai efisiensi sebesar 58 % pada dosis 15 gr . Sedangkan untuk TSS mengalami penurunan terbesar yaitu dengan nilai efisiensi 78 % pada dosis ke 15 gr. Penurunan terbesar pada tiap parameter itu kemungkinan disebabkan oleh bakteri yang mampu mendegradasi limbah septic tank sehingga kandungan TSS dan COD dapat menurun.

Kata kunci : Tinja, Septic Tank, Mikroorganisme, TSS dan COD

EFFECTIVITY OF BIONIC TO REDUCE TSS AND COD FOR FAECES IN SEPTIC TANK

Khairul Anwar ¹⁾: Ir. H. Kasam, MT ²⁾: Hudori, ST ³⁾
Department of Environmental Engineering

ABSTRACT

Human excreta, is one of human waste which come from rectum. Feces one of remain materials from digestion in human digestion system. Feces can also caused many kind of disease from microorganism contain in feces, it can also cause pollution of water and groundwater. Some indications which indicate pollutant level are concentration of TSS and COD. According to all of the reasons, we need to apply a technology to decrease concentration of TSS and COD in feces. This research using a Bionic with composition of 5 gr, 15 gr, 25 gr, 35 gr and 45 gr for 50 litre of sample. Bionic is microbiology pollen containing microorganism which useful to decrease septic tank volume by decreasing the volume of feces in septic tank. Bionic is useful to remove those parameter such as a TSS and COD in septic tank.

In this research using Bionic and square form reactor septic tank with volume is 0,5 x 0,4 x 0,25 m, the first sample was inserted to reactor followed by adding Bionic pollen with suitable dosage. Every dose variation have a detention time for and the sample are taken every day. For COD contaminant were analyzed using a spectrophotometry method with closed reflux, SNI 06-6989.2-2004. TSS contaminant were analyzed using gravimetry method, SNI M-03-1989-F.

Research results shows that COD concentration have largest descent with efficiency value of 58 % for dosage of 15 gr. Whereas for TSS concentration have largest descent with efficiency value of 78 % for dosage of 15 gr. The largest descent for each parameter is probably caused by the ability of microorganism to remove organic matter in septic tank wastewater.

Keyword: Feces, Septic Tank, Microorganism, TSS and COD

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tingkat pencemaran sungai, air tanah, danau, sumur dan pantai telah melampaui ambang batas dan pencemaran air makin berkembang dan makin sulit diatasi. Aktivitas manusia sehari-hari tidak terlepas dari air bersih, dan proses tersebut sudah pasti menghasilkan limbah cair sebagai produk akhirnya. Kita mengenal istilah *black water* untuk limbah cair yang berasal dari WC dan *grey water* yang berasal dari limbah cucian dan kamar mandi. Meskipun bahayanya tidak seperti bahaya limbah cair industri yang terkontaminasi B3, limbah cair rumah tangga ternyata menjadi kuda hitam pencemaran air tanah dengan kontribusi kurang lebih 75% dari total pencemaran air tanah.

Kotoran manusia disebut juga tinja, merupakan bahan buangan dari tubuh manusia yang dikeluarkan dari anus atau rectum. Tinja merupakan bahan sisa dari proses pencernaan makanan pada sistem saluran pencernaan makanan manusia. Tinja merupakan bahan buangan yang sangat dihindari oleh manusia untuk berkontak karena sifatnya yang mengganggu estetika pada setiap orang dan bau yang sangat menyengat. Tinja juga merupakan bahan yang sangat menarik perhatian serangga, khususnya lalat, dan berbagai hewan lain, misalnya anjing, ayam, dan tikus, karena mengandung bahan - bahan yang dapat menjadi makanan hewan tersebut.

Dalam ilmu kesehatan lingkungan, dari berbagai jenis kotoran manusia yang lebih dipentingkan adalah tinja (*faeces*) dan air seni karena kedua bahan tersebut memiliki karakteristik tersendiri dan dapat menjadi sumber penyebab timbulnya berbagai penyakit saluran pencernaan (Azwar, 1995)

Berbagai dampak negatif pada kehidupan manusia dan lingkungan yang dapat ditimbulkan oleh tinja, secara disadari atau tidak, telah mendorong timbulnya dan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi untuk penanganan tinja. Penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi penanganan tinja disalah satu pihak diharapkan dapat mengurangi semaksimal mungkin terjadinya dampak negatif tersebut, dan dipihak lain membuka peluang kerja bagi orang yang menaruh minat untuk terjun didalamnya. Yang disebut terakhir ini dapat dipandang sebagai dampak positif dari permasalahan tinja.

Pada akhirnya apakah dampak negatif atau dampak positif yang akan dirasakan oleh manusia sebagai individu atau kelompok, ditentukan oleh manusia itu sendiri. Atas dasar itu, dalam dalam rangka pembangunan yang berwawasan lingkungan secara berkesinambungan, ilmu pengetahuan dan teknologi pembuangan tinja perlu dimasyarakatkan, baik di lingkungan pendidikan maupun masyarakat umum, pengusaha industri, hotel rumah sakit, kawasan perdagangan, kawasan wisata, dan sebagainya.

Pada umumnya limbah domestik mempunyai kandungan padatan tersuspensi yang tinggi dimana padatan tersuspensi ini merupakan salah satu penyebab kekeruhan pada air yang tentu saja akan mempengaruhi dari segi estetika air tersebut. Adanya padatan tersuspensi dalam air juga akan mempengaruhi penetrasi sinar

matahari ke dalam air sehingga akan mempengaruhi regenerasi oksigen serta fotosintesis.

Dalam limbah domestik juga terkandung konsentrasi COD (Chemical Oxygen Demand) yang disebabkan oleh bahan - bahan organik dalam limbah domestik.

Untuk mengatasi dan mengurangi dampak dari tinja tersebut maka digunakan septic tank dimana septic tank merupakan salah satu teknologi *onsite wastewater treatment*. Penggunaan septic tank telah banyak memberikan dampak yang positif terhadap penurunan pencemaran tanah dan air tanah oleh bakteri dan mikroorganisme yang berasal dari tinja. Namun walaupun demikian ada beberapa hal yang dapat mengganggu proses pengolahan limbah dari septic tank.

Beberapa permasalahan yang mengganggu Sistem Pembuangan Air Limbah Individu

1. Pemilihan sistem yang kurang tepat
2. Kapasitas yang kurang memadai (undersize)
3. Konstruksi yang tidak tepat
4. Kurang pemeliharaan

Kapasitas dari septic tank akan mempengaruhi waktu pengurasan atau pengambilan lumpur atau sludge yang telah mengendap di dalam septic tank. Lumpur atau sludge yang mengendap di dalam septic tank harus dikeluarkan karena jika tidak akan mengganggu proses pengaliran air dari septic tank menuju sumur peresapan, maka digunakanlah produk Bionic yang berfungsi untuk mengurai limbah organik pada WC sehingga tidak terjadi penyumbatan oleh lumpur atau sludge dari

tinja yang telah mengerak di saluran, selain itu air yang berada di septic tank dapat lancar mengalir ke sumur peresapan. sehingga dapat menghemat waktu, biaya, serta tenaga.

1.2. Rumusan Masalah

Menurut latar belakang masalah yang telah dikemukakan diatas maka, dapat ditarik rumusan masalah yaitu :

- a) Seberapa besar kemampuan additif mikroorganisme Bionic dalam menurunkan TSS, dan COD?
- b) Berapa dosis additif mikroorganisme Bionic yang efisien dalam menurunkan TSS , dan COD?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a) Untuk mengetahui penurunan TSS dan COD limbah cair pada septic tank dengan penambahan additif mikroorganisme merek Bionic.
- b) Untuk mengetahui berapa dosis yang efisien untuk menurunkan TSS, dan COD

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

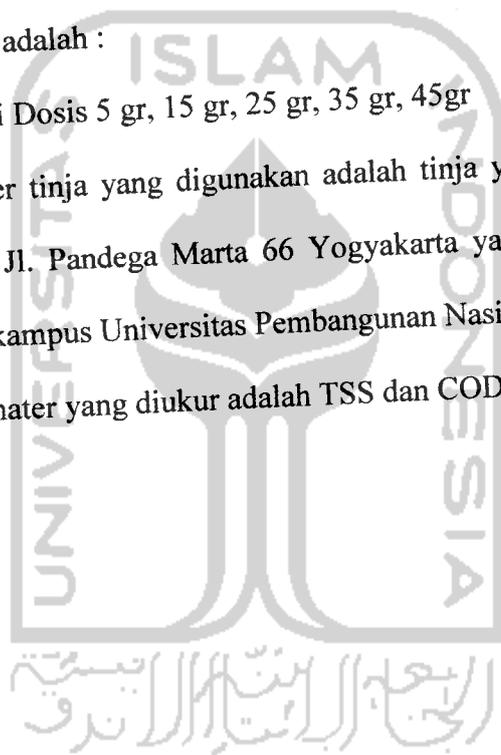
- a) Memberikan salah satu alternatif teknologi dalam menurunkan kadar TSS dan COD pada tinja dalam septic tank.
- b) Sebagai referensi kepada penelitian berikutnya agar mencoba berbagai variasi percobaan, sehingga nantinya akan mendapatkan data yang lebih

lengkap tentang kemampuan Bionic dalam menurunkan kadar TSS , dan COD dalam tinja.

1.5. Batasan Masalah

Dari rumusan masalah yang ditentukan dan agar penelitian dapat berjalan sesuai dengan keinginan sehingga tidak terjadi penyimpangan, maka batasan masalah pada penelitian ini adalah :

- a) Variasi Dosis 5 gr, 15 gr, 25 gr, 35 gr, 45gr
- b) Sumber tinja yang digunakan adalah tinja yang berasal dari U.D. Jaya Sevia Jl. Pandega Marta 66 Yogyakarta yang diambil dari septic tank pada kampus Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta.
- c) Paramater yang diukur adalah TSS dan COD



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bionic

2.1.1 Deskripsi Bionic

Septic tank yang merupakan tempat penampungan bahan-bahan padat kotoran manusia (tinja) akan cepat penuh bila di dalamnya tidak terjadi proses dekomposisi / penguraian oleh bakteri pengurai. Jumlah bakteri pengurai dalam septic tank pada umumnya sangat kurang dibanding dengan kecepatan penumpukannya, sehingga perlu ditambahkan bakteri pengurai di luar. Penambahan mikroba ini sangat murah bila dibandingkan dengan biaya penyedotan atau pengurasan disamping praktis, sehat dan ramah lingkungan. Bakteri pengurai tersebut akan menguraikan bahan-bahan padat yang ada pada septic tank menjadi air dan sebagian menjadi gas. Air hasil penguraian akan diserap oleh tanah, sedang gasnya dapat dibuang melalui cerobong tanpa menimbulkan bau.

Bionic adalah serbuk inokula pengurai limbah organik didalamnya terkandung perpaduan *Biochemical* yang berasal dari bahan - bahan alami yang menghasilkan pembiakan mikroorganisme *non-patogen* berupa *bifido bacteria* (bakteri yang menguntungkan) untuk mempercepat proses pembusukan limbah organik dan berfungsi menghancurkan limbah sanitasi (tinja, lemak hewani, dan sisa makanan) sehingga mudah diserap tanah.

Bionic mempunyai kemampuan mendegradasi/mengurai limbah organik sehingga dapat digunakan untuk perawatan WC agar tidak segera penuh, juga tidak berbau dan dapat menguraikan atau mengurangi volume tinja sampai habis secara efisien, efektif dan aman.

Prinsip yang diterapkanakan menghasilkan beberapa keuntungan yaitu :

1. Ramah Lingkungan
2. *Zero Waste*
3. Berbasis Lokal
4. Hasil yang maksimal
5. Diversifikasi Produk
6. *Marketable Surplus*
7. Meningkatkan Kemandirian

Perkembangan teknologi menjelang millenium ketiga saat ini berimbas pada produk yang terjadi dalam sel atau molekul yang lazim dikenal sebagai bioteknologi. Salah satu hasil bioteknologi yang berhasil dikembangkan oleh putra Indonesia adalah Bionic yang merupakan kumpulan mikroorganisme yang mampu bekerja secara sinergi. Bionic selanjutnya mengalami pengembangan sebagai hasil penelitian secara terus menerus.



Gambar 2.1 Produk Bionic

Bionic adalah hasil rekayasa pengembangan bakteri non-patogen (tidak beracun) dengan menggunakan bioteknologi. Serbuk Bionic dihasilkan dari 100% bahan alami tumbuhan yang telah dikeringkan hingga mencapai kadar air 2 - 3 %, berisi berjuta-juta bakteri non-patogen yang telah mati suri (sementara). Bakteri non-patogen ini memiliki kemampuan untuk menguraikan limbah organik (kotoran / tinja) menjadi partikel-partikel yang tidak berbau busuk dan mudah diserap oleh tanah.

Jadi dengan menggunakan Bionic kedalam septic tank maka :

1. Bionic akan mengaktifkan kembali kehidupan mikroorganisme di dalam septic tank untuk menguraikan tinja menjadi lumer/cair.
2. Bionic juga akan membongkar timbunan tinja yang telah mengerak di dasar resapan sehingga kotoran dapat terserap ke dalam tanah, bau busuknya juga akan lenyap.

Manfaat dari produk Bionic adalah:

1. Mencegah WC penuh dengan menurunkan 60 - 70 % volume tinja didalam septic tank dalam waktu 5 - 8 hari.

2. Mempercepat proses pembusukan limbah organik.
3. Mencegah menempelnya kotoran disaluran cucian, piring, toilet, dan selokan, sekaligus menghilangkan baunya.
4. Menetralisir dan menghilangkan bau limbah.

Mikroba merupakan makhluk-makhluk kecil semacam bakteri, jamur, ataupun ganggang. Makhluk ini berukuran 0,0001 - 0,01 cm. Mikroba telah ada sejak jutaan tahun lalu karena mereka mampu beradaptasi terhadap perubahan lingkungan. Mikroba berada di mana-mana, bahkan dalam lingkungan ekstrim sekalipun.

Lingkungan kehidupan mikroba yang beragam ini rupanya dimanfaatkan oleh para ahli untuk memproduksi mikroba pemangsa limbah tinja. Di alam memang ada jenis-jenis mikroba pemakan limbah. Karena limbah yang berupa tinja justru merupakan sumber makanan utama bagi mikroba. Dengan tersedianya makanan itu, mikroba akan berkembang biak dengan cepat hingga persediaan makanan habis. Untuk limbah tinja, bakteri akan memangsa tinja hingga volumenya mengecil.

2.1.2 Bakteri pada Bionic

A. *Bacillus Thuringiensis*

Bacillus Thuringiensis ditemukan pada tahun 1901 di Jepang dan 1911 di Jerman oleh Ernest Berliner. *Bacillus thuringiensis* berhubungan dekat dengan *bacillus cereis*, *soil bacterium*, dan *bacillus anthracis*, yang dapat menyebabkan penyakit anthrax. Ketiga organisme ini mampu memproduksi endosporos.

Transgenic *bacillus thuringiensis* dapat mendistribusikan toksin ke seluruh tanaman. Penanganan ini konstan tidak seperti penyemprotan bahan kimia yang berbahaya bagi manusia.

Klasifikasi ilmiah *Bacillus thuringiensis* :

- Kingdom : Eubacteria
- Phylum : Firmicutes
- Class : Bacilli
- Order : Bacillales
- Family : Bacillaceae
- Genus : Bacillus

B. *Acinetobacter Calcoaceticus*

Acinetobacter calcoaceticus diketahui terbentuk sebagai *Achromobacter Anitratus*. *Bacterium anitratum*, *Herellea vaginicola*, *Moraxella glucodolytica* var *nonliquifaciens* dan *Pseudomonas calcoacetica* bersifat ada dimana-mana di alam. Mikroorganisme itu dikenal sebagai tumbuh-tumbuhan yang normal yang terdapat pada kulit dan kerongkongan dari manusia bersama dengan *saprophytes* lainnya. Bagaimanapun, ini pembuktian yang tidak dapat diragukan bahwa itu adalah patogen yang tepat dengan derajat variabel yang sangat tinggi dari organisme yang merugikan.

Organisme itu memperlihatkan mempunyai sedikit kekuatan untuk menyerang dan bergantung pada pemisahan sebelumnya di dalam pertahanan tubuh normal seperti ilmu bedah yang menyebabkan penyakit. Organisme itu mungkin juga menyebabkan infeksi yang dapat melemahkan manusia atau sebagai obat kekebalan tubuh.

2.1.3 Pertumbuhan Bakteri

Kemampuan mikroorganisme untuk tumbuh dan tetap hidup merupakan suatu hal yang penting untuk diketahui. Pengetahuan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba sangat penting di dalam mengendalikan mikroba. Berikut ini faktor-faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba :

a) Suplai Nutrisi

Mikroba sama dengan makhluk hidup lainnya, memerlukan suplai nutrisi sebagai sumber energi dan pertumbuhan selnya. Unsur-unsur dasar tersebut adalah : karbon, nitrogen, hidrogen, oksigen, sulfur, fosfor, zat besi dan sejumlah kecil logam lainnya. Ketiadaan atau kekurangan sumber-sumber nutrisi ini dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba hingga pada akhirnya dapat menyebabkan kematian.

Kondisi tidak bersih dan higienis pada lingkungan adalah kondisi yang menyediakan sumber nutrisi bagi pertumbuhan mikroba sehingga mikroba dapat tumbuh berkembang di lingkungan seperti ini. Oleh karena itu, prinsip daripada menciptakan lingkungan bersih dan higienis adalah untuk mengeliminir dan meminimalisir sumber nutrisi bagi mikroba agar pertumbuhannya terkendali.

b) Suhu / Temperatur

Suhu merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi dalam pertumbuhan mikroorganisme. Suhu dapat mempengaruhi mikroba dalam dua cara yang berlawanan :

- 1) Apabila suhu naik maka kecepatan metabolisme naik dan pertumbuhan dipercepat. Sebaliknya apabila suhu turun, maka kecepatan metabolisme akan menurun dan pertumbuhan diperlambat.
- 2) Apabila suhu naik atau turun secara drastis, tingkat pertumbuhan akan terhenti, komponen sel menjadi tidak aktif dan rusak, sehingga sel-sel menjadi mati.

Berdasarkan hal di atas, maka suhu yang berkaitan dengan pertumbuhan mikroorganisme digolongkan menjadi tiga, yaitu :

- 1) Suhu minimum yaitu suhu yang apabila berada di bawahnya maka pertumbuhan terhenti.
- 2) Suhu optimum yaitu suhu dimana pertumbuhan berlangsung paling cepat dan optimum (disebut juga suhu inkubasi).
- 3) Suhu maksimum yaitu suhu yang apabila berada di atasnya maka pertumbuhan tidak terjadi.

Sehubungan dengan penggolongan suhu di atas, maka mikroba digolongkan menjadi :

Tabel 2.1 : Penggolongan bakteri menurut suhu

Kelompok	Suhu Minimum	Suhu Optimum	Suhu Maksimum
Psikrofil	150° C.	10° C.	0° C.
Psikrotrof	- 1° C.	25° C.	35° C.
Mesofil	5 - 10° C.	30 - 37° C.	0° C.
Thermofil	0° C.	5 - 55° C.	0 - 80° C.
Thermotrof	15° C.	2 - 46° C.	50° C.

Berdasarkan ketahanan panas, mikroba dikelompokkan menjadi tiga macam, yaitu:

- 1) Peka terhadap panas, apabila semua sel rusak apabila dipanaskan pada suhu 60°C selama 10-20 menit.
- 2) Tahan terhadap panas, apabila dibutuhkan suhu 100°C selama 10 menit untuk mematikan sel.
- 3) Thermodurik, dimana dibutuhkan suhu lebih dari 60°C selama 10-20 menit tapi kurang dari 100°C selama 10 menit untuk mematikan sel.

c) Keasaman atau Kebasaan (pH)

Setiap organisme memiliki kisaran pH masing-masing dan memiliki pH optimum yang berbeda-beda. Kebanyakan mikroorganisme dapat tumbuh pada kisaran pH 5,0 - 8,0 dan nilai pH di luar kisaran 2,0 sampai 10,0 biasanya bersifat merusak.

d) Ketersediaan Oksigen

Mikroorganisme memiliki karakteristik sendiri-sendiri di dalam kebutuhannya akan oksigen. Mikroorganisme dalam hal ini digolongkan menjadi :

- 1) Aerobik : hanya dapat tumbuh apabila ada oksigen bebas.
- 2) Anaerob : hanya dapat tumbuh apabila tidak ada oksigen bebas.
- 3) Anaerob fakultatif : dapat tumbuh baik dengan atau tanpa oksigen bebas.
- 4) Mikroaerofilik : dapat tumbuh apabila ada oksigen dalam jumlah kecil.

2.1.3.1 Laju Pertumbuhan Bakteri

Istilah pertumbuhan bakteri lebih mengacu kepada pertambahan jumlah sel bukan mengacu kepada perkembangan individu organisme sel. Bakteri memiliki kemampuan untuk menggandakan diri secara eksponensial dikarenakan sistem reproduksinya adalah pembelahan biner melintang, dimana tidap sel membelah diri menjadi dua sel. Selang waktu yang dibutuhkan sel untuk membelah diri disebut dengan waktu generasi.

Tiap spesies bakteri memiliki waktu generasi yang berbeda-beda, seperti *Escherichia coli*, bakteri umum yang dijumpai di saluran pencernaan dan di tempat lain memiliki waktu generasi 15-20 menit. Hal ini artinya bakteri *E.Coli* dalam waktu 15-20 menit mampu menggandakan selnya menjadi dua kali lipat. Misalnya pada suatu tempat terdapat satu sel bakteri *E.Coli*, maka ilustrasinya dapat berlangsung sebagai berikut.

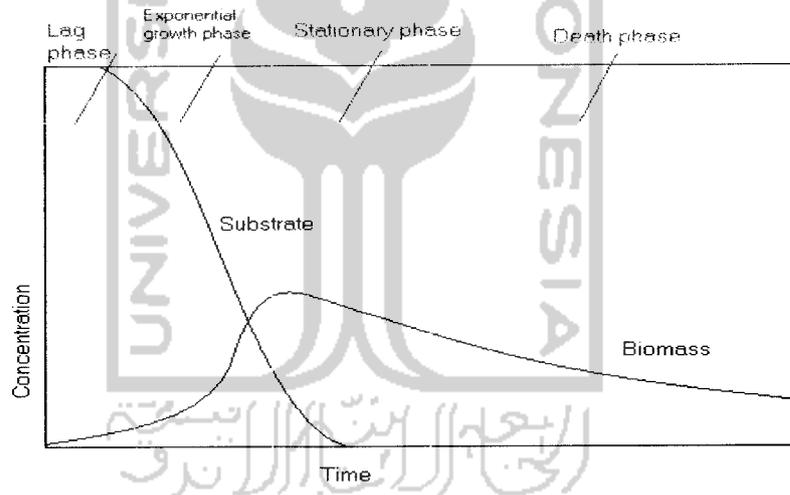
Tabel 2.2 : Contoh Pembelahan biner bakteri tiap 15 menit

0'	15'	30'	45'	60'	75'	90'	105'	120'	135'
1 sel	2 sel	4sel	8 sel	16 sel	32 sel	64 sel	128 sel	256 sel	512 sel
2^0	2^1	2^2	2^3	2^4	2^5	2^6	2^7	2^8	2^9

Hal ini menunjukkan hubungan antara pertambahan sel dengan waktu adalah berbentuk geometrik eksponensial dengan rumus 2^n . Jadi, bakteri *E. Coli* dalam waktu 10 jam berkembang dari satu sel menjadi $10^9 \times 1024$ sel atau lebih dari 1 triliun sel.

2.1.3.2 Kurva Pertumbuhan Bakteri

Apabila satu bakteri tunggal (seperti *E. coli* di atas) diinokulasikan pada suatu medium dan memperbanyak diri dengan laju yang konstan/tetap, maka pada suatu waktu pertumbuhannya akan berhenti dikarenakan sokongan nutrisi pada lingkungan sudah tidak memadai lagi, sehingga akhirnya terjadi kemerosotan jumlah sel akibat banyak sel yang sudah tidak mendapatkan nutrisi lagi. Hingga akhirnya pada titik ekstrim menyebabkan terjadinya kematian total bakteri. Kejadian di atas apabila digambarkan dalam bentuk kurva adalah sebagai berikut.



(Sumber: Metcalf & Eddy, Waste Water Engineering: Treatment and Reuse Fourth Edition, Mc, Graw Hill 2003)

Gambar 2.2 Kurva Pertumbuhan Bakteri

Kurva di atas disebut sebagai kurva pertumbuhan bakteri. Ada empat fase pada pertumbuhan bakteri sebagaimana tampak pada kurva, yaitu :

Tabel 2.3 Ciri dan Fase pada Kurva Pertumbuhan

Fase Pertumbuhan	Ciri
Death (kematian)	Sel menjadi mati akibat penumpukan racun dan habisnya nutrisi, menyebabkan jumlah sel yang mati lebih banyak sehingga mengalami penurunan jumlah sel secara eksponensial.
Lag (lambat)	Tidak ada pertumbuhan populasi karena sel mengalami perubahan komposisi kimiawi dan ukuran serta bertambahnya substansi intraseluler sehingga siap untuk membelah diri.
Logariima atau eksponensial	Sel membelah diri dengan laju yang konstan, massa menjadi dua kali lipat, keadaan pertumbuhan seimbang.
Stationary (stasioner/tetap)	Terjadinya penumpukan racun akibat metabolisme sel dan kandungan nutrisi mulai habis, akibatnya terjadi kompetisi nutrisi sehingga beberapa sel mati dan lainnya tetap tumbuh. Jumlah sel menjadi konstan.

Pengetahuan akan kurva pertumbuhan bakteri sangat penting untuk menggambarkan karakteristik pertumbuhan bakteri, sehingga akan mempermudah di dalam kultivasi (menumbuhkan) bakteri ke dalam suatu media, penyimpanan kultivasi dan penggantian media.

2.2. Sumber Air Limbah Rumah Tangga

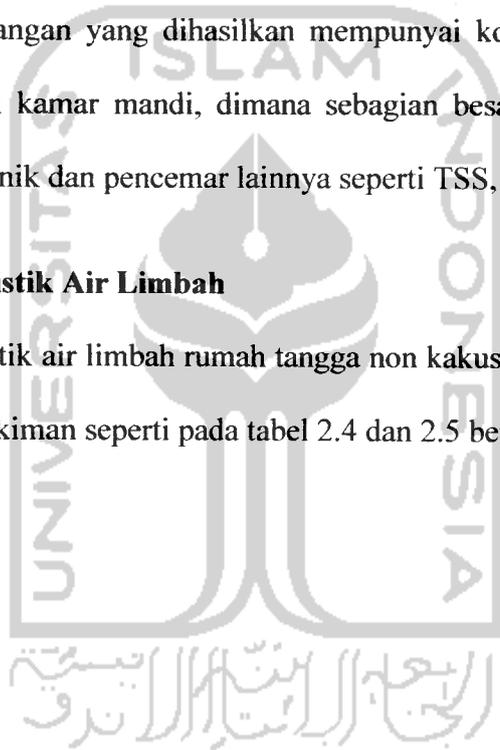
Sumber air limbah rumah tangga umumnya dari kamar mandi, tempat cuci, dapur dan toilet/kakus. Air limbah dari kakus umumnya. Pengolahan air limbah, sangat berkaitan dengan karakteristik air limbah. Air limbah rumah tangga jika dilihat dari sumbernya ada dua macam:

1. Air limbah rumah tangga yang bersumber dari toilet/kakus (black water)
2. Air limbah rumah tangga non kakus (grey water)

Air buangan domestik adalah air hasil buangan dari perumahan, bangunan perdagangan, perkantoran dan sarana fasilitas umum lainnya. Menurut Hammer (1996, hal 304-307) volume air buangan domestik bervariasi berkisar antara 200 sampai dengan 400 liter perorang perhari, tergantung pada tipe rumah. Aliran terbesar berasal dari rumah tinggal keluarga yang memiliki beberapa kamar mandi, mesin cuci otomatis dan peralatan lainnya yang menggunakan air bersih. Pada umumnya air buangan yang dihasilkan mempunyai komposisi ekskreta, air bekas cucian dapur dan kamar mandi, dimana sebagian besar air buangan mengandung bahan-bahan organik dan pencemar lainnya seperti TSS, Fe, Mn dan E. Coli.

2.2.1 Karakteristik Air Limbah

Karakteristik air limbah rumah tangga non kakus berdasarkan hasil penelitian Puslitbang Permukiman seperti pada tabel 2.4 dan 2.5 berikut.



Tabel 2.4 Kualitas air limbah non kakus (*Grey Water*) di Indonesia

No	Parameter	Satuan	Konsentrasi
1	pH	-	8,5
2	Temperatur	°C	24
3	Amonium	mg/L	10
4	Nitrat	mg/L	0
5	Nitrit	mg/L	0,005
6	Sulfat	mg/L	150
7	Phospat	mg/L	6,7
8	CO ₂	mg/L	44
9	HCO ₃	mg/L	107
10	DO	mg/L	4,01
11	BOD ₅	mg/L	189
12	COD	mg/L	317
13	Khlorida	mg/L	47
14	Zat Organik	mg/L KMnO ₄	554
15	Detergen	mg/L MBAS	2,7
16	Minyak	mg/L	< 0,05

(Sumber : Balai Lingkungan Permukiman “Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga” , tahun 1994)

Tinggi rendahnya mutu air limbah disuatu tempat dipengaruhi oleh karakteristik air limbah secara fisik, kimia maupun biologi dengan parameter seperti berikut

1. Fisik : Temperatur, Kekeruhan, Warna, dan Bau.
2. Kimia : pH, organik (karbohidrat, protein, lemak, fenol), anorganik (zat mineral yang mengurangi O₂, zat beracun dan logam berat).
3. Biologi : terdiri dari golongan mikroorganisma yang terdapat dalam air (golongan *Coli*).

Tabel 2.5 Kualitas Air limbah rumah tangga dari WC / kakus di Indonesia

No	Parameter	Satuan	Konsentrasi
1	pH	-	6,5 – 7,0
2	Temperatur	°C	37
3	Amonium	mg/L	25
4	Nitrat	mg/L	0
5	Nitrit	mg/L	0
6	Sulfat	mg/L	20
7	Phospat	mg/L	30
8	CO ₂	mg/L	-
9	HCO ₃	mg/L	120
10	BOD ₅	mg/L	220
11	COD	mg/L	610
12	Khlorida	mg/L	45
13	Total Coli	MPN	3 x 10 ⁵

(Sumber : Balai Lingkungan Permukiman “Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga”, tahun 1994)

Karakteristik fisik, kimia dan biologi terdapat hubungan yang saling bergantung dan saling mempengaruhi satu sama lainnya. Sebagai contoh , temperatur air limbah berhubungan langsung dengan keaktifan mikroorganisme, sehingga air limbah dapat membusuk dan bau, contoh lainnya adalah adanya hubungan tak langsung antara mikroorganisma dengan karakteristik kimia. Untuk mengukur sampai berapa jauh tingkat pengotor air, maka dapat digunakan beberapa parameter antara lain : BOD (*Biochemical Oxigen Demand*), COD (*Chemical Oxigen Demand*), SS (*Suspended Solid*), bakteri *Coli*, dan golongan amoniak. Parameter-parameter ini dipakai pula untuk mengukur kemampuan pengolahan air limbah. Berdasarkan

kekuatannya, air limbah digolongkan dalam 3 jenis yaitu : kuat, sedang dan lemah.

Jenis kekuatan tersebut biasanya dinyatakan dengan tingkat BOD yaitu:

Kuat, bila nilai BOD > 300 mg/L

Sedang, bila nilai BOD $100 - 300$ mg/L

Lemah, bila nilai BOD < 100 mg/L

2.3. Septic Tank

Septic tank adalah tangki yang tertutup rapat untuk menampung aliran limbah yang melewatinya sehingga kandungan bahan padat dapat dipisahkan, diendapkan atau diuraikan oleh aktivitas bakteriologis didalam tangki. Fungsinya bukan untuk memurnikan air limbah tetapi untuk mencegah bau dan menghancurkan kandungan bahan padat. (Salvato, 1992).

Septic tank adalah ruang kedap berkamar tunggal atau lebih yang berfungsi untuk pengolahan tunggal atau awal terutama dalam sistem pengolahan air buangan skala kecil dan setempat (Mouras Automatic Scavenger, 1860) dan kemudian mempelajari proses yang terjadi dan memberi nama "Septic Tank" (Donal Cameron, 1895)

Septic tank mempunyai beberapa fungsi diantaranya:

1. Untuk memisahkan benda padat
2. Padatan yang settleable didalam air kotor baku dipisahkan dengan cara pengendapan.
3. Untuk mengolah padatan dan cairan secara biologis
4. Padatan dan cairan didalam air kotor akan didekomposisi oleh bakteri anaerob dan proses alamiah lainnya.

5. Sebagai penampung lumpur dan busa

Lumpur (sludge) merupakan akumulasi padatan yang mengendap pada dasar tangki, dan busa adalah lapisan padatan yang mengambang. Keduanya di *digest* oleh aksi bakteri, hasil dari proses dekomposisi tersebut akan diperoleh suatu cairan, gas dan lumpur matang yang stabil dimana cairan terolah akan keluar sebagai effluen. Gas yang terbentuk dilepas melalui pipa ventilasi, dan lumpur yang matang ditampung didasar tangki yang nantinya akan dikeluarkan secara berkala.

Selama limbah di tahan dalam septic tank maka benda-benda padat akan mengendap di dasar tangki, dimana benda-benda tersebut dirombak secara anaerobik. Lapisan tipis yang terbentuk di permukaan akan membantu memelihara kondisi anaerobik. Keluaran dari septic tank, dari sudut pandang kesehatan masyarakat sama bahayanya dengan air limbah segar sehingga memerlukan pengolahan lebih lanjut sebelum dibuang.

Waktu tinggal limbah pada septic tank berukuran besar tidak boleh kurang dari 12 jam. Detensi selama 24 hingga 72 jam direkomendasikan untuk septic tank berukuran besar.

Sistem pengolahan air buangan secara onsite dapat menjaga lingkungan dan kesehatan masyarakat umum dan dengan minimalnya biaya pemeliharaan terhadap sedikitnya populasi yang ada dan dapat memberikan solusi pada waktu jangka panjang untuk populasi kecil yang sedang berkembang (1996, USEPA).

Proses utama yang terjadi didalam septic tank adalah:

1. Sedimentasi SS
2. Flotasi lemak dan material lain ke permukaan air

3. Terjadinya proses biofisik kimia di ruang lumpur

Sedangkan desain septic tank terutama didasarkan pada penggunaan septic tank dan perkiraan pada waktu pengurasan.

Aspek yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan dan pengembangan teknik pembuangan tinja adalah :

- 1) Sedapat mungkin pembuangan tinja dilakukan orang dengan tenang, tanpa terganggu privasinya.
- 2) Sedapat mungkin pembuangan tinja dilakukan orang dengan nyaman dalam posisi dan suasana yang disukainya.
- 3) Sedapat mungkin pembuangan tinja dapat dilakukan oleh orang yang sedang menderita penyakit saluran pencernaan dengan tidak menimbulkan resiko bahaya penularan bagi orang lain.
- 4) Sedapat mungkin pembuangan tinja dapat dilakukan orang dengan semaksimal mungkin untuk memperoleh manfaat dari tinja yang dibuang, yang dapat diproses menjadi kompos atau biogas.
- 5) Sedapat mungkin pembuangan tinja dapat dilakukan orang diberbagai daerah dengan teknik yang sesuai dengan kondisi setempat.

Dalam pelaksanaan dan pengembangan teknik pembuangan tinja, berbagai aspek perlu diperhatikan. Menurut *Wagner dan Lanoix (1958)* beberapa aspek yang mempengaruhi pemilihan dan perencanaan sistem pembuangan tinja, bagi kelompok masyarakat tertentu adalah :

1. Karakteristik biologis manusia
2. Sifat teknik sarana yang digunakan

3. Pertimbangan yang seksama terhadap perilaku manusia yang menggunakannya

Ditinjau dari segi kuantitasnya, air buangan yang masuk ke dalam septic tank berupa sullage (grey water) yang berasal dari aktivitas pencucian, dapur, kamar mandi dan black water (human body waste) yang berasal dari feces dan urine.

Tinja merupakan bagian dari air buangan limbah domestik yang berasal dari tubuh manusia yang merupakan sisa dari proses metabolisme dan keberadaannya di lingkungan telah tercampur dengan urine, air penggelontor serta air buangan lainnya yang tercampur. (*Anonim, 1979*).

Instalasi pengolahan lumpur tinja adalah salah satu bentuk bangunan yang dibuat untuk mengolah lumpur tinja disedot dari septic tank penduduk (*Sri redzeki, 2001*).

Kandungan air dari tinja bervariasi tergantung dari berat tinja, makin tinggi berat tinja, maka kandungan air yang diperlukan makin banyak. Volume tinja yang diperhitungkan untuk pengolahan dapat diketahui dari jumlah tinja tambah air urine tambah air untuk pembersih dubur dan lingkungan sekitarnya.

Beberapa masalah yang dihadapi pada saat sekarang ini antara lain pembuangan limbah tinja sangat berpengaruh terhadap lingkungan khususnya pada lingkungan fisik terutama pada tanah dan air tanah. (*Kusnaputranto, 1993*).

Kotoran rumah tangga termasuk kotoran dari WC dan kamar mandi yang berupa kotoran-kotoran manusia adalah segala benda atau zat yang dihasilkan oleh tubuh yang dipandang tidak berguna sehingga dikeluarkan untuk dibuang. (*Azrul Azwar, 1979*). Sehingga pembuangan tinja di sembarang tempat menjadi sarang dan

berkembang biaknya vektor seperti kecoa, tikus, nyamuk dan lalat disebabkan umumnya vektor tersebut mempunyai kebiasaan hidup pada tempat-tempat yang berbau busuk.

2.4. Dekomposisi Tinja

Tinja dimana saja berada atau ditampung akan segera mulai mengalami penguraian (*decomposition*), yang pada akhirnya akan berubah menjadi bahan yang stabil, tidak berbau, dan tidak mengganggu.

Aktivasi utama dalam proses dekomposisi adalah :

1. Pemecahan senyawa organik kompleks, seperti protein dan urea, menjadi bahan yang lebih sederhana dan lebih stabil.
2. Pengurangan volume dan massa (kadang-kadang sampai 80 %) dari bahan yang mengalami dekomposisi, dengan hasil gas metan, karbon dioksida, amonia, dan nitrogen yang dilepaskan ke atmosfer, bahan-bahan terlarut yang dalam keadaan tertentu meresap kedalam tanah dibawahnya.
3. Penghancuran organisme patogen yang dalam beberapa hal tidak mampu hidup dalam proses dekomposisi, atau diserang oleh banyak jasad renik di dalam massa yang tengah mengalami dekomposisi.

Bakteri memegang peranan penting dalam dekomposisi. Aktivasi bakteri dapat berlangsung dalam suasana aerobik, yakni dalam keadaan terdapat udara, atau anaerobik dalam keadaan tidak terdapat oksigen. Seluruh proses dapat berlangsung secara anaerobik, seperti yang terjadi pada kakus air (*aquaprivy*), tangki pembusukan (*septic tank*), atau pada dasar lubang yang dalam, atau secara aerobik, seperti pada dekomposisi tertentu. Disamping itu, dekomposisi dapat terdiri lebih

dari satu tahap, sebagian aerobik dan sebagian lainnya anaerobik, tergantung pada kondisi fisik yang ada. Sebagai contoh, proses anaerobik berlangsung dalam tangki pembusukan, effluent cair meresap kedalam tanah melalui saluran peresapan dan meninggalkan banyak bahan organik pada lapisan atas tanah. Bahan organik itu diuraikan secara aerobik oleh bakteri saprofit yang mampu menembus tanah sampai sedalam 60 cm.

Ukuran kumpulan bakteri dominan di dalam septic tank (Ziebel, 1974) adalah total Fecal Coli, total Coliform, Fecal Streptococci, Lactic acid bacteria, anaerob dan lainnya. Total populasi bakteri bisa mencapai 230.000.000 per ml (Tyler 1978). Taber (1976) membagi bakteri menjadi 2 kelompok, memisahkan bakteri yang methanogenic, atau metana (gas) terdahulu, dari bakteri yang methanogenic tersebut. kemudian beberapa bakteri dikelompokkan dalam masing – masing kelompok :

A. Yang termasuk bakteri non methanogenic :

Ammomyes, Alkaligenes viscolatis, A. faecalis, Baccillus, Bacteroides, Bifido bacterium, Branhamella catarrhalis, Clostridium, Corynebacterium, Desulfovibrio desulfuricans, E. coli, Eubacterium, Euteubacter atrotenes, Fusobacterium, Lactobacillus, Leptospira biflexa, Micrococcus varians, Micrococcus lateus, Peptococcus, Psudomonas reptilivora, Ramibacterium, Spirillum, Veillonella, and vibrio.

B. Yang termasuk bakteri methanogenic :

Methano bacterium, Methanobactrium formicicum, Methanobacterium ruminatum, Methanospirillum sp, and Methanoccus vanneilli

Proses dekomposisi berlangsung pada semua bahan organik mati yang berasal dari tumbuhan atau hewan, terutama pada komponen nitrit, sulfat, atau karbonat yang dikandungnya. Pada kotoran manusia yang merupakan campuran tinja dan air seni

yang relatif kaya akan senyawa nitrat, proses dekomposisi terjadi melalui siklus nitrogen. Pada siklus ini pertama-tama, senyawa dipecahkan menjadi amonia dan bahan sederhana lainnya. Kemudian diubah oleh bakteri nitrit (*nitrifying bacteria*) menjadi nitrit dan nitrat. Bau merangsang yang timbul selama dekomposisi air seni disebabkan oleh amonia yang terlepas sebelum berubah menjadi bentuk yang lebih stabil. Dekomposisi dapat berlangsung sangat cepat, dari beberapa hari pada dekomposisi mekanis yang sangat terkendali sampai dengan beberapa bulan, bahkan hampir satu tahun pada kondisi rata-rata lubang jamban.

Pada umumnya kondisi yang terjadi pada dekomposisi tinja tidak menguntungkan bagi kehidupan organisme patogen, bukan hanya karena temperatur dan kandungan airnya yang menghambat pertumbuhan organisme patogen itu, melainkan kompetisi antara flora bakteri dan protozoa, yang bersifat predator dan merusak. Patogen cenderung cepat mati apabila produk akhir dekomposisi yang berbentuk seperti humus itu di hamparkan diluar dan mengering. Bakteri patogen tidak dapat hidup lebih lama dari dua bulan pada isi lubang jamban yang dibiarkan begitu saja.

Hasil akhir proses dekomposisi mengandung nutrien tanah yang bermanfaat dan dapat memberikan keuntungan bila digunakan sebagai pupuk penyubur tanaman (*fertilizer*). Kadang-kadang petani mengeluh karena sedikitnya kandungan nitrogen pada tinja yang telah mengalami dekomposisi. Tinja segar memang mengandung lebih banyak nitrogen, namun bahan itu tidak dapat digunakan oleh tanaman pada susunannya yang asli, tanaman hanya dapat menggunakan nitrogen sebagai amonia, nitrit, atau nitrat yang hanya dihasilkan selama dekomposisi tahap lanjutan. Bila tinja

segar dihamparkan di atas tanah, kebanyakan nitrogen akan berubah menjadi bahan padat yang menguap ke udara sehingga tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman.

2.5. Desain Septic Tank

Sebagai makhluk hidup yang membutuhkan penyesuaian diri, mikroorganisme tak langsung efektif memangsa limbah segera setelah dimasukkan ke dalam septic tank. Selama mikroorganisme tidak aktif di tanah di dalam kemasan plastik mikroorganisme mengalami tidur panjang. Untuk membangunkannya mikroorganisme membutuhkan kondisi yang nyaman. Karena itu, saat hendak digunakan, disarankan untuk mendiamkan semalaman. Artinya, WC dibiarkan tanpa aktivitas. Sebaiknya bak penampung tinja juga tidak tercemari oleh cairan kimia pembersih seperti karbol, lysol, atau bahan pembersih yang bisa menghambat kinerja mikroba.

Cepat atau lambatnya proses penguraian tinja sangat tergantung pada seberapa banyak mikroba yang ada. Dalam jumlah kecil tentu volume limbah yang dimangsa juga sedikit. Sedangkan dalam jumlah besar volume limbah yang dimakan juga akan bertambah.

Prinsipnya, selama makanan masih tersedia, mikroba akan beranakpinak sehingga semakin lama volume limbah yang konsumsi pun meningkat. Sehingga, buakan menjadi suatu permasalahan tentang memasukkan mikroba dalam jumlah kecil asalkan kecepatan penguraiannya masih lebih tinggi daripada kecepatan pengisian limbah tinja ke dalam septic tank.

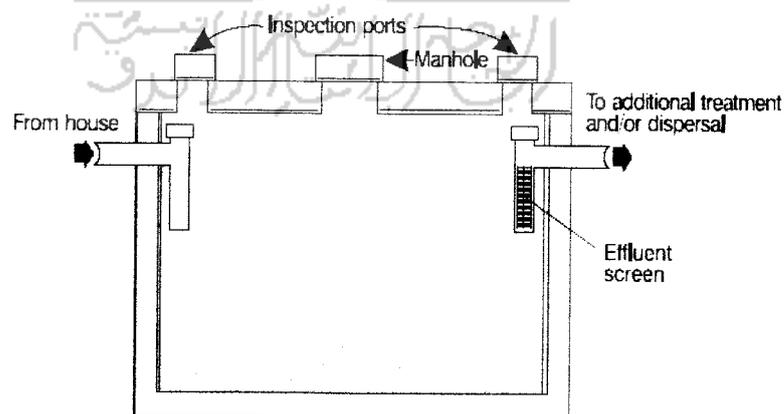
Selain dengan memanfaatkan mikroba, desain septic tank yang baik sangat membantu proses penguraian limbah. Karena, septic tank sebenarnya mempunyai

dua tujuan utama yaitu pengendapan bahan padat dan penguraian biologi pada padatan itu. Oleh karena itu, septic tank sebaiknya mempunyai dua instalasi, yaitu bak penampung dan instalasi resapan.

Struktur instalasi resapan disarankan untuk tidak disemen. Semen bisa diganti dengan bahan-bahan yang memudahkan penyerapan, misal campuran pasir, batu karang, ijuk, dan tanah. Sehingga, penggunaan mikroba yang didukung dengan desain septic tank yang benar dapat membuat WC tidak cepat penuh. (G. Sujayanto)

Adapun kriteria desain untuk septic tank adalah :

1. Perbandingan panjang dan lebar minimum untuk bentuk persegi panjang 1,5 : 1 dan lebar dari septic tank tidak boleh kurang dari 3,5 ft.
2. Kedalaman maksimum 60 inchi dan kedalaman minimum 30 inci, sedangkan banyak yang menggunakan 48 inci.
3. Ruang udara minimal adalah 17 % dari kedalaman air.



Source: NSF 2001

Gambar 2.3. Desain Septic Tank

2.6. Total Suspended Solid (TSS)

Menurut *Mustofa* (1997), Total Suspended Solid (TSS) yaitu jumlah berat dalam mg/L kering lumpur yang ada didalam air limbah setelah mengalami proses penyaringan dengan membran berukuran 0,45 mikron. Padatan-padatan ini menyebabkan kekeruhan air tidak terlarut dan tidak dapat mengendap langsung. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari pada sedimen, seperti bahan-bahan organik tertentu, tanah liat dan lain-lain. Air buangan selain mengandung padatan tersuspensi dalam jumlah yang bervariasi, juga sering mengandung bahan-bahan yang bersifat koloid. Padatan terendap dan padatan tersuspensi akan mengurangi penetrasi sinar matahari kedalam air, sehingga dapat mempengaruhi regenerasi oksigen secara fotosintesis. Pengukuran langsung TSS sering memakan waktu yang cukup lama. Mengukur kekeruhan (turbiditas) air dilakukan untuk dapat memperkirakan TSS dalam suatu contoh air dengan turbidimeter yang mengukur kemampuan cahaya untuk melewati suatu sampel air.

Padatan yang tersuspensi dalam air umumnya terdiri dari fithoplankton, zooplankton, kotoran manusia, kotoran hewan, lumpur, sisa tanaman dan hewan, dan limbah industri. Padatan tersuspensi total suatu contoh air ialah jumlah bobot bahan yang tersuspensi dalam suatu volume tertentu. Biasanya dalam miligram perliter atau bagian perjuta (bpj).

Pengukuran langsung padatan tersuspensi total sering makan waktu. Ilmuwan sering mengukur kekeruhan (turbiditas) yang dapat memperkirakan padatan tersuspensi total dalam suatu contoh air. Turbiditas diukur dengan alat turbidimeter

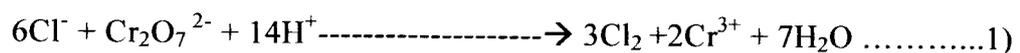
yang mengukur kemampuan cahaya untuk melewati contoh air itu. Partikel yang tersuspensi itu akan menghamburkan cahaya yang datang, sehingga menurunkan intensitas cahaya yang ditransmisikan (*Sastrawijaya, 1991*)

Jumlah padatan tersuspensi dalam air dapat diukur dengan Turbidimeter. Seperti halnya padatan terendap, padatan tersuspensi akan mengurangi penetrasi sinar matahari ke dalam air sehingga akan mempengaruhi regenerasi oksigen serta fotosintesis (*Kristanto, 2002*).

2.7. COD

Chemical Oxygen Demand atau kebutuhan oksigen kimia adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang di dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia. Dalam hal ini bahan buangan organik akan dioksidasi oleh kalium dichromat menjadi gas CO₂ dan H₂O serta sejumlah ion Chrom. Kalium Dichromat atau K₂Cr₂O₇ digunakan sebagai sumber oksigen (oxidizing agent).

Reaksi tersebut perlu pemanasan dan juga penambahan katalisator perak sulfat (Ag₂SO₄) untuk mempercepat reaksi. Apabila dalam bahan buangan organik diperkirakan ada unsur Chlorida yang dapat mengganggu reaksi maka perlu ditambahkan merkuri sulfat untuk menghilangkan gangguan tersebut. Chlorida dapat mengganggu karena dapat ikut teroksidasi oleh kalium dichromat sesuai dengan reaksi berikut ini :



Apabila dalam larutan air lingkungan terdapat klorida, maka oksigen yang diperlukan pada reaksi tersebut tidak menggambarkan reaksi sebenarnya. Seberapa jauh tingkat pencemaran oleh bahan buangan organik tidak dapat

diketahui secara benar. Penambahan merkuri sulfat adalah untuk mengikat ion chlor menjadi merkuri chloride mengikuti reaksi berikut ini :



Warna larutan air lingkungan yang mengandung bahan buangan organik sebelum reaksi oksidasi adalah kuning. Setelah reaksi oksidasi selesai maka akan berubah menjadi hijau. Jumlah oksigen yang diperlukan untuk reaksi terhadap bahan buangan organik sama dengan jumlah kalium bichromat yang dipakai pada reaksi tersebut diatas. Makin banyak kalium dichromat yang dipakai pada reaksi oksidasi, berarti makin banyak oksigen yang diperlukan. Ini berarti bahwa air lingkungan makin banyak tercemar oleh bahan buangan organik, dengan demikian maka seberapa jauh tingkat pencemaran air lingkungan dapat diketahui.

2.8. Metode Penurunan TSS dan COD Pada Limbah Cair Septic Tank

Dari berbagai pengembangan teknologi penanganan limbah cair domestik khususnya penanganan limbah cair septic tank, telah banyak metode-metode yang berhasil diterapkan dalam penanganan limbah cair septic tank khususnya untuk penurunan COD dan TSS antara lain yaitu:

1. Aquatic Plant Treatment atau yang lebih dikenal dengan *Constructed Wetland*.

Aquatic Plant Treatment adalah salah satu alternatif teknik pengolahan limbah cair septic tank yang mudah, murah dan efisien. Konsep dasar Aquatic Plant Treatment adalah dengan memanfaatkan mikroorganisme dalam tanah dan tanaman pada area yang tercemar.

Proses penurunan COD dalam Aquatic Plant Treatment ini berdasarkan jumlah oksigen yang terdapat dalam limbah cair septic tank yang digunakan untuk mengurai bahan-bahan organik dan anorganik serta kemampuan media tanaman dalam mengurai bahan-bahan organik limbah cair septic tank.

Tanaman dalam Aquatic Plant Treatment dapat meningkatkan proses sedimentasi padatan dengan mengurangi mixing pada kolom air dan resuspensi dari partikel pada permukaan sedimen. Selain proses sedimentasi, proses agregasi juga terdapat didalam *wetlands* yaitu proses bersatunya partikel secara alami membentuk flok-flok (Merz, 2000). Partikel yang besar dan berat akan segera mengendap setelah terbawa oleh air dan melewati vegetasi yang terdapat didalam *wetlands*.

Tanaman yang biasa digunakan untuk Aquatic Plant treatment antara lain yaitu:

- Pickarel Rush
- Duckweed
- Water Hyacinth
- Caladium (keladi)
- Kangkung Air

2. Anaerobic Biofilm Procces

Anaerobic Biofilm Procces merupakan metode penanganan limbah cair dengan proses pertumbuhan menempel (*attach growth*) pada suatu media tertentu sehingga mikroba lebih mudah berkembang biak sehingga populasi mikroorganisme sebagai pemangsa bahan organik meningkat. Dengan penambahan media tumbuh bagi mikroba dapat meningkatkan konsumsi bahan

organik yang berdampak langsung terhadap penurunan konsentrasi pencemar seperti BOD, COD, TSS pada limbah cair septic tank. Media tumbuh yang digunakan antara lain yaitu:

- Botol plastik kecil yang dipotong bagian dasarnya
- Reinforced Fiber Plastic
- Keranjang telur plastik

Media-media tersebut dimasukkan kedalam ruang septic tank dengan perbandingan jumlah sesuai ukuran septic tank, jika septic tank memiliki dua ruang maka media ditempatkan pada ruang kedua dimana effluent limbah cair keluar.

Dengan metode penambahan media tumbuh bagi mikroorganisme pada septic tank ini dapat meningkatkan kinerja dari septic tank dan mikroba pengurai limbah organik dalam menurunkan parameter-parameter pencemar air seperti BOD, COD dan TSS. Sehingga effluent yang dihasilkan lebih aman untuk diterima oleh tanah dan air tanah.

3. Penambahan bahan aditif (mikroba pengurai)

Untuk menunjang kinerja septic tank dalam menguraikan bahan organik dan anorganik yang terdapat didalamnya terkadang diperlukan penambahan mikroba pengurai untuk mempertahankan siklus mikroorganisme yang berguna untuk menguraikan bahan organik pada limbah cair septic tank. Pada dasarnya, septic tank sangatlah efektif untuk mendegradasi BOD, COD, TSS dan lemak tapi kurang efektif dalam mereduksi nutrisi, bahan organik dan bakteri (Brown R.B and T.J Bicky 1987)

Pemanfaatan mikroba pengurai dapat membantu menutupi kekurangan pada sistem tangki septik. Mikroba pengurai adalah makhluk bersel satu yang hidup disekitar kita. Sebagian orang menyebutnya bakteri tanah, juga didalam septic tank kita. Keberadaannya sangat diperlukan karena mikroba tersebut bertugas menguraikan sisa-sisa bahan organik (tinja, sampah, bangkai, limbah) menjadi bahan atau partikel yang lebih aman bagi lingkungan.

Lingkungan kehidupan mikroba yang beragam dimanfaatkan oleh para ahli untuk memproduksi mikroba pemangsa limbah tinja. Di alam memang ada jenis-jenis mikroba pemakan limbah yang berupa tinja yang merupakan makanan baginya. Dengan tersedianya makanan itu mikroba dapat berkembang biak dengan cepat sampai persediaan makan habis. Dalam hal limbah tinja, mikroba akan memangsa tinja hingga volumenya mengecil.

Dengan pemanfaatan mikroba diharapkan dapat membantu proses dekomposisi tinja yang memang telah berlangsung didalam septic tank, sehingga dengan semakin banyaknya bahan organik yang diuraikan oleh mikroba dalam bahan additif akan mampu meningkatkan penurunan konsentrasi pencemar dalam septic tank yaitu, BOD, COD, TSS dan bahkan memungkinkan untuk menjernihkan kekeruhan pada limbah cair septic tank. Adapun produk-produk bahan additif mikroba pengurai tinja yang banyak terdapat dipasaran antara lain yaitu :

- Bionic
- Star Bio Plus
- Bio H+

2.9. Hipotesa

Dengan dosis yang semakin banyak, akan meningkatkan kemampuan Bionic dalam menurunkan kadar TSS dan COD pada tinja didalam septic tank.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian Laboratorium (Labouratory Experiment), yang dilakukan dengan percobaan dalam batasan dosis tertentu terhadap kandungan TSS dan COD dari septic tank dengan menggunakan Bionic.

3.2. Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan sampel tinja yaitu pada kampus Universitas Pembangunan Nasional (UPN) Veteran Yogyakarta dilakukan oleh U.D. Jaya Sevia yang beralamatkan di Jl. Pandega Marta 66 Yogyakarta dan sebagai tempat analisa sampel yaitu di Laboratorium Teknik Lingkungan, UII, Yogyakarta.

3.3. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama 1 minggu (7 hari) untuk pengujian TSS dan COD dengan pengambilan sampel setiap hari, dimulai pada tanggal 5 Februari 2007 sampai dengan tanggal 12 Februari 2007.

3.4. Alat Dan Bahan Yang Digunakan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Alat dan bahan sampel

- Bionic

- Limbah cair septic tank
- Reaktor batch

2. Alat untuk pengujian TSS

- Cawan Goch
- Erlenmeyer
- Gelas ukur 50 ml
- Kertas berpori 0.45 μm
- Oven untuk pemanas 103 – 106° C
- Desikator
- Neraca analitik dengan kapasitas 200 gram dan tingkat ketelitian 0.1 gram
- Penjepit

3. Alat untuk pengujian COD

- Spektrofotometer sinar tampak
- Kuvet
- Tabung pencerna
- Pemanas dengan lubang lubang penyangga tabung (thermoreactor)
- Mikroburet
- Labu ukur : 50 ml, 100 ml
- Pipet volum : 5 ml
- Gelas piala
- Timbangan analitik

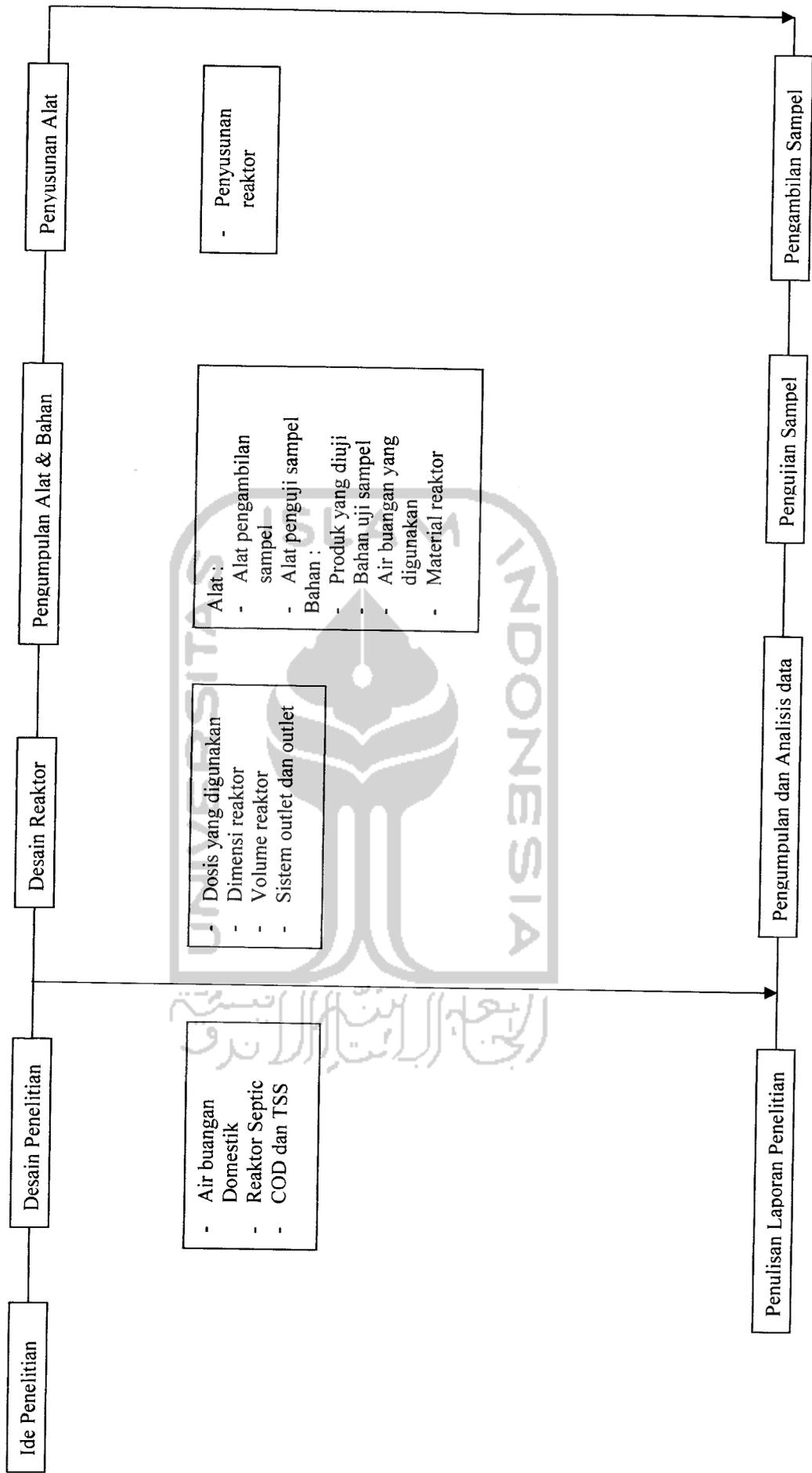
3.5. Parameter Penelitian

Tabel 3.1 Parameter penelitian

No	Parameter	Metode Pengujian
1	Chemical Oxygen Demand (COD)	Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (KOK) dengan refluks tertutup secara spektrofotometri air dan air limbah, bagian 2 SNI 06-6989.2-2004
2	Total Suspended Solid (TSS)	Cara uji padatan tersuspensi total (<i>Total Suspended Solid, TSS</i>) dengan metode gravimetri, Air dan limbah, bagian 3 SNI M-03-1989-F

3.6. Kerangka Penelitian

Adapun kerangka penelitian untuk tugas akhir ini dapat dilihat pada diagram alir penelitian. Metodologi penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian

3.7. Variabel Penelitian

3.7.1 Variabel Bebas (Independent Variable)

- Dosis di lapangan untuk 2 m³ septic tank adalah 1 kg. Maka dosis yang digunakan pada reaktor yang berukuran 50 liter adalah 25 gr dengan variasi dosis yaitu:

- 5 gr
- 15 gr
- 25 gr
- 35 gr
- 45 gr

3.7.2 Variabel Terikat (Dependent Variable)

Parameter yang diteliti adalah TSS dan COD

3.8 Cara Kerja

3.8.1 Analisis Parameter

Sampel dianalisa di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UII Yogyakarta menggunakan metode gravimetri unruk TSS dan metode spektrofotometri untuk COD. Untuk petunjuk pengukuran TSS menggunakan SNI M-03-1989-F dan untuk pengukuran COD menggunakan SNI 06-6989.2-2004 (Cara uji kadar COD dan TSS dengan menggunakan SNI terlampir).

3.8.2 Reaktor Septic

Dalam pelaksanaan penelitian ini digunakan 6 unit reaktor batch, dimana 1 reaktor sebagai kontrol dan 5 lainnya sebagai reaktor percobaan dengan dimensi yang sama untuk setiap reaktor adalah sebagai berikut:

- a) Reaktor 1 diisi dengan air buangan septic tank tanpa penambahan Bionic
- b) Reaktor 2 diisi dengan air buangan septic tank dengan penambahan Bionic dosis 5 gram
- c) Reaktor 3 diisi dengan air buangan septic tank dengan penambahan Bionic dosis 15 gram
- d) Reaktor 4 diisi dengan air buangan septic tank dengan penambahan Bionic dosis 25 gram
- e) Reaktor 5 diisi dengan air buangan septic tank dengan penambahan Bionic dosis 35 gram
- f) Reaktor 6 diisi dengan air buangan septic tank dengan penambahan Bionic dosis 45 gram
- g) Semua reaktor dibuat dalam kondisi septic sehingga menyerupai kondisi aslinya

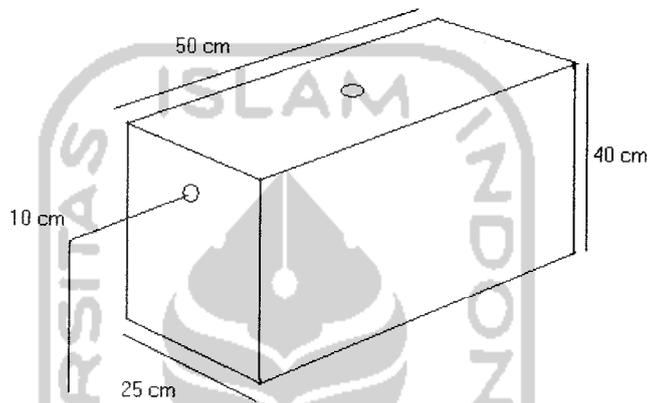
3.8.2.1 Perencanaan Reaktor Septic

a. Dimensi reaktor

- Kedalaman air, $d = 30 \text{ cm}$
- Lebar = 25 cm
- Panjang = 50 cm
- Freeboard = 10 cm

Tabel 3.2 Perhitungan dimensi reaktor

Dimensi	Simbol	Hasil perhitungan	Satuan	Rumus
Panjang	P	0.5	m	
Lebar	L	0.25	m	
Tinggi	T	0.4	m	
Volume reaktor	V	0.05	m ³	P x L x T

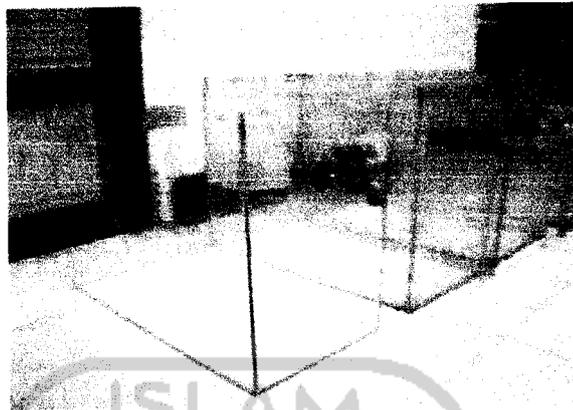


Gambar 3.2 Sketsa desain reaktor

b. Desain reaktor

Bahan-bahan dan alat yang diperlukan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Kaca polos dengan ketebalan 4 milimeter dengan ukuran
 - 50 cm x 25 cm sebanyak 12 buah
 - 50 cm x 40 cm sebanyak 12 buah
 - 25 cm x 40 cm sebanyak 12 buah
2. Bionic 1 kilogram
3. Stop kran $\frac{3}{4}$ inci sebanyak 6 buah
4. Botol sampel air limbah sebanyak 6 buah
5. Selang $\frac{3}{4}$ inci sepanjang 5 meter



Gambar 3.3 Desain Reaktor

3.8.2.2 Perencanaan Sistem Inlet

- Inlet menggunakan lubang hawa yang terdapat pada penutup reaktor dengan diameter $\frac{3}{4}$ inci
- Tinggi inlet, $h_i = 40$ cm

3.8.2.3 Perencanaan Sistem Outlet

- Outlet menggunakan stop kran $\frac{3}{4}$ inci
- Ketinggian outlet, $h_o = 30$ cm

3.8.3 Frekwensi Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel air buangan dilakukan setiap hari selama 7 hari (1 minggu) dengan mengambil sampel inlet hanya sekali sewaktu air buangan septic tank dimasukkan, sedangkan pengambilan sampel untuk outlet dilakukan setiap hari melalui lubang outlet.



Gambar 3.4 Pengisian limbah kedalam reaktor

Gambar 3.5 Pengambilan sampel



Gambar 3.6 Pengujian COD

Gambar 3.7 Pengujian TSS

3.9 Analisis Data

Effluent dari hasil pengolahan oleh alat dianalisa di laboratorium dan untuk mengetahui efisiensi penurunan kadar TSS dan COD, maka dihitung efisiensinya dengan membandingkan influent dan effluent dan dinyatakan dalam persen.

Perhitungan efisiensi :

$$E = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100\% \dots\dots\dots 3)$$



Dimana :

E = Efisiensi

C1 = Kadar TSS atau COD sebelum treatment

C2 = Kadar TSS atau COD sesudah treatment

Setelah diketahui hasil dan perhitungan maka data akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik dan akan dianalisa menggunakan metode rerata atau mean.

Perhitungan mean atau rerata :

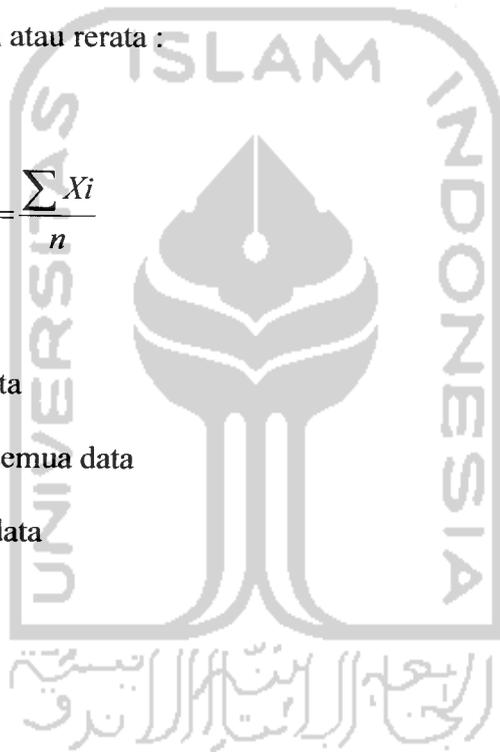
$$X = \frac{\sum X_i}{n}$$

Dimana :

X = Rata - rata

$\sum X_i$ = Jumlah semua data

n = Jumlah data



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Setelah melakukan penelitian untuk mengetahui efektifitas Bionic dalam menurunkan konsentrasi TSS dan COD pada limbah cair septic tank, didapatkan hasil penurunan konsentrasi TSS dan COD yang variatif dan fluktuatif. Hal ini disebabkan karena mikroba Bionic yang dicampurkan kedalam sampel limbah cair septic tank mengalami periode adaptasi dan proses menguraikan bahan organik dalam sampel limbah cair septic tank tersebut. Kejadian ini lazim terjadi pada proses pemanfaatan mikroorganisme sebagai pengurai limbah organik, seperti juga pada teknologi remediasi menggunakan mikroba untuk mengolah bahan pencemar tertentu, dimana mikroorganisme harus dibiakkan terlebih dahulu dalam suatu media tumbuh dalam laboratorium agar mikroorganisme merasa cukup nyaman dengan lingkungan buatan yang disesuaikan dengan habitat aslinya. Sehingga dengan proses pembiakan dan penumbuhan bakteri atau mikroorganisme dalam suatu media yang mirip dengan ekosistem tempat tinggal aslinya, akan dapat memudahkan proses aplikasi mikroorganisme pengurai pada suatu sampel limbah tertentu.

Fluktuasi dan variasi penurunan konsentrasi TSS dan COD pada penelitian ini selain dipengaruhi oleh hal-hal tersebut diatas, juga dipengaruhi oleh berbagai

faktor seperti, temperatur, kondisi anaerobik reaktor, derajat keasaman dan suplai nutrisi bagi mikroorganisme pengurai bahan organik.

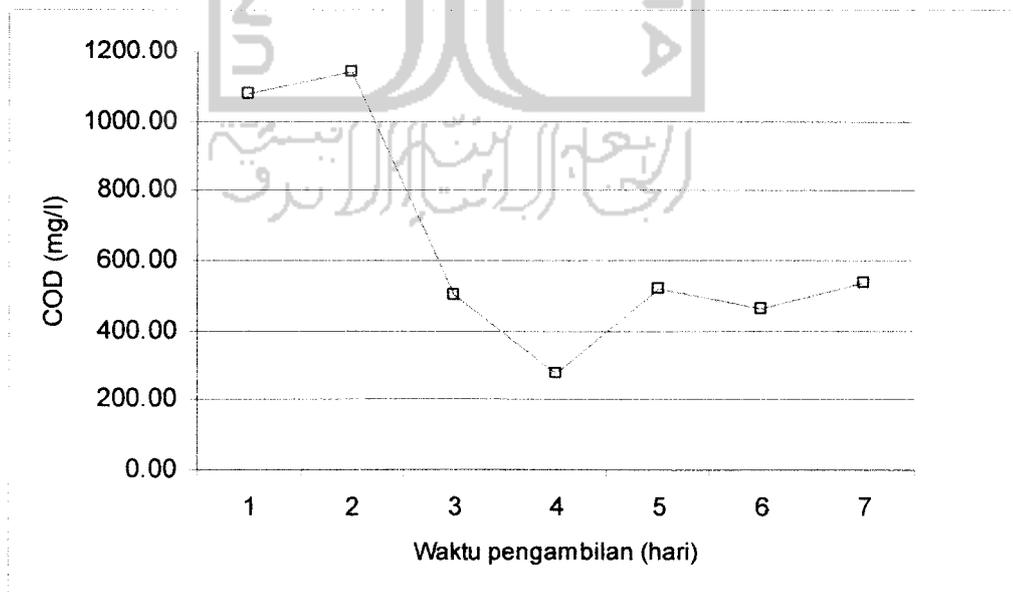
4.1.1. COD

Berikut ini adalah hasil pengujian parameter COD dengan komposisi 5, 15, 25, 35, 45 gram Bionic per 50 liter limbah septic tank dapat dilihat pada tabel 4.1- 4.7 dan gambar 4.1- 4.7 berikut ini.

Hasil pengukuran COD inlet = 1294.536 mg/l

Tabel 4.1 COD pada reaktor 1 (tanpa Bionic) pada berbagai waktu pengambilan

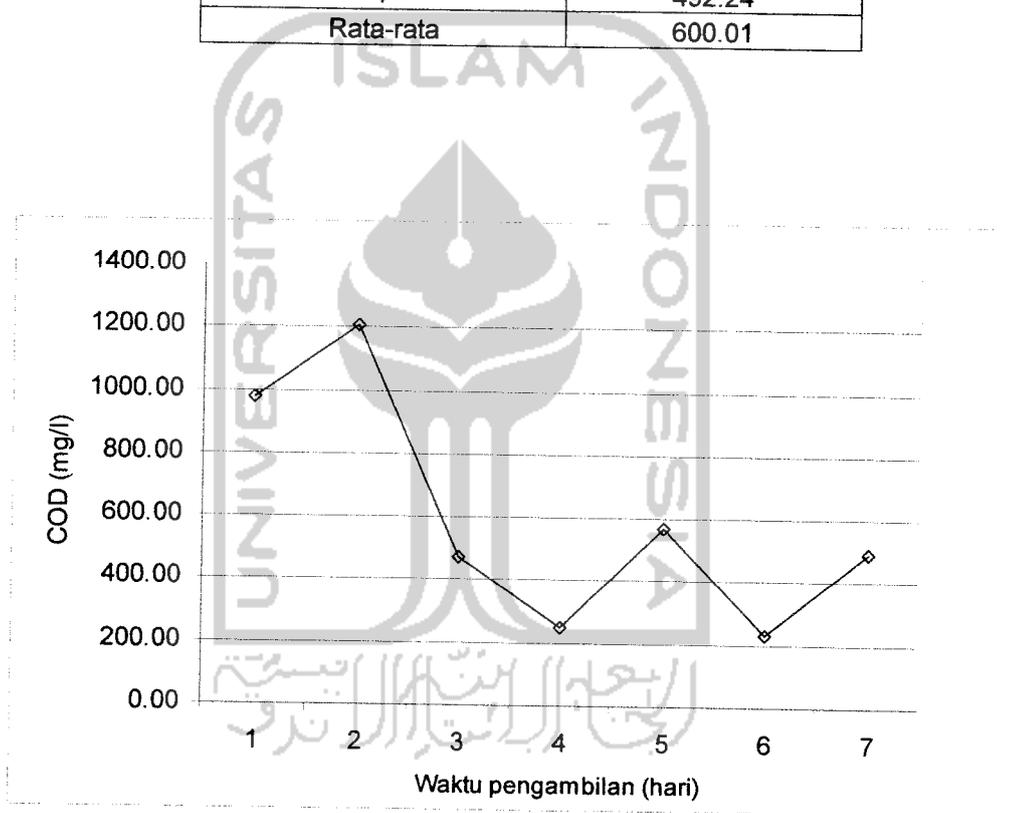
Waktu pengambilan (hari)	Konsentrasi (mg/l)
1	1076.73
2	1142.36
3	502.41
4	278.07
5	516.64
6	461.71
7	536.49
Rata-rata	644.92



Gambar 4.1 COD pada reaktor 1 (tanpa Bionic) pada berbagai waktu pengambilan

Tabel 4.2 COD pada reaktor 2 (dosis 5 gr) pada berbagai waktu pengambilan

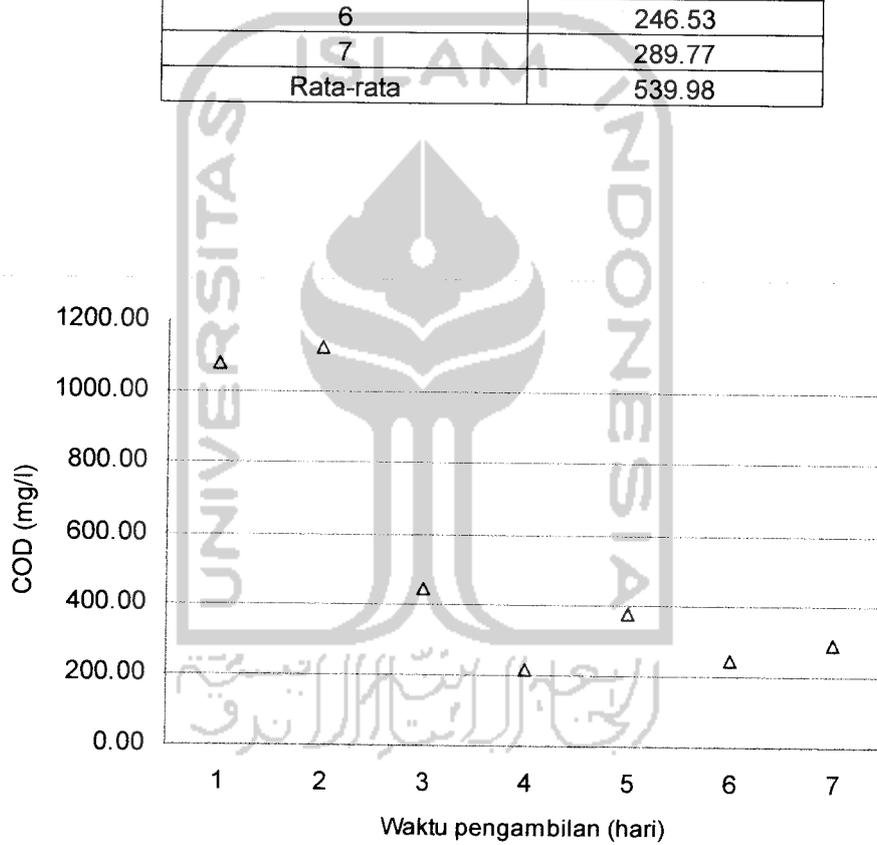
Waktu pengambilan (hari)	Konsentrasi (mg/l)
1	981.10
2	1205.94
3	471.38
4	249.08
5	572.10
6	228.22
7	492.24
Rata-rata	600.01



Gambar 4.2 COD pada reaktor 2 (dosis 5 gr) pada berbagai waktu pengambilan

Tabel 4.3 COD pada reaktor 3 (dosis 15 gr) pada berbagai waktu pengambilan

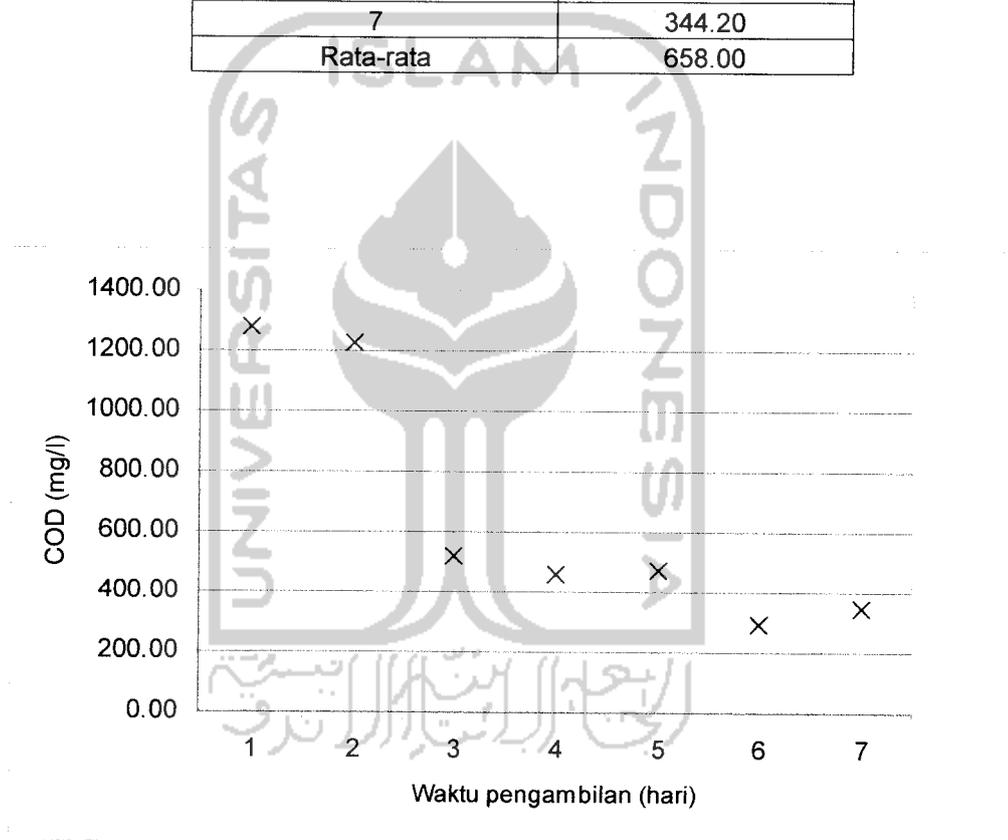
Waktu pengambilan (hari)	Konsentrasi (mg/l)
1	1082.84
2	1124.04
3	441.37
4	217.54
5	377.78
6	246.53
7	289.77
Rata-rata	539.98



Gambar 4.3 COD pada reaktor 3 (dosis 15 gr) pada berbagai waktu pengambilan

Tabel 4.4 COD pada reaktor 4 (dosis 25 gr) pada berbagai waktu pengambilan

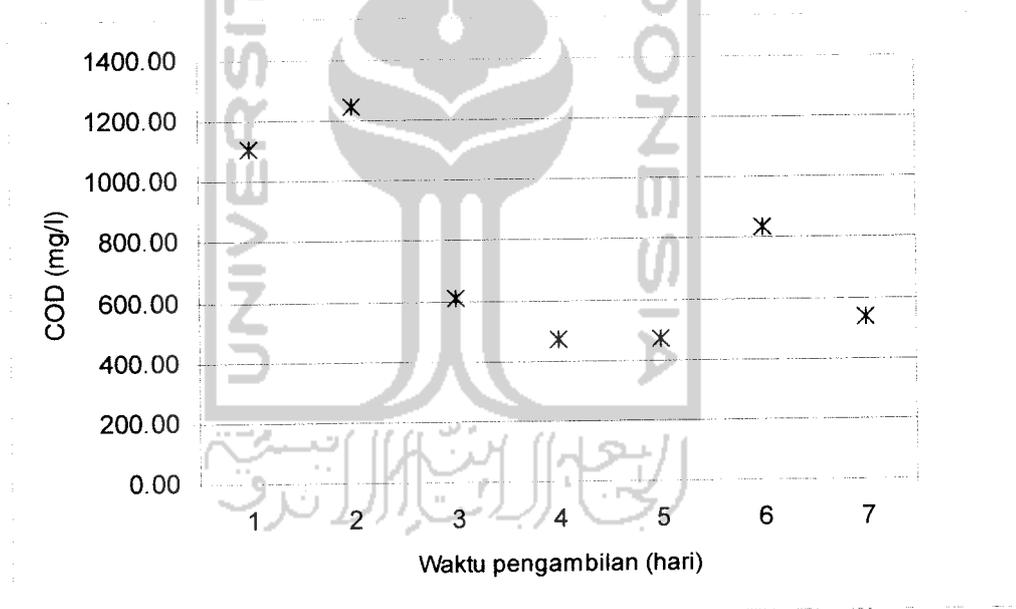
Waktu pengambilan (hari)	Konsentrasi (mg/l)
1	1282.76
2	1229.85
3	521.74
4	460.70
5	470.36
6	296.39
7	344.20
Rata-rata	658.00



Gambar 4.4 COD pada reaktor 4 (dosis 25 gr) pada berbagai waktu pengambilan

Tabel 4.5 COD pada reaktor 5 (dosis 35 gr) pada berbagai waktu pengambilan

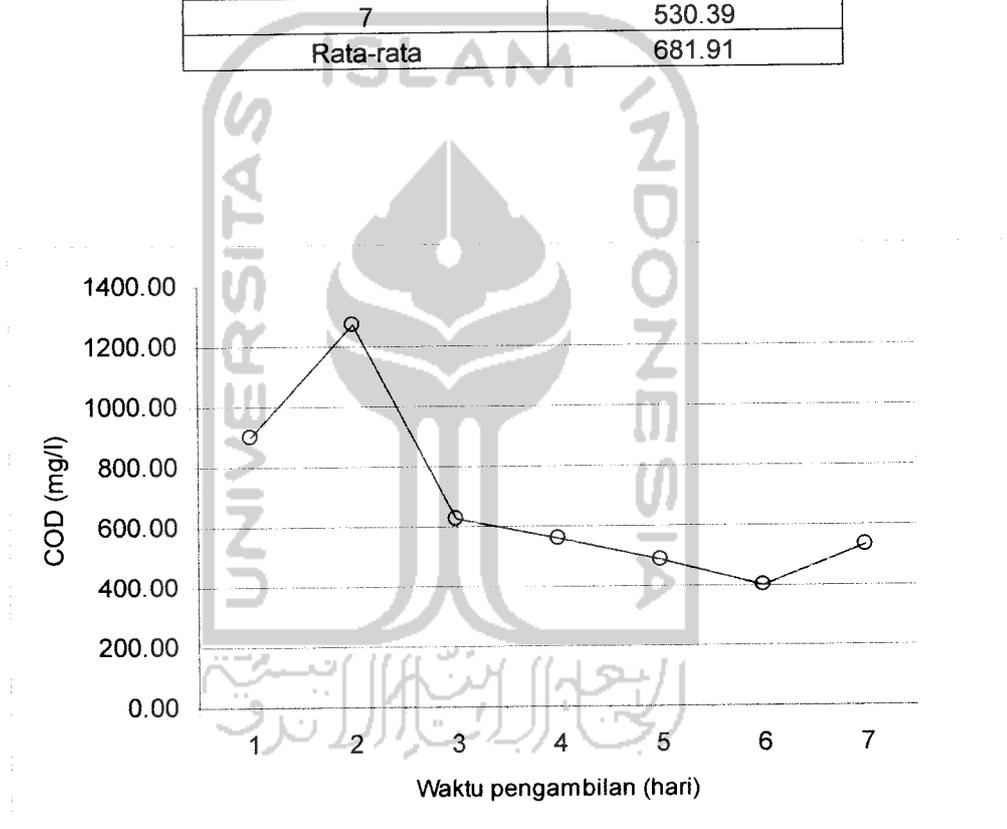
Waktu pengambilan (hari)	Konsentrasi (mg/l)
1	1109.80
2	1248.68
3	613.31
4	470.36
5	469.34
6	834.08
7	534.46
Rata-rata	754.29



Gambar 4.5 COD pada reaktor 5 (dosis 35 gr) pada berbagai waktu pengambilan

Tabel 4.6 COD pada reaktor 6 (dosis 45 gr) pada berbagai waktu pengambilan

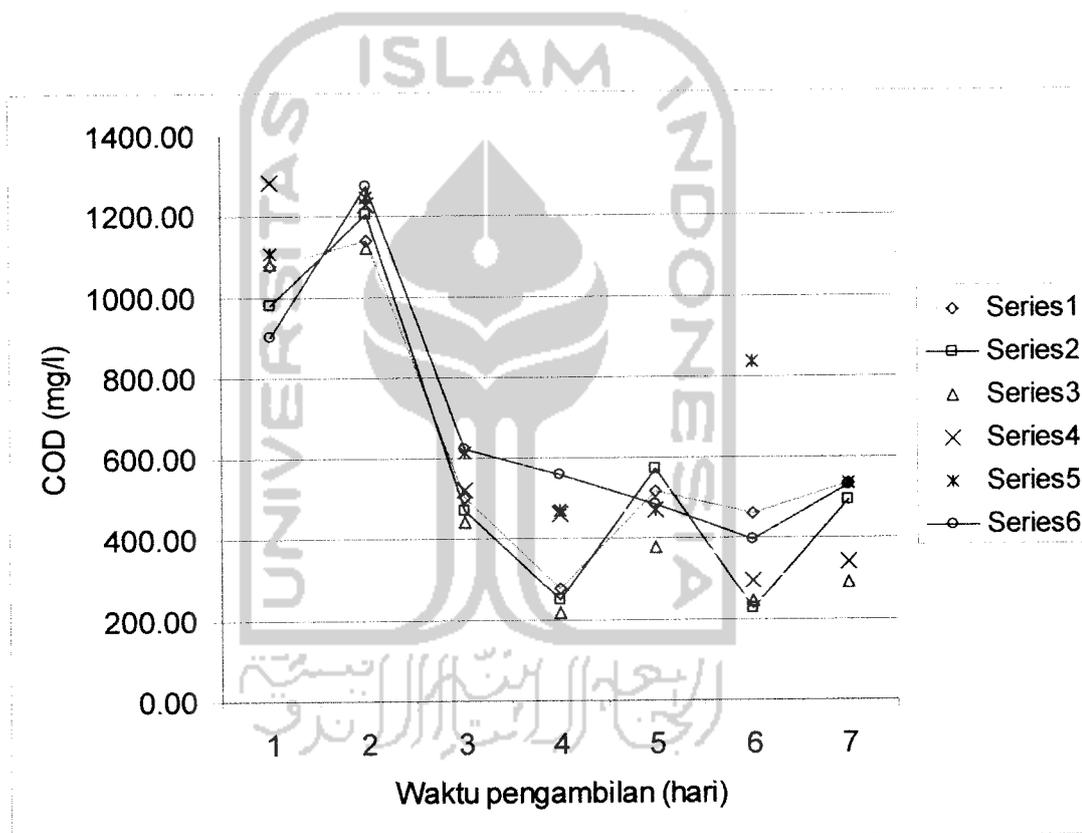
Waktu pengambilan (hari)	Konsentrasi (mg/l)
1	900.21
2	1274.62
3	623.99
4	559.89
5	485.11
6	399.14
7	530.39
Rata-rata	681.91



Gambar 4.6 COD pada reaktor 6 (dosis 45 gr) pada berbagai waktu pengambilan

Tabel 4.7 COD pada masing-masing reaktor pada berbagai waktu pengambilan

Hari	Inlet	Reaktor 1	Reaktor 2	Reaktor 3	Reaktor 4	Reaktor 5	Reaktor 6
1	1294.54	1076.73	981.10	1082.84	1282.76	1109.80	900.21
2	1294.54	1142.36	1205.94	1124.04	1229.85	1248.68	1274.62
3	1294.54	502.41	471.38	441.37	521.74	613.31	623.99
4	1294.54	278.07	249.08	217.54	460.70	470.36	559.89
5	1294.54	516.64	572.10	377.78	470.36	469.34	485.11
6	1294.54	461.71	228.22	246.53	296.39	834.08	399.14
7	1294.54	536.49	492.24	289.77	344.20	534.46	530.39
Rata-rata	1294.54	644.92	600.01	539.98	658.00	754.29	681.91



Gambar 4.7 COD pada masing-masing reaktor pada berbagai waktu pengambilan

Keterangan :

Reaktor 1 = Dosis 5 gram

Reaktor 2 = Dosis 15 gram

Reaktor 3 = Dosis 25 gram

Reaktor 4 = Dosis 35 gram

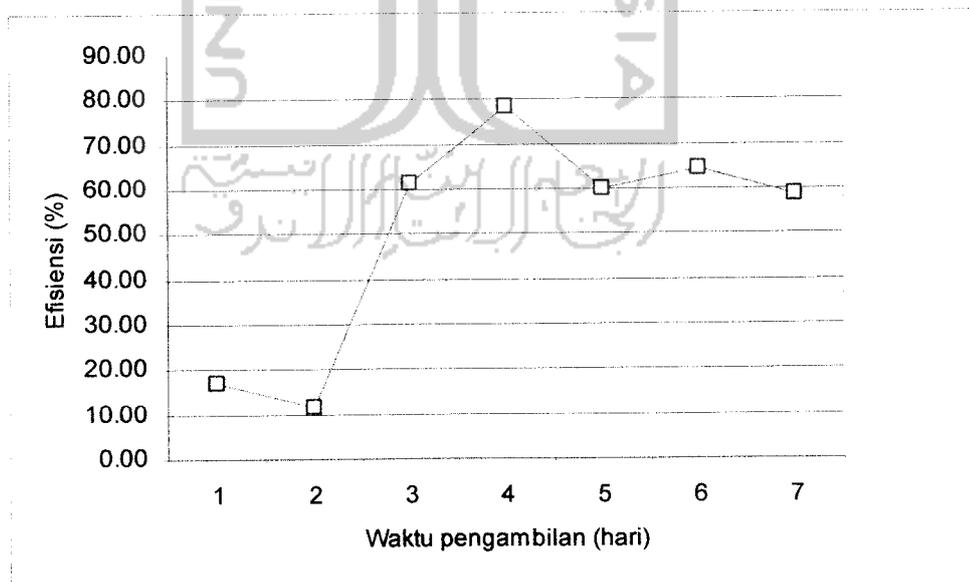
Reaktor 5 = Dosis 45 gram

4.1.2. Efisiensi Removal COD

Berikut ini adalah nilai efisiensi COD pada reaktor kontrol dan reaktor dengan variasi dosis 5, 15, 25, 35, 45 gram Bionic per 50 liter limbah septic tank. Nilai efisiensi COD pada masing-masing reaktor dapat dilihat pada tabel dan gambar 4.8 - 4.14 berikut ini.

Tabel 4.8 Efisiensi penurunan COD pada reaktor 1 (kontrol)

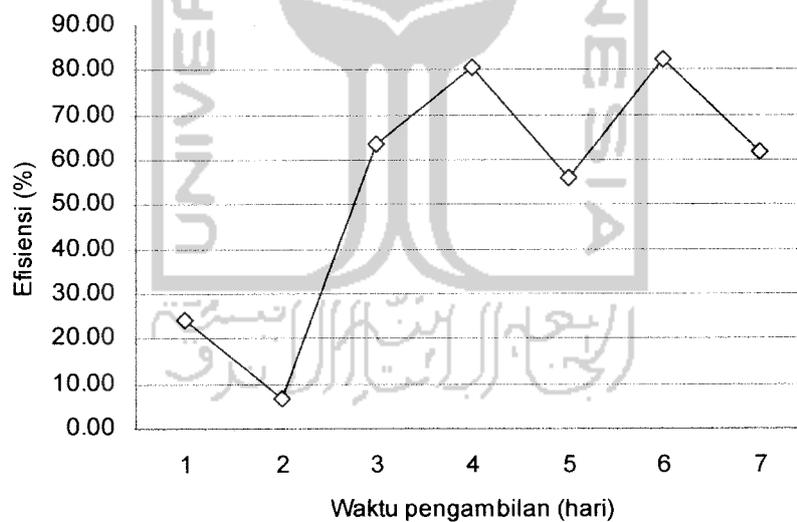
Hari	Inlet	Reaktor 1	Efisiensi (%)
1	1294.54	1076.73	16.82
2	1294.54	1142.36	11.76
3	1294.54	502.41	61.19
4	1294.54	278.07	78.52
5	1294.54	516.64	60.09
6	1294.54	461.71	64.33
7	1294.54	536.49	58.56
Rata-rata	1294.54	644.92	50.18



Gambar 4.8 Efisiensi penurunan COD pada reaktor 1 (kontrol)

Tabel 4.9 Efisiensi penurunan COD pada reaktor 2 (dosis 5 gr)

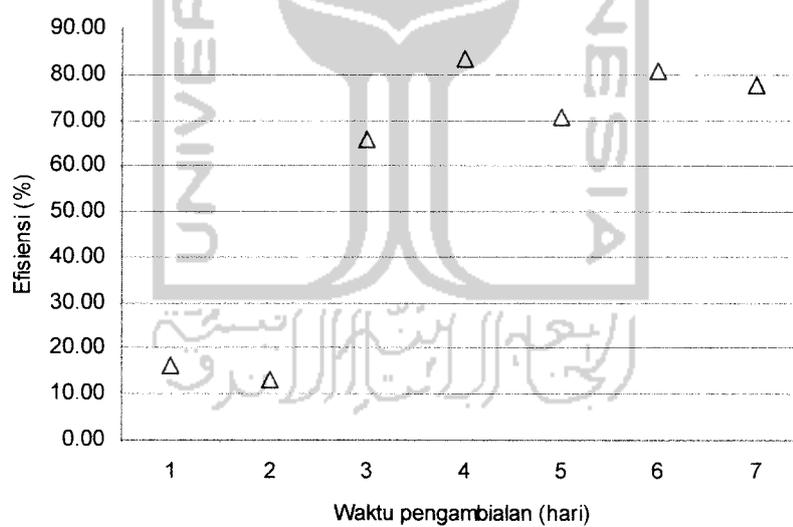
Hari	Inlet	Reaktor 2	Efisiensi (%)
1	1294.54	981.10	24.21
2	1294.54	1205.94	6.84
3	1294.54	471.38	63.59
4	1294.54	249.08	80.76
5	1294.54	572.10	55.81
6	1294.54	228.22	82.37
7	1294.54	492.24	61.98
Rata-rata	1294.54	600.01	53.65



Gambar 4.9 Efisiensi penurunan COD pada reaktor 2 (dosis 5 gr)

Tabel 4.10 Efisiensi penurunan COD pada reaktor 3 (dosis 15 gr)

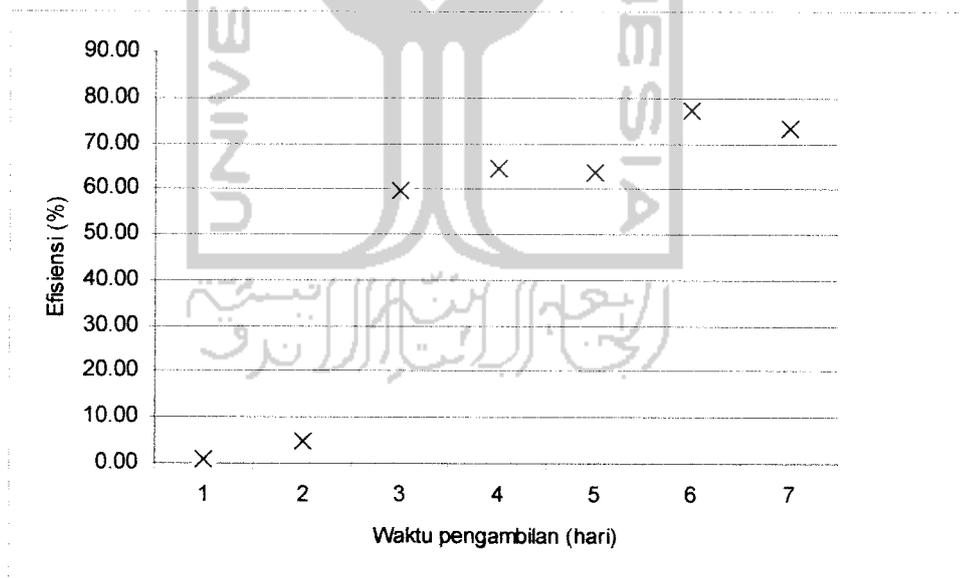
Hari	Inlet	Reaktor 3	Efisiensi (%)
1	1294.54	1082.84	16.35
2	1294.54	1124.04	13.17
3	1294.54	441.37	65.91
4	1294.54	217.54	83.20
5	1294.54	377.78	70.82
6	1294.54	246.53	80.96
7	1294.54	289.77	77.62
Rata-rata	1294.54	539.98	58.29



Gambar 4.10 Efisiensi penurunan COD pada reaktor 3 (dosis 15 gr)

Tabel 4.11 Efisiensi penurunan COD pada reaktor 4 (dosis 25 gr)

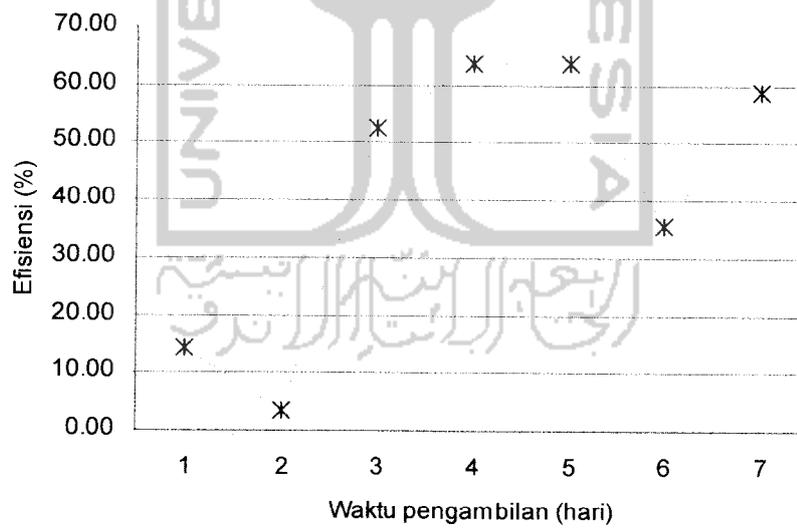
Hari	Inlet	Reaktor 4	Efisiensi (%)
1	1294.54	1282.76	0.91
2	1294.54	1229.85	5.00
3	1294.54	521.74	59.70
4	1294.54	460.70	64.41
5	1294.54	470.36	63.67
6	1294.54	296.39	77.10
7	1294.54	344.20	73.41
Rata-rata	1294.54	658.00	49.17



Gambar 4.11 Efisiensi penurunan COD pada reaktor 4 (dosis 25 gr)

Tabel 4.12 Efisiensi penurunan COD pada reaktor 5 (dosis 35 gr)

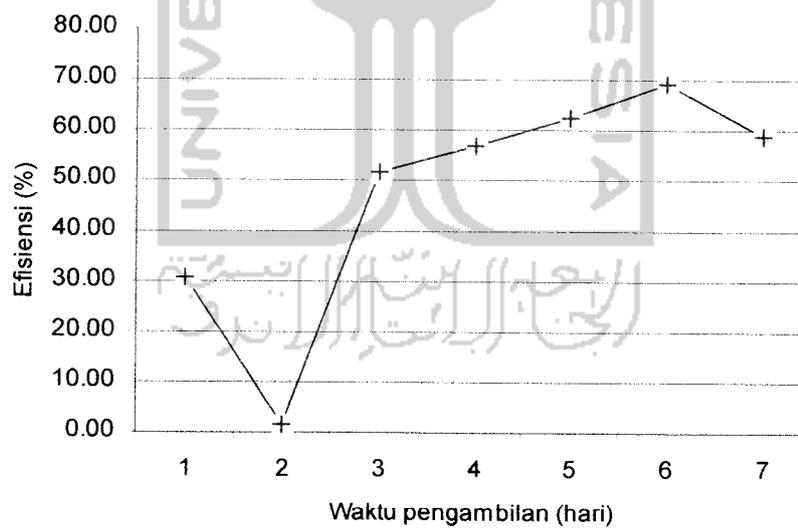
Hari	Inlet	Reaktor 5	Efisiensi (%)
1	1294.54	1109.80	14.27
2	1294.54	1248.68	3.54
3	1294.54	613.31	52.62
4	1294.54	470.36	63.67
5	1294.54	469.34	63.74
6	1294.54	834.08	35.57
7	1294.54	534.46	58.71
Rata-rata	1294.54	754.29	41.73



Gambar 4.12 Efisiensi penurunan COD pada reaktor 5 (dosis 35 gr)

Tabel 4.13 Efisiensi penurunan COD pada reaktor 6 (dosis 45 gr)

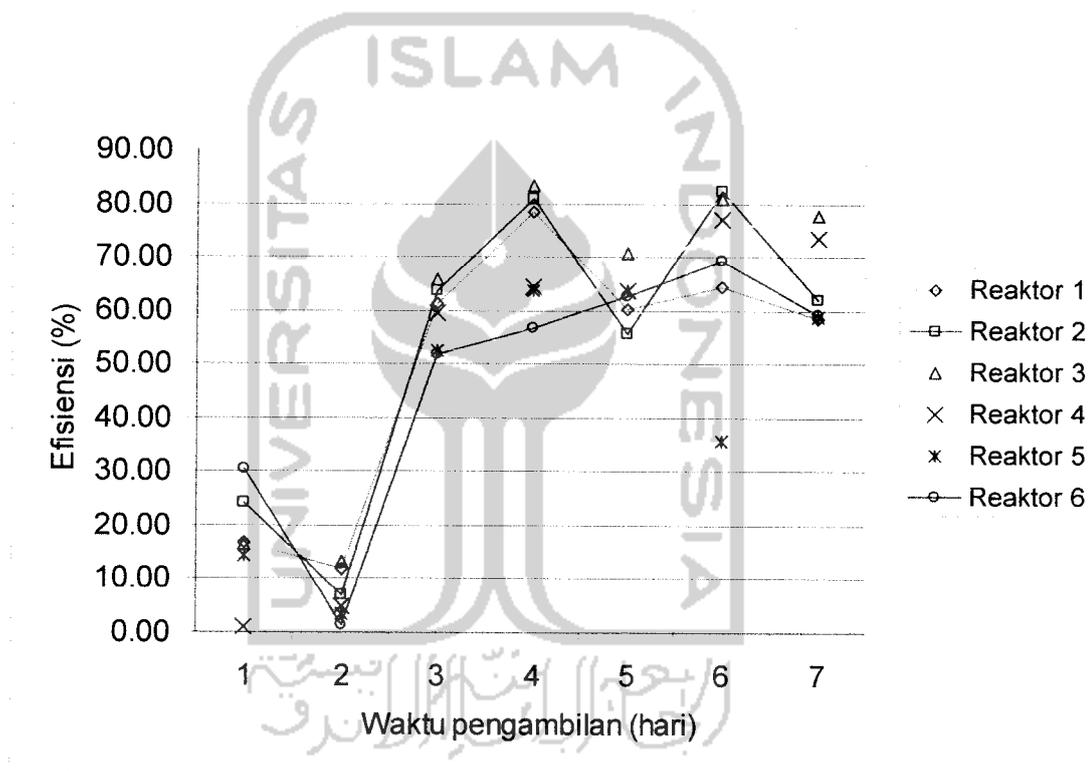
Hari	Inlet	Reaktor 6	Efisiensi (%)
1	1294.54	900.21	30.46
2	1294.54	1274.62	1.54
3	1294.54	623.99	51.80
4	1294.54	559.89	56.75
5	1294.54	485.11	62.53
6	1294.54	399.14	69.17
7	1294.54	530.39	59.03
Rata-rata	1294.54	681.91	47.32



Gambar 4.13 Efisiensi penurunan COD pada reaktor 6 (dosis 45 gr)

Tabel 4.14 Efisiensi penurunan COD pada masing-masing reaktor

Hari	Inlet	Reaktor 1	Reaktor 2	Reaktor 3	Reaktor 4	Reaktor 5	Reaktor 6
1	1294.54	16.82	24.21	16.35	0.91	14.27	30.46
2	1294.54	11.76	6.84	13.17	5.00	3.54	1.54
3	1294.54	61.19	63.59	65.91	59.70	52.62	51.80
4	1294.54	78.52	80.76	83.20	64.41	63.67	56.75
5	1294.54	60.09	55.81	70.82	63.67	63.74	62.53
6	1294.54	64.33	82.37	80.96	77.10	35.57	69.17
7	1294.54	58.56	61.98	77.62	73.41	58.71	59.03
Rata-rata	1294.54	50.18	53.65	58.29	49.17	41.73	47.32



Gambar 4.14 Efisiensi penurunan COD pada masing-masing reaktor

Keterangan :

Reaktor 1 = Dosis 5 gram

Reaktor 2 = Dosis 15 gram

Reaktor 3 = Dosis 25 gram

Reaktor 4 = Dosis 35 gram

Reaktor 5 = Dosis 45 gram

4.1.3. TSS

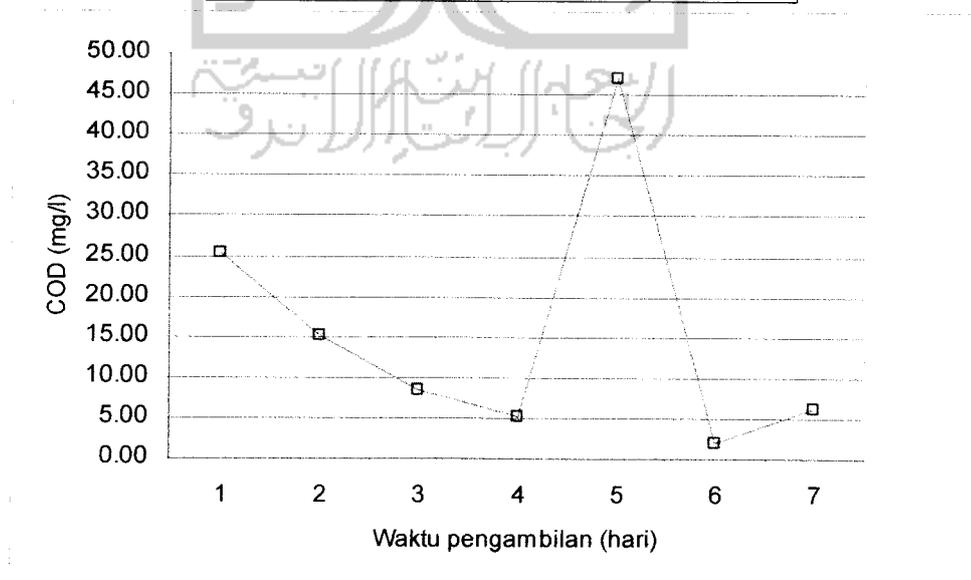
Adapun hasil pengujian TSS menggunakan komposisi Bionic sebanyak 5, 15, 25, 35, 45 gram per 50 liter limbah septik tank selama satu minggu dengan waktu pengambilan sampel setiap hari. Hasil dan grafik pengukuran parameter TSS dapat dilihat pada tabel 4.15-4.21 berikut ini.

Hasil pengujian konsentrasi TSS saat limbah dimasukkan (TSS inlet) = 55,73 mg/l

Hari ke	Berat kosong	Berat isi	TSS
0	1,2153	1,2432	55,73
Rata-rata	1,2153	1,2432	55,73

Tabel 4.15 TSS pada reaktor 1 (kontrol) pada berbagai waktu pengambilan

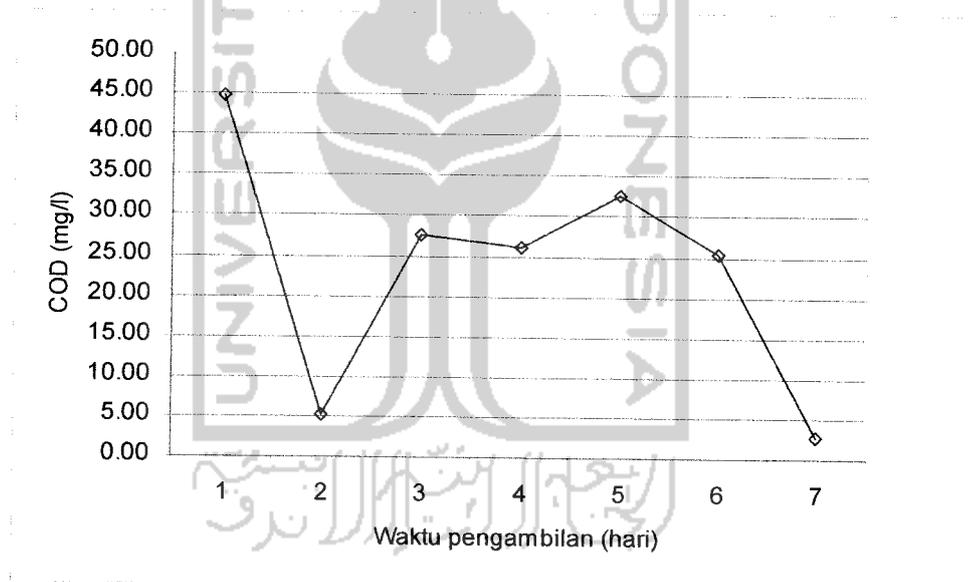
Hari ke	Berat kosong	Berat isi	TSS
1	1.2400	1.2527	25.27
2	1.2254	1.2329	15.07
3	1.2176	1.2219	8.53
4	1.2255	1.2281	5.20
5	1.1889	1.2124	47.07
6	1.2095	1.2085	2.00
7	1.2232	1.2263	6.20
Rata-rata	1.2186	1.2261	12.01



Gambar 4.15 TSS pada reaktor 1 (kontrol) pada berbagai waktu pengambilan

Tabel 4.16 TSS pada reaktor 2 (dosis 5 gr) pada berbagai waktu pengambilan

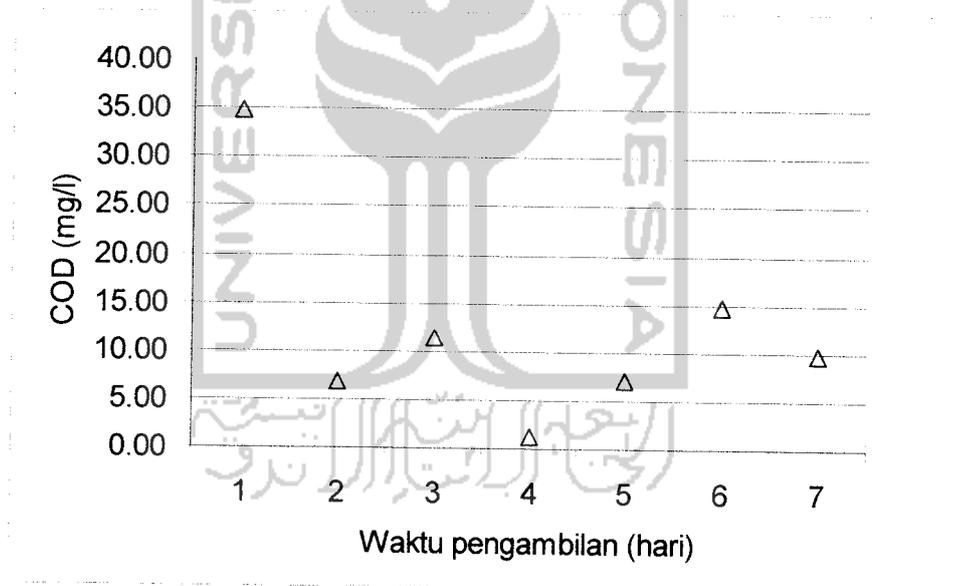
Hari ke	Berat kosong	Berat isi	TSS
1	1.2302	1.2526	44.67
2	1.2393	1.2366	5.33
3	1.2314	1.2176	27.60
4	1.2336	1.2205	26.07
5	1.2008	1.2170	32.47
6	1.1946	1.2073	25.40
7	1.2172	1.2185	2.73
Rata-rata	1.2210	1.2243	23.47



Gambar 4.16 TSS pada reaktor 2 (dosis 5 gr) pada berbagai waktu pengambilan

Tabel 4.17 TSS pada reaktor 3 (dosis 15 gr) pada berbagai waktu pengambilan

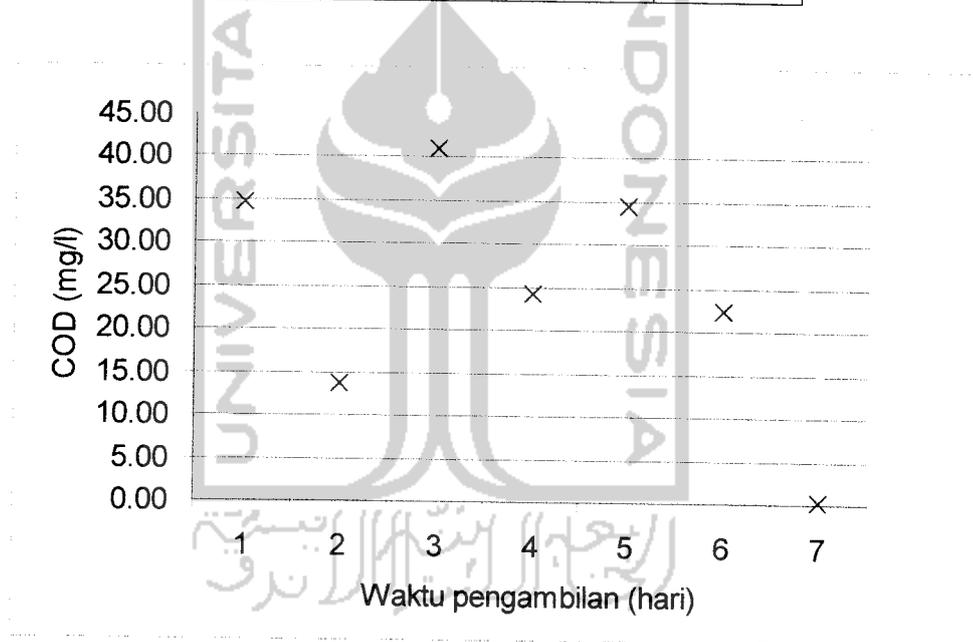
Hari ke	Berat kosong	Berat isi	TSS
1	1.2131	1.2305	34.80
2	1.2497	1.2531	6.87
3	1.2358	1.2301	11.40
4	1.2326	1.2332	1.20
5	1.2123	1.2159	7.13
6	1.2130	1.2204	14.73
7	1.2101	1.2052	9.73
Rata-rata	1.2238	1.2269	12.27



Gambar 4.17 TSS pada reaktor 3 (dosis 15 gr) pada berbagai waktu pengambilan

Tabel 4.18 TSS pada reaktor 4 (dosis 25 gr) pada berbagai waktu pengambilan

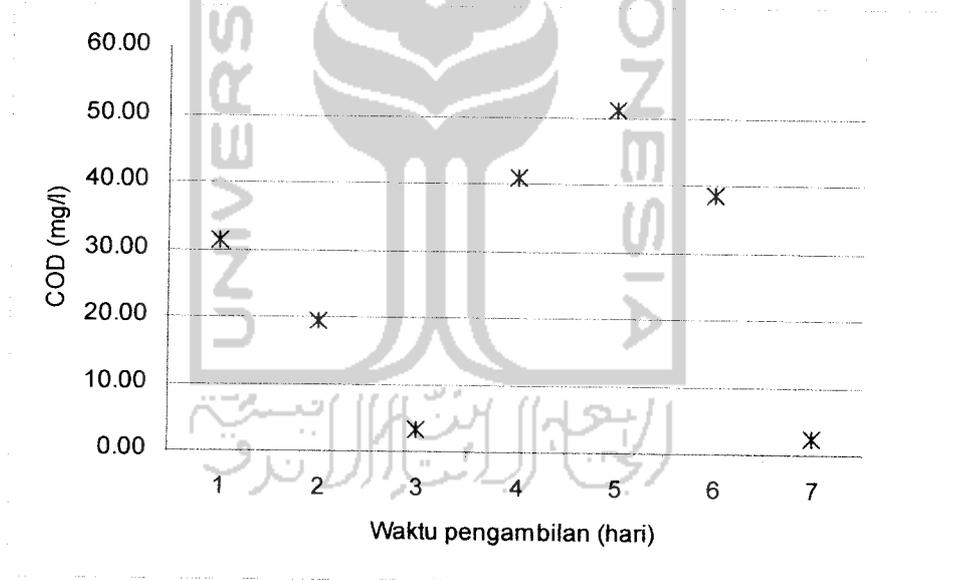
Hari ke	Berat kosong	Berat isi	TSS
1	1.2414	1.2588	34.73
2	1.2573	1.2642	13.67
3	1.2659	1.2454	41.13
4	1.2257	1.2379	24.27
5	1.2175	1.2347	34.40
6	1.2160	1.2272	22.40
7	1.2020	1.2021	0.33
Rata-rata	1.2323	1.2386	24.42



Gambar 4.18 TSS pada reaktor 4 (dosis 25 gr) pada berbagai waktu pengambilan

Tabel 4.19 TSS pada reaktor 5 (dosis 35 gr) pada berbagai waktu pengambilan

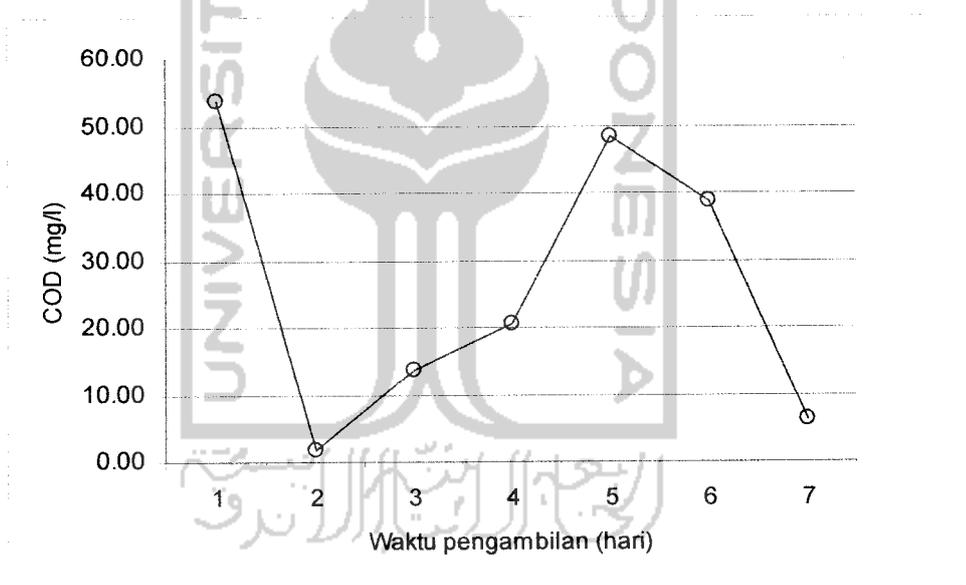
Hari ke	Berat kosong	Berat isi	TSS
1	1.2162	1.2318	31.27
2	1.2555	1.2652	19.40
3	1.2511	1.2495	3.27
4	1.2249	1.2454	41.00
5	1.2118	1.2374	51.13
6	1.2229	1.2421	38.40
7	1.2291	1.2279	2.47
Rata-rata	1.2302	1.2427	26.70



Gambar 4.19 TSS pada reaktor 5 (dosis 35 gr) pada berbagai waktu pengambilan

Tabel 4.20 TSS pada reaktor 6 (dosis 45 gr) pada berbagai waktu pengambilan

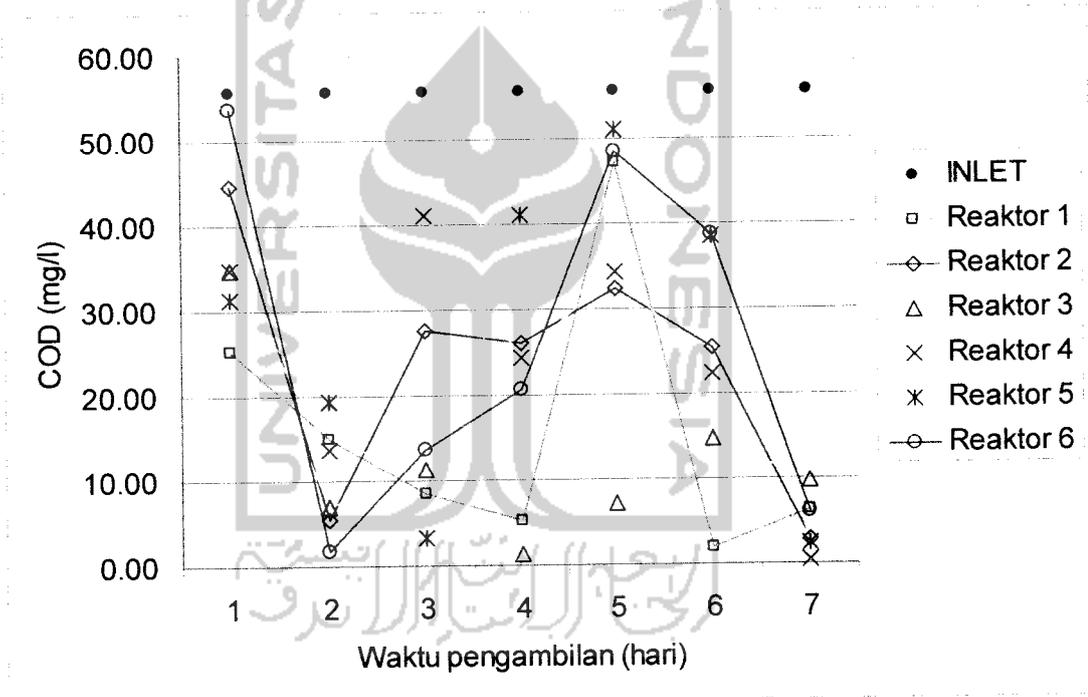
Hari ke	Berat kosong	Berat isi	TSS
1	1.2333	1.2602	53.80
2	1.2661	1.2669	1.67
3	1.2553	1.2485	13.73
4	1.2336	1.2439	20.73
5	1.2116	1.2359	48.47
6	1.2313	1.2506	38.73
7	1.2364	1.2395	6.13
Rata-rata	1.2382	1.2494	26.18



Gambar 4.20 TSS pada reaktor 6 (dosis 45 gr) pada berbagai waktu pengambilan

Tabel 4.21 TSS pada masing-masing reaktor pada berbagai waktu pengambilan

Reaktor	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5	Hari ke-6	Hari ke-7	Rata-rata
Inlet	55.73	55.73	55.73	55.73	55.73	55.73	55.73	55.73
Kontrol	25.27	15.07	8.53	5.20	47.07	2.00	6.20	15.62
Dosis 5 gr	44.67	5.33	27.60	26.07	32.47	25.40	2.73	23.47
Dosis 15 gr	34.80	6.87	11.40	1.20	7.13	14.73	9.73	12.27
Dosis 25 gr	34.73	13.67	41.13	24.27	34.40	22.40	0.33	24.42
Dosis 35 gr	31.27	19.40	3.27	41.00	51.13	38.40	2.47	26.70
Dosis 45 gr	53.80	1.67	13.73	20.73	48.47	38.73	6.13	26.18



Gambar 4.21 TSS pada masing-masing reaktor pada berbagai waktu pengambilan

Keterangan :

Reaktor 1 = Dosis 5 gram

Reaktor 2 = Dosis 15 gram

Reaktor 3 = Dosis 25 gram

Reaktor 4 = Dosis 35 gram

Reaktor 5 = Dosis 45 gram

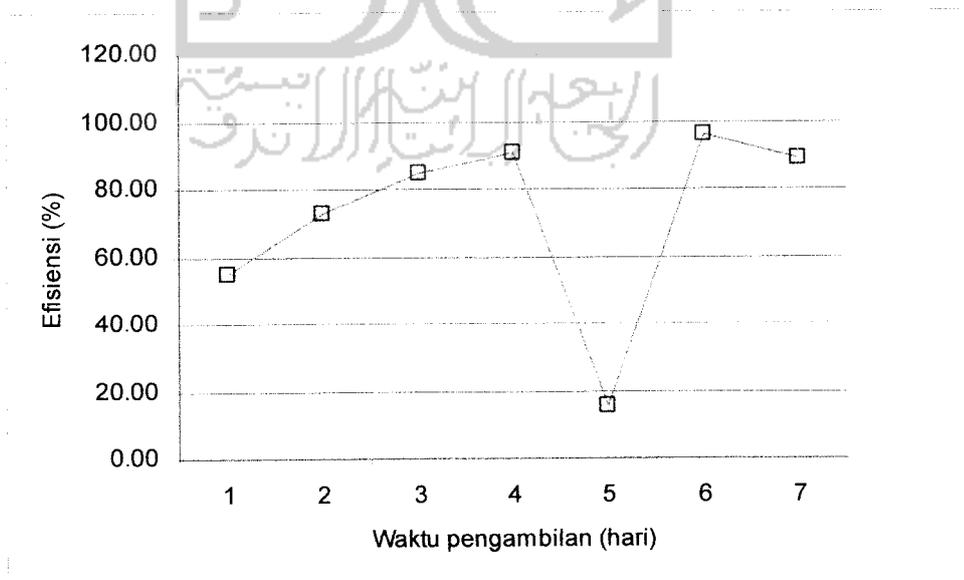
4.1.4. Efisiensi Removal TSS

Adapun nilai efisiensi removal parameter TSS untuk variasi Bionic dengan dosis 5, 15, 25, 35, 45 gr dapat dilihat pada tabel dan gambar 4.22 - 4.28 berikut ini:

Hari ke	Berat kosong	Berat isi	TSS
0	1.2153	1.2432	55.73
Rata-rata	1.2153	1.2432	55.73

Tabel 4.22 Efisiensi removal TSS pada reaktor 1

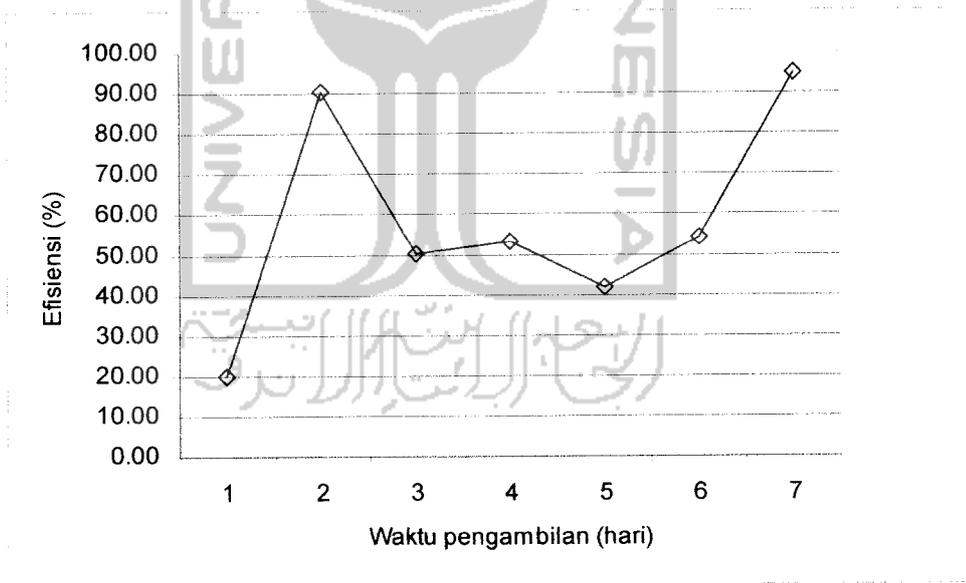
Hari ke	Inlet	Outlet	Efisiensi (%)
1	55.73	25.27	54.67
2	55.73	15.07	72.97
3	55.73	8.53	84.69
4	55.73	5.20	90.67
5	55.73	47.07	15.55
6	55.73	2.00	96.41
7	55.73	6.20	88.88
Rata-rata	55.73	15.62	71.98



Gambar 4.22 Efisiensi removal TSS pada reaktor 1

Tabel 4.23 Efisiensi removal TSS pada reaktor 2

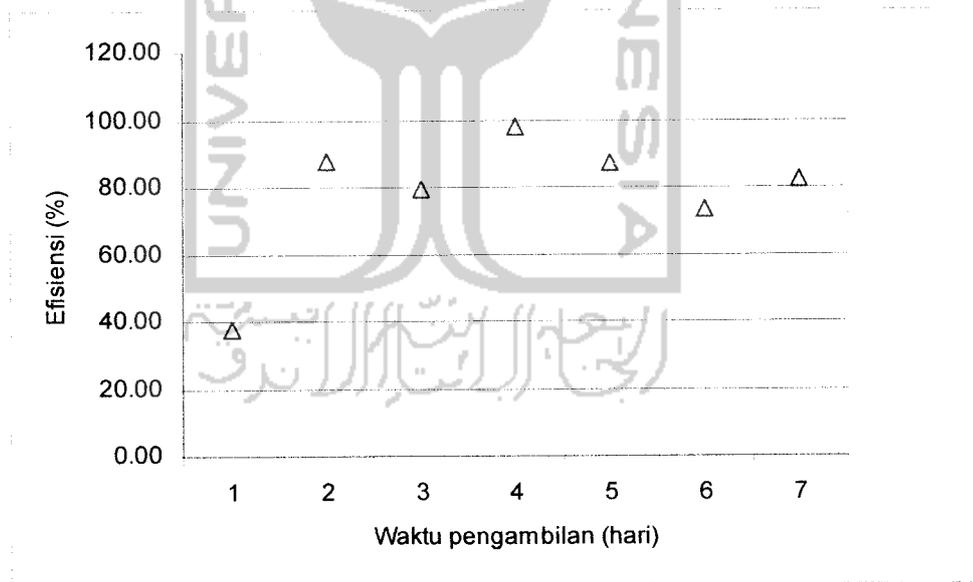
Hari ke	Inlet	Outlet	Efisiensi (%)
1	55.73	44.67	19.86
2	55.73	5.33	90.43
3	55.73	27.60	50.48
4	55.73	26.07	53.23
5	55.73	32.47	41.75
6	55.73	25.40	54.43
7	55.73	2.73	95.10
Rata-rata	55.73	23.47	57.89



Gambar 4.23 Efisiensi removal TSS pada reaktor 2

Tabel 4.24 Efisiensi removal TSS pada reaktor 3

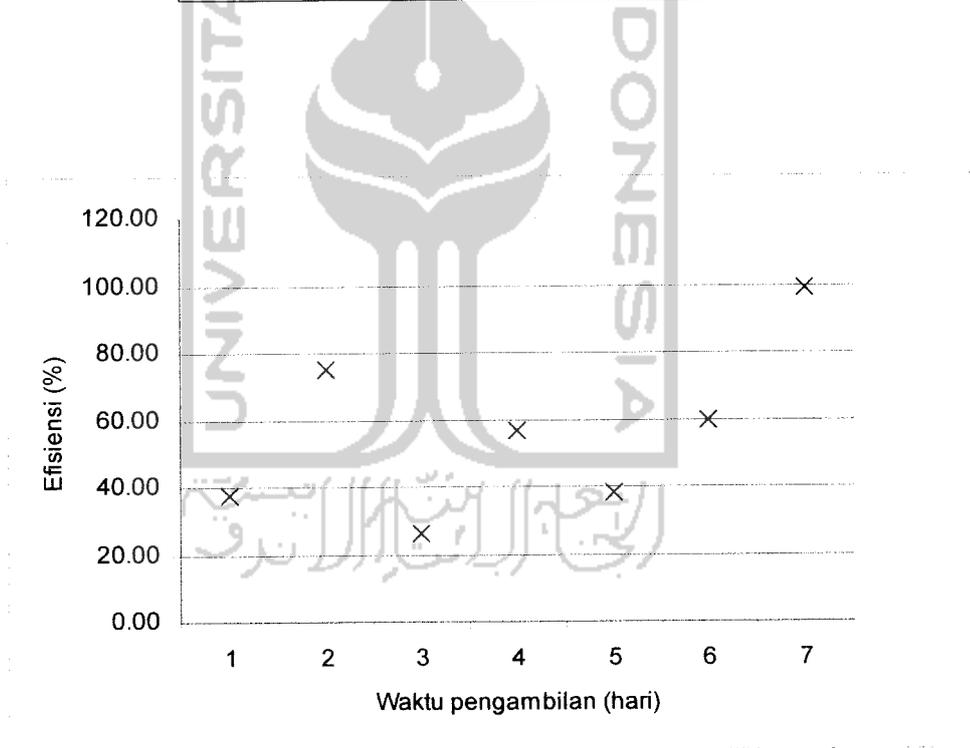
Hari ke	Inlet	Outlet	Efisiensi (%)
1	55.73	34.80	37.56
2	55.73	6.87	87.68
3	55.73	11.40	79.55
4	55.73	1.20	97.85
5	55.73	7.13	87.20
6	55.73	14.73	73.56
7	55.73	9.73	82.54
Rata-rata	55.73	17.08	77.99



Gambar 4.24 Efisiensi removal TSS pada reaktor 3

Tabel 4.25 Efisiensi removal TSS pada reaktor 4

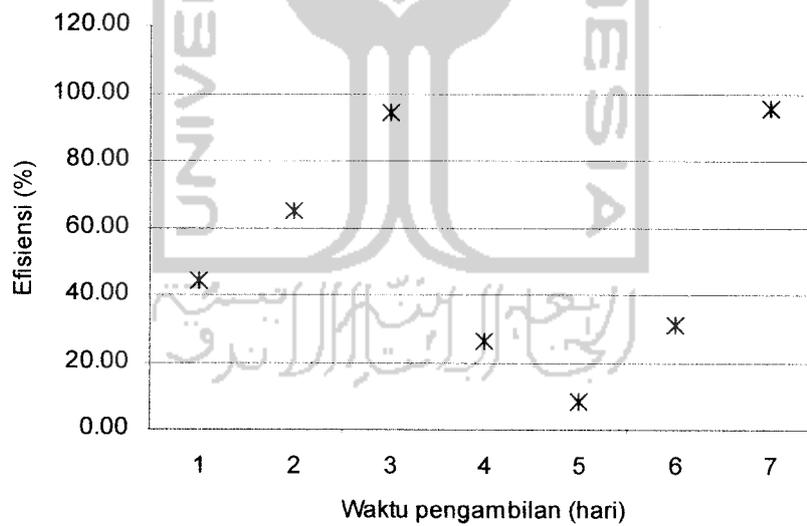
Hari ke	Inlet	Outlet	Efisiensi (%)
1	55.73	34.73	37.68
2	55.73	13.67	75.48
3	55.73	41.13	26.20
4	55.73	24.27	56.46
5	55.73	34.40	38.28
6	55.73	22.40	59.81
7	55.73	0.33	99.40
Rata-rata	55.73	24.42	56.19



Gambar 4.25 Efisiensi removal TSS pada reaktor 4

Tabel 4.26 Efisiensi removal TSS pada reaktor 5

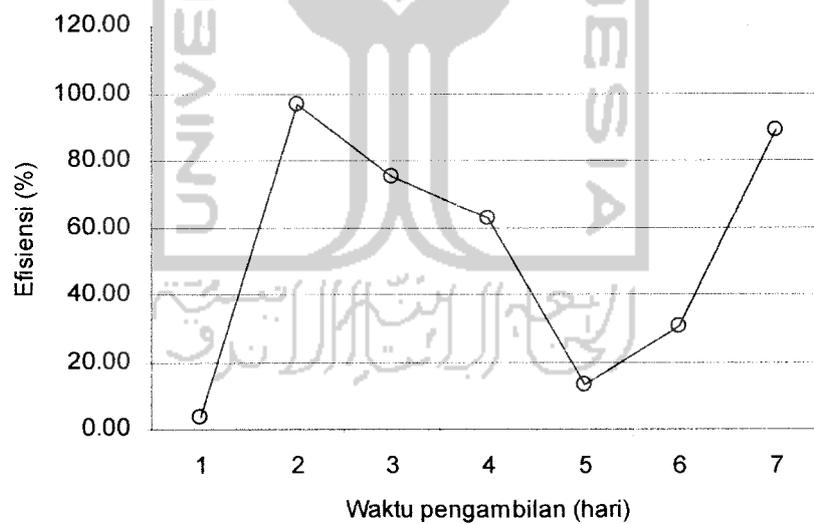
Hari ke	Inlet	Outlet	Efisiensi (%)
1	55.73	31.27	43.90
2	55.73	19.40	65.19
3	55.73	3.27	94.14
4	55.73	41.00	26.44
5	55.73	51.13	8.25
6	55.73	38.40	31.10
7	55.73	2.47	95.57
Rata-rata	55.73	26.70	52.08



Gambar 4.26 Efisiensi removal TSS pada reaktor 5

Tabel 4.27 Efisiensi removal TSS pada reaktor 6

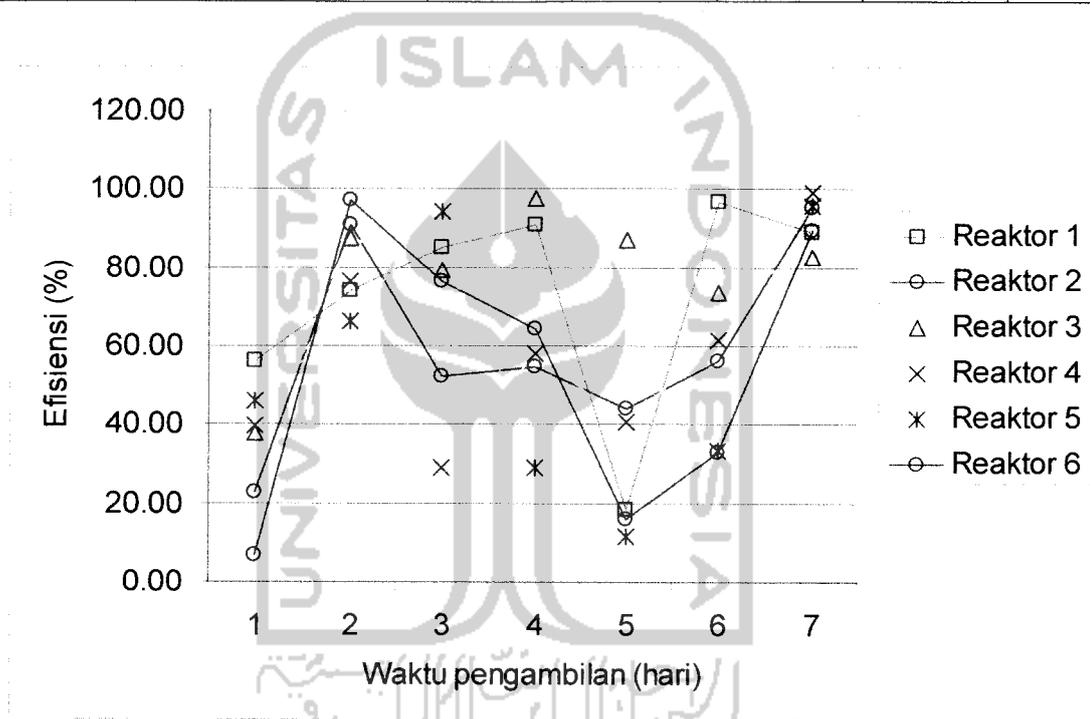
Hari ke	Inlet	Outlet	Efisiensi (%)
1	55.73	53.80	3.47
2	55.73	1.67	97.01
3	55.73	13.73	75.36
4	55.73	20.73	62.80
5	55.73	48.47	13.04
6	55.73	38.73	30.50
7	55.73	6.13	89.00
Rata-rata	55.73	26.18	53.02



Gambar 4.27 Efisiensi removal TSS pada reaktor 6

Tabel 4.28 Efisiensi removal TSS pada masing-masing reaktor

Hari ke	Inlet	Reaktor 1	Reaktor 2	Reaktor 3	Reaktor 4	Reaktor 5	Reaktor 6
1	55.73	56.29	22.72	37.56	39.91	45.91	6.92
2	55.73	73.93	90.77	87.68	76.36	66.44	97.12
3	55.73	85.24	52.25	79.55	28.84	94.35	76.24
4	55.73	91.00	54.90	97.85	58.02	29.07	64.13
5	55.73	18.57	43.83	87.20	40.48	11.53	16.15
6	55.73	96.54	56.06	73.56	61.25	33.56	32.99
7	55.73	89.27	95.27	82.54	99.42	95.73	89.39
Rata-rata	55.73	72.98	59.40	77.99	57.75	53.80	54.70



Gambar 4.28 Efisiensi removal konsentrasi TSS pada masing-masing reaktor

Keterangan :

Reaktor 1 = Tanpa penambahan Bionic (kontrol)

Reaktor 2 = Dosis 5 gram

Reaktor 3 = Dosis 15 gram

Reaktor 4 = Dosis 25 gram

Reaktor 5 = Dosis 35 gram

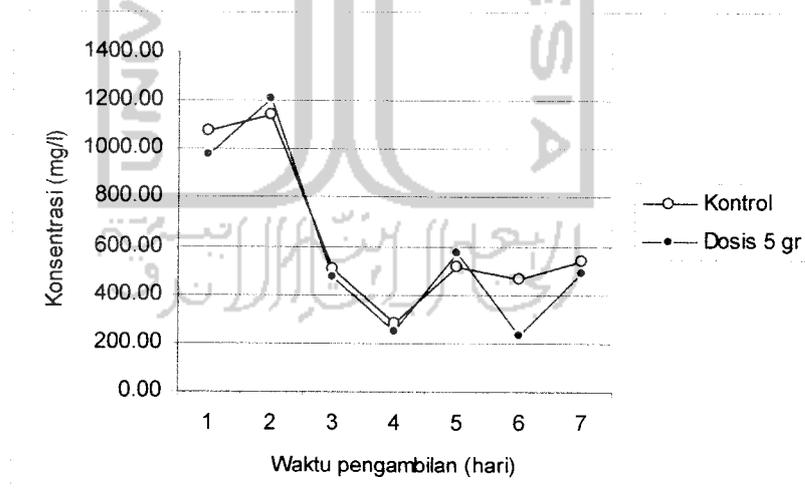
Reaktor 6 = Dosis 45 gram

4.2. Pembahasan

Dari hasil penelitian yang dilakukan selama 1 minggu dengan menggunakan reaktor tangki septik dengan sistem batch untuk menurunkan konsentrasi COD dan TSS, dimana pengambilan sampel dilakukan setiap hari serta setiap reaktor menggunakan dosis yang berbeda. Dari hasil penelitian seperti yang terdapat pada tabel 4.1 sampai tabel 4.28 yang selanjutnya dilakukan uji statistik menggunakan excel. Dari tabel hasil yang ada masih terjadi fluktuasi konsentrasi baik itu COD maupun TSS, demikian pula dengan efisiensi penurunan COD dan TSS.

Untuk selanjutnya akan dibahas mengenai kenaikan dan penurunan konsentrasi masing - masing parameter yaitu sebagai berikut.

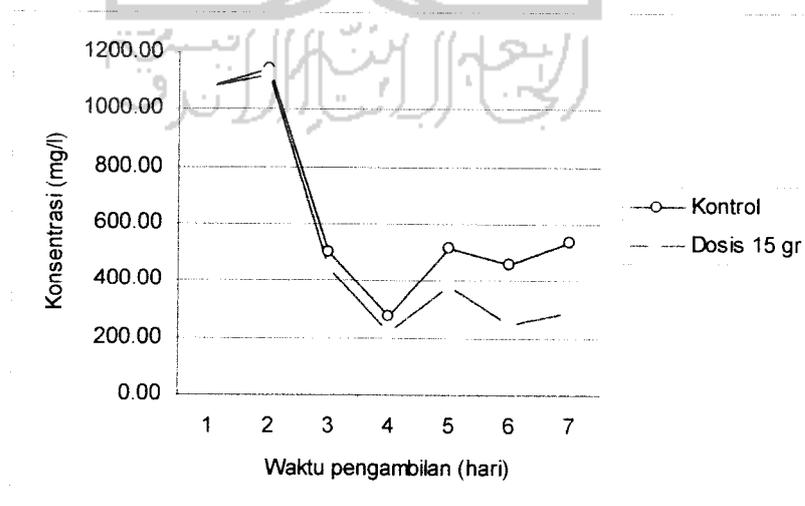
4.2.1 COD (Chemical Oxygen Demand)



Gambar 4.29 Penurunan COD pada reaktor 1 dan 2

Jika dilihat pada grafik data fase lag (lambat) terletak pada hari ke 1 dan 2, fase logaritma terletak pada hari ke 3, 4, 5, pada hari ke 5 terletak fase stasionery, fase death terletak pada hari ke 7.

Pada dosis 5 gram, di hari ke 2 nilai konsentrasi COD sangat tinggi yaitu 1205.098 mg/l diakibatkan oleh faktor limbah yang nilai konsentrasinya juga tinggi dan bakteri dari Bionic yang mengalami fase lag yang tidak mengalami penambahan populasi bakteri. Pada hari ke 3, 4, 5, nilai konsentrasi COD mengalami penurunan yaitu 471,379 mg/l, 249,076 mg/l, 572,102 mg/l, yang diakibatkan oleh bakteri dari Bionic yang mampu membelah diri dan meningkatkan populasi bakteri (logaritma fase) sehingga bahan organik dalam limbah semakin berkurang, dan pada hari ke 5 mengalami fase stasionery dimana terjadi penumpukan racun oleh metabolisme bakteri dan mulai habisnya nutrisi. Pada hari ke 7, nilai konsentrasi COD naik kembali yaitu 492,236 mg/l yang diakibatkan bakteri mengalami fase kematian (fase death) akibat penumpukan racun dari metabolisme sel dan habisnya nutrisi yang menyebabkan penurunan jumlah bakteri. Pada variasi dosis ini antara grafik data dan grafik pertumbuhan bakteri mempunyai pola yang sama atau pola yang sesuai urutan pertumbuhan bakteri.



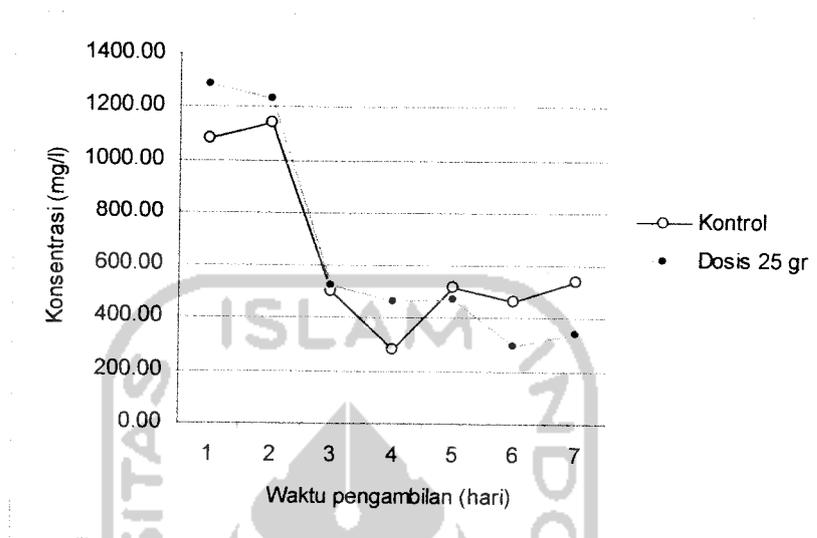
Gambar 4.30 Penurunan COD pada reaktor 1 dan 3

Jika dilihat pada grafik data, fase lag terletak pada hari ke 1 dan ke 2, fase logaritma terletak pada hari ke 3 dan 4, fase stasionary terletak pada hari ke 5, dan pada hari ke 6 dan ke 7 mengalami fase logaritma kembali.

Pada dosis 15 gram, nilai konsentrasi COD yang menggunakan Bionic ternyata mengalami penurunan konsentrasi pada variasi ini daripada variasi sebelumnya. Ini diakibatkan oleh factor limbah yang konsentrasi awal COD-nya sudah sedikit baik. pada hari ke 1 konsentrasi COD yaitu 1082,838 mg/l sedangkan pada hari ke 2 konsentrasi COD mengalami kenaikan yaitu 1124,043 mg/l, ini diakibatkan oleh bakteri yang mengalami fase lag dimana bakteri belum mengalami pertumbuhan, sehingga jumlah bahan organik semakin bertambah. pada hari ke 3 dan ke 4 konsentrasi COD mulai mengalami penurunan drastis yaitu 441,365 mg/l dan 217,537 mg/l, ini bisa disebabkan oleh bakteri dari Bionic mengalami suatu fase pertumbuhan dimana bakteri dapat membelah diri sehingga menambah jumlah koloninya, dan bahan organik yang ada pada limbah tersebut akan cepat habis sehingga kandungan COD akan turun.

Pada hari ke 5 konsentrasi COD mengalami kenaikan yaitu 377,778 mg/l, hal ini dimungkinkan oleh sebagian bakteri yang mulai mati, sedangkan kandungan bahan organik belum habis sehingga bakteri yang mati itu akan menjadi bahan organik dan bakteri yang lain tetap berkembang biak, sehingga antara bahan organik dan bakteri tidak mengalami keseimbangan jumlah. Pada hari ke 6 dan ke 7, konsentrasi COD mengalami penurunan kembali yaitu 246,533 mg/l dan 289,772 mg/l, ini disebabkan oleh bakteri mengalami fase pertumbuhan kembali, sehingga dengan semakin banyak bakteri maka bahan organik akan cepat habis. Pada variasi

dosis ini antara grafik data dan grafik pertumbuhan bakteri mempunyai pola yang sama atau pola yang sesuai urutan pertumbuhan bakteri.



Gambar 4.31 Penurunan COD pada reaktor 1 dan 4

Jika dilihat pada grafik data, fase lag terletak pada hari ke 1 dan ke 2, fase logaritma terletak pada hari ke 3, 4, 6 dan 7, fase stasionary terletak pada hari ke 5.

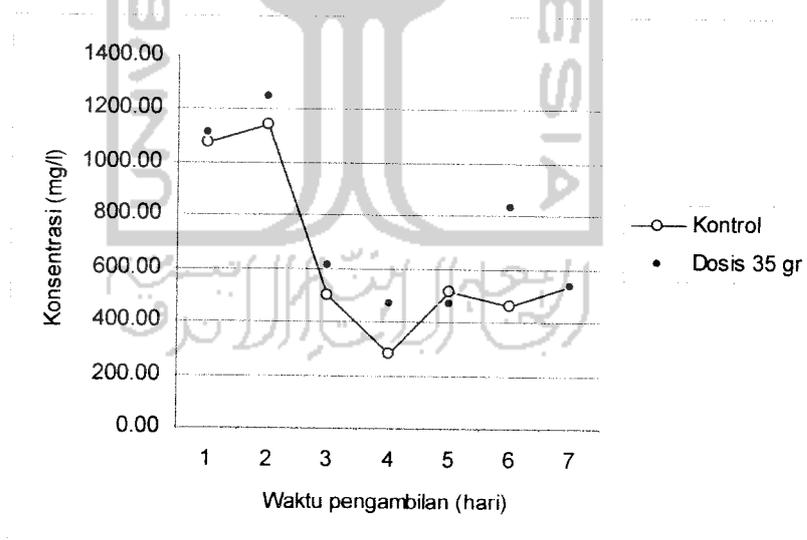
Pada variasi dosis 25 gram didapatkan konsentrasi COD hari ke 1 yaitu 1282,758 mg/l kemudian di hari ke 2 konsentrasi COD mengalami penurunan yaitu 1229,853 mg/l, kenaikan ini dapat disebabkan bakteri dari Bionic mengalami fase lambat, bakteri dalam tahap adaptasi sehingga populasi bakteri belum bertambah.

Pada hari ke 3 dan ke 4 konsentrasi COD mengalami penurunan drastis yaitu 521,740 mg/l dan 460,696 mg/l, ini disebabkan oleh bakteri Bionic mengalami fase pertumbuhan (fase logaritma) dimana bakteri mampu membelah diri sehingga menambah populasi bakteri tersebut, sehingga bahan - bahan organik pada limbah sebagai nutrisi untuk bakteri dapat berkurang akibat jumlah bakteri yang banyak.

Pada hari ke 5 konsentrasi COD mengalami kenaikan yaitu 470,361 mg/l, hal ini disebabkan oleh bakteri yang mengalami fase stasionery dimana sebagian bakteri mengalami kematian karena penumpukan racun dari metabolisme sel sedangkan bahan organic belum habis, akibat kematian bakteri maka limbah organic semakin bertambah karena bakteri yang mati akan berubah menjadi limbah organic.

Pada hari ke 6, konsentrasi COD mengalami penurunan yaitu 296,386 mg/l, hal ini biasa disebabkan oleh bakteri yang masih membelah diri sehingga menambah jumlah populasi bakteri dalam limbah tersebut, jadi bahan-bahan organic pada limbah tersebut akan habis.

Jika dibandingkan antara grafik data dengan grafik pertumbuhan ternyata tidak memiliki persamaan pola dikarenakan pada grafik data tidak ada fase death.



Gambar 4.32 Penurunan COD pada reaktor 1 dan 5

Jika dilihat pada grafik data, fase lag terletak pada hari ke 1 dan ke 2, fase logaritma terletak pada hari ke 3 dan ke 6, fase stasionary terletak pada hari ke 4 dan 5, dan fase death terletak pada hari ke 7.

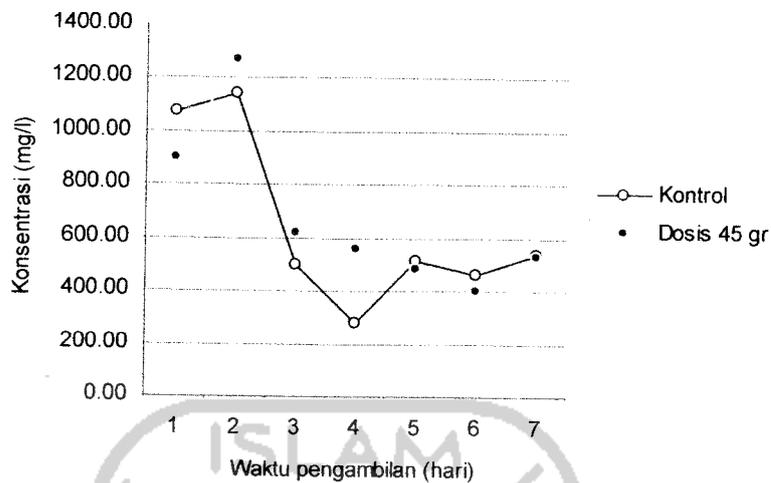
Pada variasi dosis ke 35 di hari ke 1 konsentrasi COD yaitu 1109,799 mg/l, sedangkan di hari ke 2 konsentrasi COD mengalami kenaikan yaitu 1248,675 mg/l, hal ini disebabkan oleh bakteri yang belum mengalami pertumbuhan sehingga kandungan bahan organik semakin naik.

Pada hari ke 3 konsentrasi COD mengalami penurunan yaitu 613,307 mg/l, disebabkan oleh bakteri dari Bionic mengalami fase pertumbuhan sehingga bakteri pada limbah tersebut semakin banyak, maka jumlah bahan organik pada limbah tersebut mengalami penurunan.

Pada hari ke 5 dan ke 6 , konsentrasi COD mengalami kenaikan yaitu 469,344 mg/l dan 834,083 mg/l, diakibatkan oleh jumlah bahan organik yang lebih banyak daripada bakteri karena sebagian bakteri mengalami kematian sehingga bakteri yang mati tersebut akan menjadi bahan organik, tetapi sebagian bakteri tetap mengalami pertumbuhan.

Pada hari ke 7 konsentrasi COD mengalami penurunan kembali yaitu 534,458 mg/l , bakteri yang masih hidup dari fase stasionery tadi mampu membelah diri sehingga menambah jumlah populasi bakteri dan bahan organik yang terus bertambah akan habis akibat populasi bakteri yang semakin besar.

Jika dibandingkan antara grafik data dengan grafik pertumbuhan ternyata tidak memiliki persamaan pola dikarenakan pada grafik data tidak ada fase death.



Gambar 4.33 Penurunan COD pada reaktor 1 dan 6

Jika dilihat pada grafik data, fase lag terletak pada hari ke 1 dan ke 2, fase logaritma terletak pada hari ke 3, 4, 5 dan 6, fase stasionary terjadi pada hari ke 7.

Pada variasi dosis 45 gram didapatkan konsentrasi COD hari ke 1 yaitu 900,214 mg/l kemudian di hari ke 2 konsentrasi COD mengalami kenaikan yaitu 1274,618 mg/l, kenaikan ini dapat disebabkan bakteri dari Bionic mengalami fase lambat, bakteri dalam tahap adaptasi sehingga populasi bakteri belum bertambah.

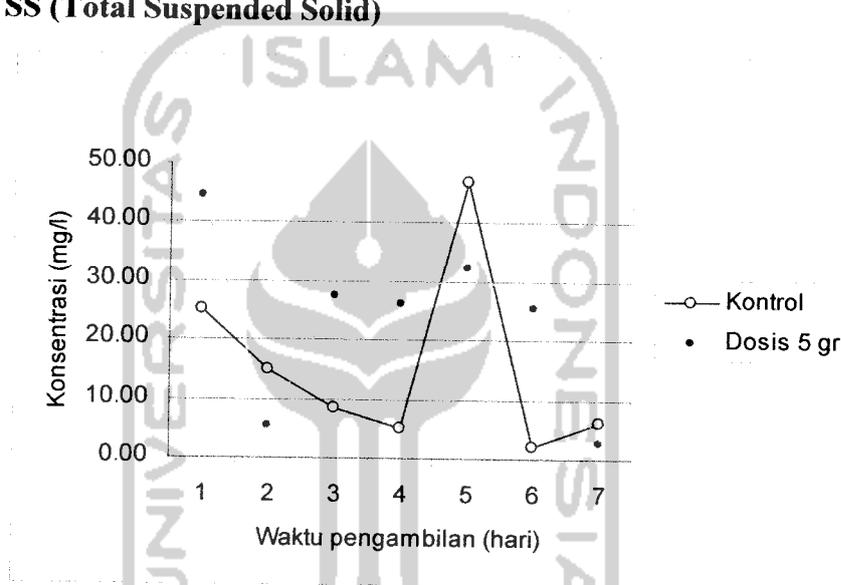
Pada hari ke 3, 4, 5 dan ke 6 konsentrasi COD mengalami penurunan yaitu 623,989 mg/l, 559,893 mg/l, 485,114 mg/l dan 399,143 mg/l, ini disebabkan oleh bakteri Bionic mengalami fase pertumbuhan (fase logaritma) dimana bakteri mampu membelah diri sehingga menambah populasi bakteri tersebut, sehingga bahan - bahan organic pada limbah sebagai nutrisi untuk bakteri dapat berkurang akibat jumlah bakteri yang banyak.

Pada hari ke 7 konsentrasi COD mengalami kenaikan yaitu 530,388 mg/l, hal ini disebabkan oleh bakteri yang mengalami fase stasionery dimana sebagian bakteri

mengalami kematian karena penumpukan racun dari metabolisme sel sedangkan bahan organik belum habis, akibat kematian bakteri maka limbah organik semakin bertambah karena bakteri yang mati akan berubah menjadi limbah organik.

Jika dibandingkan antara grafik data dengan grafik pertumbuhan ternyata tidak memiliki persamaan pola dikarenakan pada grafik data tidak ada fase death.

4.2.2 TSS (Total Suspended Solid)



Gambar 4.34 Penurunan TSS pada reaktor 1 dan 2

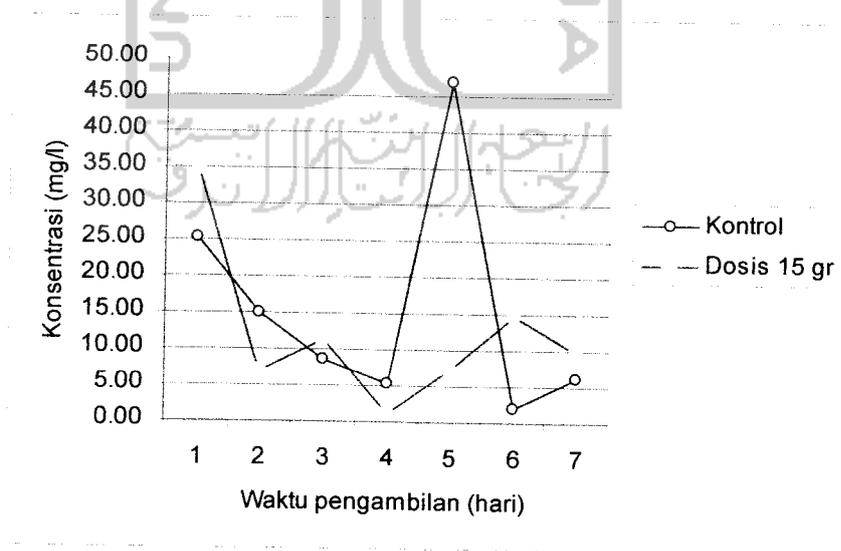
Jika dilihat pada grafik data, fase lag terletak pada hari ke 1 dan 2, fase logaritma terletak pada hari ke 3 dan ke 4, fase stasionary pada hari ke 5 dan fase death terletak pada hari ke 6 dan ke 7.

Pada variasi dosis 5 gr diketahui pada hari ke 1 konsentrasi TSS yaitu 45 mg dan pada hari ke 3 dan ke 4 mengalami kenaikan yaitu 27 mg, dan 26 mg, ini bisa disebabkan oleh bakteri yang mengalami fase lag, dimana bakteri belum mampu beradaptasi dan dalam tahap siap membelah diri sehingga padatan tersuspensi pada limbah semakin banyak. Pada hari ke 5 mikroorganisme Bionic mengalami proses

stagnan atau kelebihan makanan sehingga mikroorganisme tidak melakukan aktifitasnya untuk menguraikan bahan organik, bakteri mengalami fase stationary dimana bakteri mulai mati dan mengurangi populasi bakteri tersebut, oleh karena itu padatan - padatan yang tersuspensi akan cepat berkurang. Pada hari ke 6 dan ke 7 konsentrasi TSS mengalami penurunan berturut - turut yaitu 25 mg dan 3 mg, bakteri mengalami fase kematian atau fase death dimana bakteri mengalami kematian akibat penumpukan racun dari metabolisme sel dan habisnya nutrisi sebagai makanan dari bakteri.

Sebelum adanya fase death, bakteri mengalami fase stasionery, dimana bakteri ada yang mati akibata penumpukan racun tadi dan mulai berkurangnya nutrisi, pada fase ini bakteri masih bias membelah diri.

Jika dibandingkan antara grafk data dan grafik pertumbuhan bakteri ternyata memiliki pola pertumbuhan yang sama.



Gambar 4.35 Penurunan TSS pada reaktor 1 dan 3

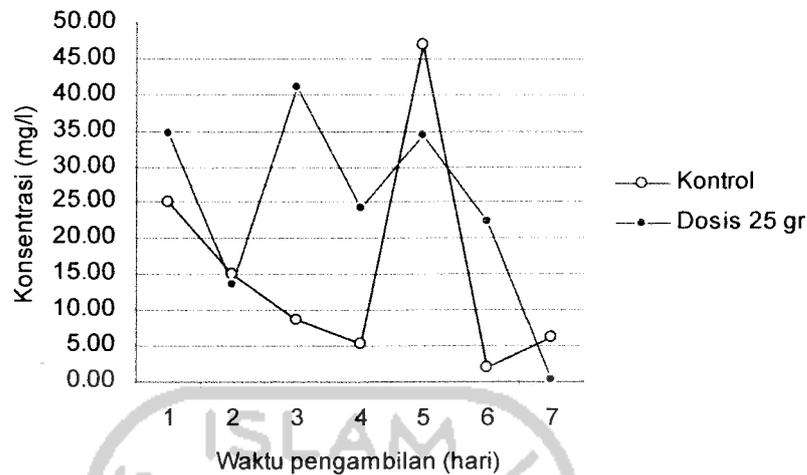
Jika dilihat pada grafik data, fase lag terletak pada hari ke 1, fase logaritma terletak pada hari ke 2, 4, dan 6, fase stasionary terletak pada hari ke 3 dan ke 6, fase death terletak pada hari ke 7.

Pada variasi dosis 15 gram, konsentrasi TSS sangat fluktuatif, pada hari ke 1 konsentrasi TSS yaitu 35 mg, pada hari ke 2 dan 4 konsentrasi TSS mengalami penurunan yang sangat signifikan yaitu 7 mg dan 2 mg, pada saat ini bakteri langsung dapat beradaptasi dengan lingkungan, sehingga bakteri dapat langsung membelah diri (fase logaritma) dan padatan - padatan tersuspensi cepat berkurang.

Pada hari ke 3 konsentrasi TSS mengalami kenaikan yaitu 12 mg, bakteri mengalami fase stasionary, dimana sebagian bakteri mengalami kematian akibat penumpukan racun dari metabolisme sel dan mulai habisnya nutrisi tetapi sebagian bakteri masih berkembang biak, dan masih banyak factor - factor lain yang dapat mempengaruhi peningkatan konsentrasi TSS ini.

Pada hari ke 6 dan ke 7, konsentrasi TSS mengalami kenaikan yaitu 233 mg dan 260 mg, bakteri mengalami fase death, sehingga dengan kematian bakteri maka padatan padatan akan semakin meningkat.

Jika dibandingkan antara grafik data dengan grafik pertumbuhan ternyata tidak memiliki pola yang sama, karena data yang sangat fluktuatif.



Gambar 4.36 Penurunan TSS pada reaktor 1 dan 4

Jika dilihat pada grafik, fase lag terletak pada hari ke 1, 2, dan 3, fase logaritma terletak pada hari ke 4 dan ke 6, fase stasionary terletak pada fase 5, fase death terletak pada hari ke 7.

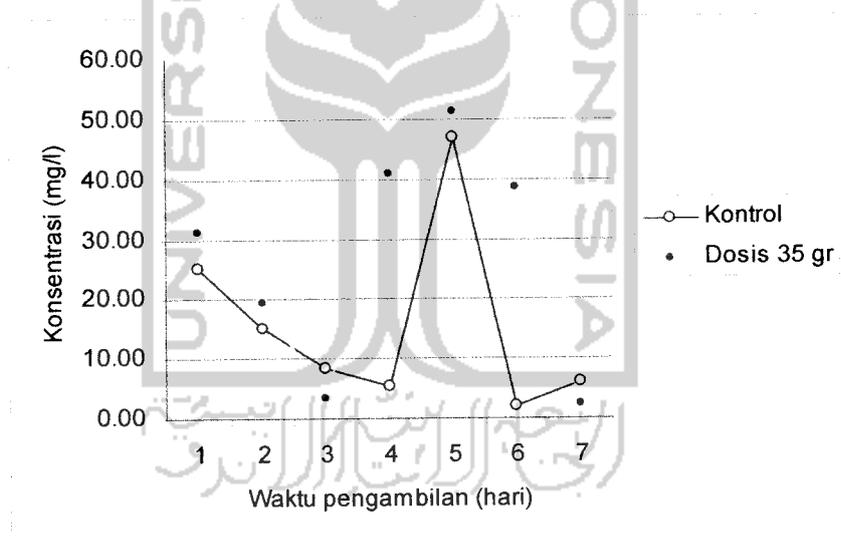
Pada variasi dosis 25 gram, konsentrasi TSS sangat fluktuatif yaitu pada hari ke 1 : 35 mg, hari ke 2: 14 mg, hari ke 3: 41 mg, hari ke 4: 24 mg, hari ke 5: 34 mg, hari ke 6: 22 mg, dan hari ke 7: 0.5 mg. Pada hari 1 hingga hari ke 3 konsentrasi TSS mengalami kenaikan yang diakibatkan oleh bakteri yang mengalami fase lag atau fase lambat, dimana bakteri dalam tahap siap membelah diri sehingga belum ada penambahan populasi bakteri.

Pada hari ke 4 konsentrasi TSS mengalami penurunan yang disebabkan oleh bakteri mengalami fase logaritma atau fase pertumbuhan dimana bakteri dapat berkembang biak sehingga padatan akan berkurang karena bakteri berperan penting dalam mengurangi padatan dalam limbah.

Pada hari ke 5 konsentrasi TSS mengalami kenaikan yang bisa disebabkan oleh bakteri yang mengalami fase stasionery, pada hari ke 7 konsentrasi TSS mengalami penurunan yang sangat signifikan yang disebabkan oleh bakteri yang tersisa dari fase stasionery mengalami pertumbuhan sehingga jumlah populasi bakteri semakin meningkat maka padatan tersuspensi akan cepat berkurang.

Pada hari ke 7, bakteri mengalami fase death atau fase kematian sehingga bakteri yang mati akan semakin meningkatkan konsentrasi TSS.

Jika dibandingkan antara grafik data dan grafik pertumbuhan ternyata memiliki pola yang berbeda, karena data yang sangat fluktuatif.



Gambar 4.37 Penurunan TSS pada reaktor 1 dan 5

Jika dilihat pada grafik data, fase lag terletak pada hari ke 1, 2 dan ke 3, fase logaritma terletak pada hari ke 4, fase stasionary terletak pada hari ke 5, fase death terletak pada hari ke 6 dan 7.

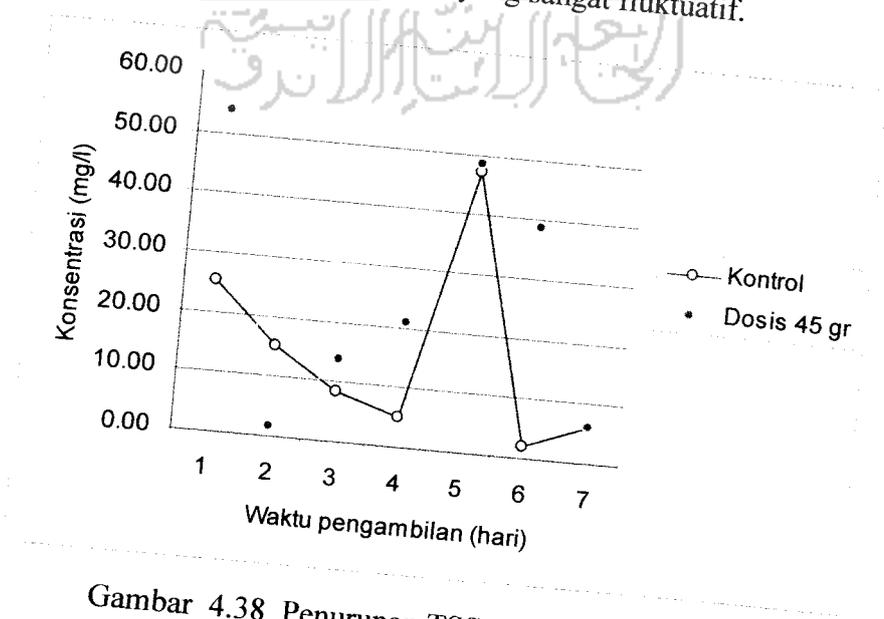
Pada variasi dosis 35 gram didapat konsentrasi TSS yaitu hari ke 1 : 31 mg, hari ke 2 : 19 mg, hari ke 3 : 4 mg, hari ke 4 : 41 mg, hari ke 5 : 51 mg, hari ke 6 : 38

mg, hari ke 7 : 3 mg. Pada hari ke 1 hingga ke 3 konsentrasi TSS mengalami penurunan berturut turut, pada kondisi ini bakteri lebih cepat beradaptasi dengan lingkungannya sehingga bakteri lebih cepat membelah diri sehingga menambah jumlah populasinya, maka konsentrasi TSS akan cepat turun.

Pada hari ke 4 konsentrasi TSS mengalami kenaikan yang signifikan, hal ini disebabkan oleh bakteri yang mengalami fase stasionery dimana sebagian bakteri mengalami kematian, sehingga meningkatkan jumlah padatan yang tersuspensi. pada hari ke 5 konsentrasi TSS mengalami penurunan, diakibatkan oleh bakteri yang tersisa dari fase stasionery mampu membelah diri sehingga menambah jumlah populasi, sehingga padatan yang tersuspensi cepat berkurang.

Pada hari ke 6 dan ke 7, konsentrasi TSS mengalami penurunan, karena bakteri mengalami fase death atau fase kematian yang diakibatkan oleh penumpukan racun dari metabolisme sel, dan habisnya nutrisi untuk bakteri.

Jika dibandingkan antara grafik data dan grafik pertumbuhan ternyata memiliki pola yang berbeda, karena data yang sangat fluktuatif.



Gambar 4.38 Penurunan TSS pada reaktor 1 dan 6

Jika dilihat pada data grafik, fase lag terletak pada hari ke 1 dan 2, fase logaritma terletak pada hari ke 3, dan 4, fase stasionary terletak pada hari ke 5, fase death terletak pada hari ke 6 dan ke 7.

Pada variasi dosis 45 gram, didapatkan konsentrasi TSS yaitu pada hari ke 1 : 53 mg, hari ke 2 : 2 mg, hari ke 3 : 14 mg, hari ke 4 : 20 mg, hari ke 5 : 48 mg, hari ke 6 : 39 mg, hari ke 7 : 6 mg. Pada hari ke 1 dan ke 2 konsentrasi TSS mengalami kenaikan yang disebabkan bakteri yang mengalami fase lag atau fase lambat dimana populasi bakteri belum bertambah, dan bakteri baru dalam tahap siap membelah diri.

Pada hari ke 5 konsentrasi TSS mengalami kenaikan, pada kondisi ini bakteri mengalami fase stasionery dimana sebagian bakteri yang mati akan meningkatkan padatan tersuspensi.

Pada hari ke 6 dan ke 7 konsentrasi TSS mengalami penurunan, diakibatkan oleh bakteri yang mengalami fase logaritma atau fase pertumbuhan, bakteri mampu membelah diri dan menambah jumlah populasi bakteri, maka dari itu padatan tersuspensi akan cepat berkurang.

Jika dibandingkan antara grafik data dan grafik pertumbuhan ternyata memiliki pola yang berbeda, karena data yang sangat fluktuatif.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari pengujian pada limbah cair septic tank yang berasal dari kampus UPN Veteran Yogyakarta dengan penambahan bahan additive mikroorganisme Bionic selama 1 minggu dengan variasi dosis 5 gr, 15 gr, 25 gr, 35 gr dan 45 gr dapat disimpulkan sebagai berikut :

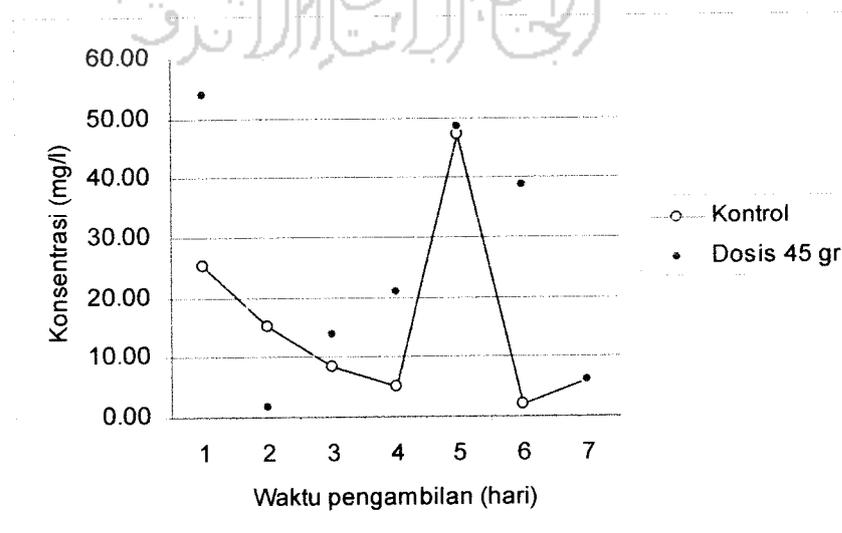
1. Kenaikan efisiensi TSS tertinggi terjadi pada reaktor 3 dengan dosis 15 gr per 50 liter, dengan nilai efisiensi TSS rata - rata sebesar 78 %, kenaikan konsentrasi tertinggi terjadi pada reaktor 5 dengan dosis 35 gr per 50 liter dengan nilai efisiensi 54 %.
2. Penurunan efisiensi COD terjadi pada reaktor 3 dengan dosis 15 gr per 50 liter, dengan nilai efisiensi 58 %. Sedangkan penurunan tertinggi terjadi pada reaktor 5 dengan dosis 35 gr per 50 liter dengan nilai efisiensi rata - rata yaitu 42 %.
3. Bionic efektif untuk menurunkan konsentrasi COD dan TSS pada penggunaan dosis 15 gram untuk skala laboratorium, sehingga hipotesa bahwa semakin banyak dosis akan semakin efektif tidak terbukti.

mg, hari ke 7 : 3 mg. Pada hari ke 1 hingga ke 3 konsentrasi TSS mengalami penurunan berturut turut, pada kondisi ini bakteri lebih cepat beradaptasi dengan lingkungannya sehingga bakteri lebih cepat membelah diri sehingga menambah jumlah populasinya, maka konsentrasi TSS akan cepat turun.

Pada hari ke 4 konsentrasi TSS mengalami kenaikan yang signifikan, hal ini disebabkan oleh bakteri yang mengalami fase stasionery dimana sebagian bakteri mengalami kematian, sehingga meningkatkan jumlah padatan yang tersuspensi. pada hari ke 5 konsentrasi TSS mengalami penurunan, diakibatkan oleh bakteri yang tersisa dari fase stasionery mampu membelah diri sehingga menambah jumlah populasi, sehingga padatan yang tersuspensi cepat berkurang.

Pada hari ke 6 dan ke 7, konsentrasi TSS mengalami penurunan, karena bakteri mengalami fase death atau fase kematian yang diakibatkan oleh penumpukan racun dari metabolisme sel, dan habisnya nutrisi untuk bakteri.

Jika dibandingkan antara grafik data dan grafik pertumbuhan ternyata memiliki pola yang berbeda, karena data yang sangat fluktuatif.



Gambar 4.38 Penurunan TSS pada reaktor 1 dan 6

Jika dilihat pada data grafik, fase lag terletak pada hari ke 1 dan 2, fase logaritma terletak pada hari ke 3, dan 4, fase stasionary terletak pada hari ke 5, fase death terletak pada hari ke 6 dan ke 7.

Pada variasi dosis 45 gram, didapatkan konsentrasi TSS yaitu pada hari ke 1 : 53 mg, hari ke 2 : 2 mg, hari ke 3 : 14 mg, hari ke 4 : 20 mg, hari ke 5 : 48 mg, hari ke 6 : 39 mg, hari ke 7 : 6 mg. Pada hari ke 1 dan ke 2 konsentrasi TSS mengalami kenaikan yang disebabkan bakteri yang mengalami fase lag atau fase lambat dimana populasi bakteri belum bertambah, dan bakteri baru dalam tahap siap membelah diri.

Pada hari ke 5 konsentrasi TSS mengalami kenaikan, pada kondisi ini bakteri mengalami fase stasionery dimana sebagian bakteri yang mati akan meningkatkan padatan tersuspensi.

Pada hari ke 6 dan ke 7 konsentrasi TSS mengalami penurunan, diakibatkan oleh bakteri yang mengalami fase logaritma atau fase pertumbuhan, bakteri mampu membelah diri dan menambah jumlah populasi bakteri, maka dari itu padatan tersuspensi akan cepat berkurang.

Jika dibandingkan antara grafik data dan grafik pertumbuhan ternyata memiliki pola yang berbeda, karena data yang sangat fluktuatif.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

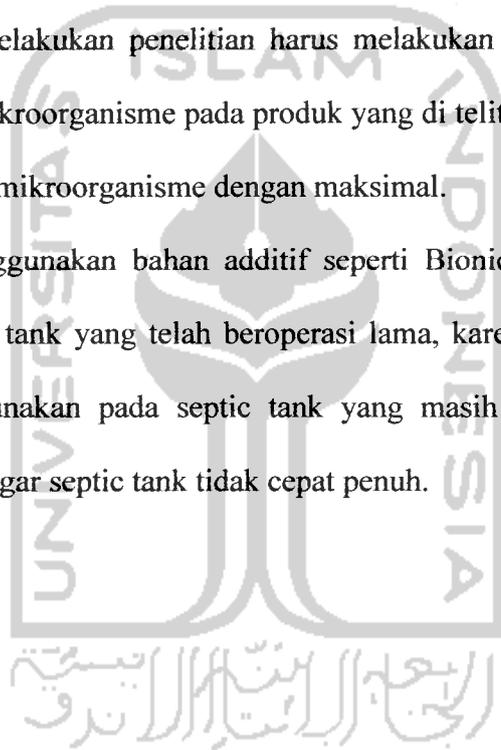
5.1 Kesimpulan

Dari pengujian pada limbah cair septic tank yang berasal dari kampus UPN Veteran Yogyakarta dengan penambahan bahan additive mikroorganisme Bionic selama 1 minggu dengan variasi dosis 5 gr, 15 gr, 25 gr, 35 gr dan 45 gr dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kenaikan efisiensi TSS tertinggi terjadi pada reaktor 3 dengan dosis 15 gr per 50 liter, dengan nilai efisiensi TSS rata - rata sebesar 78 %, kenaikan konsentrasi tertinggi terjadi pada reaktor 5 dengan dosis 35 gr per 50 liter dengan nilai efisiensi 54 %.
2. Penurunan efisiensi COD terjadi pada reaktor 3 dengan dosis 15 gr per 50 liter, dengan nilai efisiensi 58 %. Sedangkan penurunan tertinggi terjadi pada reaktor 5 dengan dosis 35 gr per 50 liter dengan nilai efisiensi rata - rata yaitu 42 %.
3. Bionic efektif untuk menurunkan konsentrasi COD dan TSS pada penggunaan dosis 15 gram untuk skala laboratorium, sehingga hipotesa bahwa semakin banyak dosis akan semakin efektif tidak terbukti.

5.2 Saran

1. Dalam melakukan sampling perlu dipertimbangkan teknik pengambilan sampling.
2. Perlu dilakukan pemeriksaan terlebih dahulu terhadap reaktor sebelum melakukan penelitian untuk memastikan reaktor telah dalam kondisi yang anaerobik.
3. Sebelum melakukan penelitian harus melakukan penelitian tentang ada atau tidaknya mikroorganisme pada produk yang di teliti, sehingga dapat melakukan pembiakan mikroorganisme dengan maksimal.
4. Tidak menggunakan bahan additif seperti Bionic, dan lainnya yang sejenis pada septic tank yang telah beroperasi lama, karena bahan-bahan aditif lebih efektif digunakan pada septic tank yang masih baru sebagai bahan untuk perawatan agar septic tank tidak cepat penuh.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2004, *Selamat datang di Biogen-Online*, www.BB-Biogen.com
- Azwar, Azrul, 1995, *Pengantar Kesehatan Lingkungan*, Mutiara Sumber Widya, Jakarta.
- C. Kinsley, A Crolla, D Joy, *Impact of Water Softeners on Septic Tank. Field Evaluation Study*, Jurnal – www.acepu.ca
- Feahem, R.G, 1983, *Sanitation and Disease: Aspects Of Excreta And Wastewater Management*, New York: Jhon Willey & Sons.
- G Alaerts dan Sri Sumestri; 1987, *Metode Penelitian Air*, Usaha Nasional, Surabaya, Indonesia.
- Haryoto Kusnoputranto, 1997, *Air Limbah dan Ekskreta Manusia, Aspek Kesehatan Masyarakat dan Pengelolaannya*, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi.
- Ir. Giok, Tan Tjeng, 1983, *Rencana Septic Tank*, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Ir. Mufid, Achmad SE, 1989, *Pengelolaan Air Limbah Domestik Dengan Sistem Septic Tank*, Karunia, Surabaya.
- Joseph A Salvato JR, 1955, *Enviromental Engineering and Sanitation*, Wiley, Interscience. New York. London.
- Kusnoputranto, Haryoto, 1984, *Air Limbah dan Ekskreta Manusia*, FKM-UI, Jakarta.
- Metcalf, Eddy, 2003, *Waste Water Engineering : Treatment And Reuse, Fourth Edition*, Mc. Graw-Hill Book Company. Inc.
- Soeparman, H.M dan Suparmin, 2001, *Pembuangan Tinja dan Limbah Cair*. EGC, Jakarta.
- SNI Kualitas Air, 1991, Departemen Pekerjaan Umum.
- Wagner, EG & JN Lanoix, 1958, *Excreta Disposal for Rural Areas and Small Communities*, Geneva, WHO.

STANDAR

2

SK SNI M-03-1990-F



METODE PENGUJIAN
KUALITAS FISIKA AIR

الجامعة الإسلامية
الابن سينا



DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM

DAFTAR RUJUKAN

1. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1985 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 16th Edition, APHA, Washington D.C.
2. Depatemen Pekerjaan Umum, 1989 Metode Pengambilan Contoh Uji Kualitas Air. Nomor SK SNI M-02-1989-F, Yayasan LPMB, Bandung.



" Hak Cipta dilindungi Undang-Undang "

DAFTAR ISI

	halaman	
I	DESKRIPSI	1
1.1	Maksud dan Tujuan	1
1.1.1	Maksud	1
1.1.2	Tujuan	1
1.2	Ruang Lingkup	1
1.3	Pengertian	1
II	PERSYARATAN PENGUJIAN KUALITAS FISIKA AIR	3
2.1	Bahan	3
2.1.1	Air Keperluan Laboratorium	3
2.1.2	Bahan Kimia untuk Pereaksi	3
2.2	Peralatan Analisis	3
2.2.1	Instrumen Analisis	3
2.2.2	Alat Timbangan	3
2.2.3	Alat Gelas	3
2.3	Pola Kerja	4
2.4	Waktu Pemeriksaan	4
2.5	Petugas	4
III	CARA PENGUJIAN SIFAT FISIKA AIR	5
3.1	Suhu	5
3.1.1	Prinsip Kerja	5
3.1.2	Peralatan	5
3.1.3	Cara Kerja	5
3.2	Warna	6
3.2.1	Prinsip Kerja	6
3.2.2	Bahan	6

3.2.3	Peralatan	6
3.2.4	Cara Kerja	7
3.2.5	Perhitungan	8
3.3	Kekeruhan	8
3.3.1	Kekeruhan Metode Nephelometri	8
3.3.2	Metode Helligometri	10
3.4	Kejernihan	10
3.4.1	Prinsip Kerja	10
3.4.2	Peralatan	10
3.4.3	Cara Kerja	11
3.4.4	Perhitungan	11
3.5	Residu Total	11
3.5.1	Prinsip Kerja	11
3.5.2	Gangguan	11
3.5.3	Peralatan	12
3.5.4	Cara Kerja	12
3.5.5	Perhitungan	13
3.6	Residu Tersuspensi	13
3.6.1	Prinsip Kerja	13
3.6.2	Gangguan	13
3.6.3	Peralatan	13
3.6.4	Cara Kerja	14
3.6.5	Perhitungan	15
3.7	Residu Terlarut	15
3.7.1	Prinsip Kerja	15
3.7.2	Gangguan	15
3.7.3	Peralatan	15
3.7.4	Cara Kerja	16
3.7.5	Perhitungan	17
3.8	Residu Terurai dan Residu Terikat	17
3.8.1	Prinsip Kerja	17
3.8.2	Gangguan	17
3.8.3	Peralatan	17
3.8.4	Cara Kerja	17
3.8.5	Perhitungan	18

3.9	Residu Mengendap	19
3.9.1	Prinsip Kerja	19
3.9.2	Gangguan	19
3.9.3	Peralatan	19
3.9.4	Cara Kerja	20
3.9.5	Perhitungan	20
3.10	Derajat Keasaman (pH)	21
3.10.1	Prinsip Kerja	21
3.10.2	Bahan	21
3.10.3	Peralatan	21
3.10.4	Cara Kerja	21
3.10.5	Perhitungan	22
3.11	Daya Hantar Listrik (DHL)	22
3.11.1	Prinsip Kerja	22
3.11.2	Bahan	22
3.11.3	Peralatan	22
3.11.4	Cara Kerja	23
3.11.5	Perhitungan	23
3.12	Kegaraman (Salinitas)	23
3.12.1	Metode Argentometri	23
3.12.2	Metode Salinometri	24
IV	CARA PEMBUATAN LARUTAN	26
4.1	Pembuatan Larutan Untuk Pengujian Warna	26
4.1.1	Larutan Induk Skala Warna 500 mg/LPtCo	26
4.1.2	Larutan Baku Kerja dengan Skala Warna 5,10,15,20,25, 30,35,40,45,50,60 dan 70	26
4.2	Pembuatan Larutan Untuk Pengujian Kekeruhan Metode Nephelometri	26
4.2.1	Larutan Suspensi Induk Kekeruhan 400 UKN	26
4.2.2	Larutan Suspensi Baku Kekeruhan 40 UKN	27
4.2.3	Larutan Suspensi Baku Encer	27

4.3	Pembuatan Larutan Untuk Pengujian Derajat Keasaman (pH)	27
4.3.1	Larutan Buffer pH 4,004	27
4.3.2	Larutan Buffer pH 7,415	27
4.3.3	Larutan Buffer pH 9,183	27
4.4	Pembuatan Larutan Untuk Pengujian DHL	28
4.4.1	Larutan Baku KCl 0,01 M	28
4.4.2	Larutan Baku KCl 0,1 M	28
4.4.3	Larutan Baku KCl 0,5 M	28
4.5	Pembuatan Larutan Untuk Pengujian Salinitas (Kegaraman)	28
4.5.1	Larutan Baku Natrium Klorida	28
4.5.2	Larutan Perak Nitrat $\pm 0,28$ N	28
4.5.3	Indikator Kalium Kromat	28
4.5.4	Standardisasi Perak Nitrat	29



- secara merata, dan dinyatakan dalam satuan mg/L;
- 8) residu total terurai ialah bagian berat dari residu total yang terurai menjadi gas pada pemanasan dengan suhu tertentu yang dinyatakan dalam satuan mg/L;
 - 9) residu tersuspensi terurai ialah bagian berat dari residu tersuspensi yang terurai menjadi gas pada pemanasan dengan suhu tertentu yang dinyatakan dalam satuan mg/L;
 - 10) residu terikat ialah bagian berat residu total atau residu tersuspensi yang tidak terurai (tetap) setelah dipanaskan pada suhu tertentu, yang dinyatakan dalam mg/L;
 - 11) residu mengendap ialah zat padat yang dapat mengendap selama waktu tertentu, yang dinyatakan dalam mg/L atau mL/L;
 - 12) derajat keasaman (pH) ialah logaritma negatif dari aktifitas ion hidrogen dalam suatu larutan;
 - 13) Daya Hantar Listrik (DHL) ialah kemampuan dari larutan untuk menghantarkan arus listrik yang dinyatakan dalam $\mu\text{mhos/cm}$, kemampuan tersebut antara lain tergantung pada kadar zat terlarut yang mengion di dalam air, pergerakan ion, valensi dan suhu;
 - 14) salinitas/kegaraman merupakan residu terlarut dalam air, apabila semua bromida dan iodida dianggap sebagai klorida;
 - 15) klorositi ialah kadar klor dalam satuan g/L yang digunakan pada perhitungan salinitas;
 - 16) larutan induk ialah larutan baku kimia yang dibuat dengan kadar tinggi dan akan digunakan untuk membuat larutan baku dengan kadar yang lebih rendah, biasanya larutan induk dapat disimpan lama dengan waktu tertentu tanpa perubahan kadar;
 - 17) larutan baku ialah larutan yang langsung digunakan sebagai pembanding dalam pemeriksaan.

الجمهورية العربية السورية
 المعهد الوطني للمقياس والميزان

II. PERSYARATAN PENGUJIAN KUALITAS FISIKA AIR

2.1 Bahan

Bahan yang digunakan harus memenuhi mutu baku yang diperlukan untuk pengujian.

2.1.1 Air Keperluan Laboratorium

Air keperluan laboratorium ialah air suling yang mengandung Daya Hantar Listrik $<0,5-2 \mu\text{mhos/cm}$ dan disimpan ditempat yang aman serta terlindung dari kontaminasi.

2.1.2 Bahan Kimia Untuk Perekasi

Bahan kimia untuk pereaksi harus berkualitas tinggi sebagai pereaksi analisis (pa) dan tingkat pengotoran kecil.

2.2 Peralatan Analisis

2.2.1 Instrumen Analisis

Sebelum menggunakan instrumen analisis perlu memperhatikan petunjuk sebagai berikut:

- 1) instrumen analisis harus dikalibrasi sesuai dengan penentuan pengoperasian alat;
- 2) instrumen analisis yang menggunakan elektroda harus peka, bersih dan bebas dari bahan pengganggu.

2.2.2 Alat Timbangan

Alat timbangan yang digunakan terdiri dari:

- 1) neraca analitik yang mempunyai ketelitian 0,1 mg. dan secara rutin ditera ulang;
- 2) timbangan biasa yang secara rutin ditera ulang.

2.2.3 Alat Gelas

Alat gelas yang dipergunakan harus mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap pereaksi, sebaiknya terbuat dari borosilikat, misalnya Iyrex dan Jena.

2.3 Pola Kerja

Tahapan pekerjaan pemeriksaan kualitas fisika air meliputi:

- 1) persyaratan pengambilan contoh kualitas air, sesuai dengan SK SNI M - 02 - 1989 - F;
- 2) pemeriksaan di lapangan dilakukan terutama untuk parameter kualitas air yang mudah berubah dan tidak dapat diawetkan yaitu suhu, pH dan kejernihan; untuk studi khusus misalnya penyusupan air laut diperlukan pemeriksaan salinitas atau DHL di lapangan;
- 3) pemeriksaan di laboratorium dilakukan terhadap parameter yang tidak berubah atau yang diawetkan;
- 4) data lapangan telah dipersiapkan di lapangan dan hasilnya dilaporkan dalam formulir khusus untuk keperluan pengujian kualitas air di laboratorium; data laboratorium dan data lapangan dilaporkan dalam bentuk formulir khusus setelah diperiksa ketelitian dan ketepatan analisisnya sesuai dengan SK SNI M - 02 - 1989 - F, Contoh Formulir Data.

2.4 Waktu Pemeriksaan

Waktu pemeriksaan sebaiknya mengikuti ketentuan:

- 1) pemeriksaan parameter fisika air di lapangan sebaiknya dilakukan pada siang hari dalam cuaca baik;
- 2) pemeriksaan kejernihan air dilakukan siang hari, pada saat sinar matahari cukup untuk melihat keping secchi dengan jelas.

2.5 Petugas

Pelaksana pengukuran dilakukan oleh petugas yang berpengetahuan dan berpengalaman dalam pemeriksaan kualitas air.

III. CARA PENGUJIAN SIFAT FISIKA AIR

3.1 Suhu

3.1.1 Prinsip Kerja

Air raksa atau alkohol yang digunakan sebagai bahan pengisi termometer akan memuai atau menyusut sesuai dengan panas air yang diperiksa, sehingga suhu air dapat dibaca pada skala termometer dalam derajat Celsius. Pada termistor, bimetal akan memuai atau menyusut, sehingga suhu air dapat dibaca pada termistor.

3.1.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan ialah termometer gelas atau termistor.

3.1.3 Cara Kerja

Tahapan pemeriksaan suhu pada permukaan air dan pada kedalaman tertentu adalah sebagai berikut :

1) pada permukaan air;

- (1) termometer atau termistor dikalibrasi dengan termometer baku sebaiknya dilakukan secara berkala;
- (2) dilakukan pemeriksaan suhu udara di daerah lokasi dengan cara menempatkan termometer atau termistor sedemikian rupa, sehingga tidak kontak langsung dengan cahaya matahari biasanya dilindungi dengan bayangan badan, tunggu sampai skala suhu pada termometer atau termistor menunjukkan angka yang stabil kemudian catat suhu udara;
- (3) termometer langsung dicelupkan kedalam air sampai batas skala baca, biarkan 2-5 menit sampai skala suhu pada termometer menunjukkan angka yang stabil, pembacaan skala termometer gelas harus dilakukan tanpa mengangkat lebih dahulu termometer dari air.

2) pada kedalaman tertentu; pengujian suhu air pada kedalaman tertentu dapat menggunakan termometer gelas yang dipasang pada alat pengambil contoh atau menggunakan termistor yang dibaca secara elektronik dari atas perahu atau dari darat.

3.2 Warna

3.2.1 Prinsip Kerja

Pemeriksaan warna dilakukan dengan membandingkan warna dari contoh dengan larutan baku warna. Pada metode ini sebagai baku warna digunakan larutan platina kobal dengan satuan skala PtCo.

3.2.2 Bahan

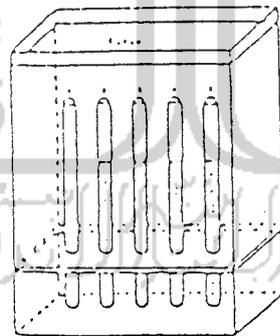
Bahan yang digunakan ialah :

- 1) larutan induk skala warna 500 mg/L PtCo;
- 2) larutan baku kerja dengan skala warna 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60 dan 70.

3.2.3 Peralatan

Peralatan yang diperlukan ialah :

- 1) tabung Nessler ukuran 50 mL yang seragam bentuk, ukurannya; contoh alat lihat Gambar 1;
- 2) Spektrofotometer;



1. Tabung kosong untuk contoh
- 2, 3, 4, 5 Tabung standar warna
- Ø Dalam = 30 mm
- Ø Luar = 34 mm
- t (Tinggi) = 375 mm
- V (Volumic) = 100 ml

GAMBAR 1
TABUNG NESSLER DALAM RAK UNTUK PEMERIKSAAN WARNA

3.2.4 Cara Kerja

Tahapan pemeriksaan warna adalah sebagai berikut :

- 1) pemeriksaan metode visual;
 - (1) contoh yang akan diperiksa terlebih dahulu disaring dengan kertasaring yang berpori $0,45 \mu\text{m}$ dan dimasukkan kedalam tabung Nessler 50 mL;
 - (2) warna contoh dibandingkan secara visual dengan larutan baku dimulai dari larutan baku paling encer; selama pengujian tabung Nessler ditempatkan pada alas yang berwarna putih;
 - (3) tetapkan warna contoh sesuai dengan skala warna larutan baku yang paling mendekati atau berada diantara dua skala larutan baku;
 - (4) apabila warna lebih dari 70 satuan skala PtCo, lakukan pengenceran langsung pada tabung Nessler;
- 2) pemeriksaan secara spektrofotometri;
 - (1) buat kurva kalibrasi dengan membaca larutan baku kerja berskala warna 2,5; 5; 10 dan 25 dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 355 nm (lihat Gambar 2);



GAMBAR 2
KURVA KALIBRASI WARNA DALAM SATUAN SKALA PtCo
(Metode spektrofotometer)

- (2) contoh air terlebih dahulu disaring dengan kertas saring berpori $0,45 \mu\text{m}$ dan kemudian dibaca absorbansinya seperti pada larutan baku di atas.

3.2.5 Perhitungan

Perhitungan warna dilakukan sebagai berikut :

- 1) perhitungan skala warna hasil metode pemeriksaan visual dari contoh yang diencerkan dihitung dengan rumus berikut :

$$\text{Satuan skala Pt Co} = \frac{A \times 50}{B} \dots\dots\dots(1)$$

dengan penjelasan :

A = perkiraan skala warna dari contoh yang diencerkan

B = mL contoh yang diencerkan

pembuatan skala warna tergantung dari besarnya kadar warna seperti tertera pada Tabel 1

TABEL 1
SISTEM PEMBULATAN SKALA WARNA

Skala warna (satuan skala PtCo)	Pembulatan	Contoh Pembulatan
1 - 50	2,5	2,5; 5; 7,5;47,5
51 - 100	5	50; 55;95
101 - 250	10	100; 110;240
251 - 500	20	250; 270;480

- 2) perhitungan skala warna hasil metode pemeriksaan spektrofotometer ditetapkan dari kurva kalibrasi hubungan antara kadar warna dalam skala PtCo terhadap serapan.

3.3 Kekeruhan

Cara pemeriksaan kekeruhan dapat dilakukan dengan metode Nephelometri atau metode Helligemetri.

3.3.1 Kekeruhan Metode Nephelometri

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- 1) prinsip kerja metode Nephelometri dilakukan dengan membandingkan intensitas cahaya yang dibiaskan oleh suatu contoh dengan intensitas cahaya yang dibiaskan oleh baku suspensi tertentu dalam kondisi yang sama;

- 2) gangguan analisis antara lain :
- (1) sedimen kasar yang mudah mengendap selama pembacaan;
 - (2) tabung baca yang kotor;
 - (3) gelembung udara;
 - (4) getaran yang menyebabkan gerakan air di dalam tabung baca;
- 3) bahan yang digunakan ialah ;
- (1) air bebas kekeruhan atau air suling;
 - (2) suspensi induk kekeruhan 400 Unit Kekeruhan Nephelometri (UKN);
 - (3) suspensi baku kekeruhan 40 UKN;
 - (4) suspensi baku encer.
- 4) peralatan analisis yang diperlukan ialah satu unit Nephelometer;
- 5) cara kerja meliputi :
- (1) kalibrasi Nephelometer dilakukan dengan mengikuti petunjuk penggunaan alat yang dikeluarkan oleh pabriknya;
 - (2) pemeriksaan kekeruhan lebih rendah dari 40 UKN, dilakukan dengan mengecek dan membiarkan hingga gelembung udara hilang, kemudian masukkan ke dalam tabung pada Nephelometer; baca skala kekeruhan secara langsung dari alat, hitung kekeruhan dari kurva kalibrasi;
 - (3) pemeriksaan contoh yang mempunyai kekeruhan lebih tinggi dari 40 UKN maka harus dilakukan pengenceran, sehingga diperoleh skala kekeruhan antara 30- 40 UKN.
- 6) perhitungan skala kekeruhan untuk contoh yang diencerkan dihitung dengan rumus :

$$\text{Kekeruhan (UKN)} = \frac{A (B + C)}{C} \dots \dots \dots (2)$$

dengan penjelasan :

A = Kekeruhan dalam UKN contoh yang diencerkan

B = Volume air pengenceran, dalam mL

C = Volume contoh yang diencerkan, dalam mL

3.3.2 Metode Helligemetri

Ikhtwal yang perlu diperhatikan:

- 1) prinsip kerja cara kekeruhan dengan metode Helligemetri dilakukan dengan membandingkan intensitas cahaya yang melalui contoh air dengan intensitas cahaya yang melalui larutan baku standar kekeruhan silika;
- 2) peralatan yang diperlukan adalah satu unit alat turbidimeter Hellige;
- 3) cara kerja:
 - (1) siapkan alat turbidimeter Hellige sesuai dengan petunjuk, ikuti petunjuk penggunaan alat;
 - (2) kocok contoh air dan masukkan kedalam tabung baca sampai garis batas, kemudian letakkan di tempat yang tersedia pada alat;
 - (3) nyalakan alat turbidimeter;
 - (4) segera selimbangkan intensitas cahaya pada lingkaran tengah dengan lingkaran di sekelilingnya, dengan jalan memutar tombol yang tersedia, catat skala yang ditunjukkan;
- 4) perhitungan kekeruhan dinyatakan dengan satuan mg/L SiO₂ yang diperoleh dengan cara membandingkan skala pembacaan dengan skala pada alat yang telah disediakan oleh pabrik.

3.4 Kejernihan

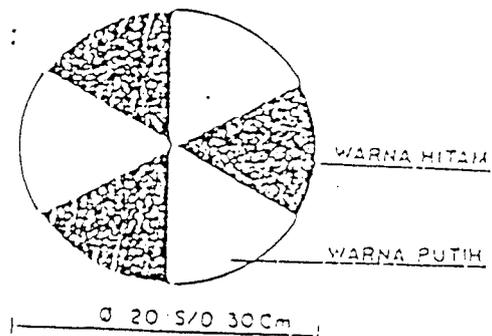
3.4.1 Prinsip Kerja

Dilakukan dengan mengukur jarak antara permukaan air dengan benda (keping secchi) yang masih terlihat dengan mata dan pada saat cahaya matahari cukup.

3.4.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan terdiri dari :

- 1) satu unit keping secchi (lihat Gambar 3);
- 2) meteran.



GAMBAR 3
KEPING SECCHI

3.4.3 Cara Kerja

Pada waktu pengukuran tali pengikat keping secchi harus tegak lurus dengan permukaan air, Kalau tidak bisa tegak lurus, catat sudut simpingannya.

Urutan proses pengujian kejernihan dilakukan sebagai berikut :

- 1) pilih lokasi pemeriksaan yang cukup dalam;
- 2) urunkan keping secchi ke dalam air secara perlahan-lahan hingga persis tidak terlihat, dan catat kedalamannya (kedalaman I);
- 3) turunkan keping secchi sedikit lagi, kemudian naikkan secara perlahan-lahan hingga keping secchi persis terlihat kembali, catat kedalamannya (kedalaman II).

3.4.4 Perhitungan

Pengukuran kejernihan dihitung dengan rumus :

$$\text{Kejernihan (cm)} = \frac{\text{Kedalaman I} + \text{Kedalaman II}}{2} \dots \dots \dots (3)$$

3.5 Residu Total

3.5.1 Prinsip Kerja

Pemeriksaan residu total dilakukan dengan cara menimbang berat contoh yang telah dikeringkan pada suhu 103-105 °C hingga diperoleh berat tetap.

3.5.2 Gangguan

Gangguan yang ada dalam pemeriksaan residu total terlebih dahulu dipisahkan.

Beberapa gangguan pengujian antara lain :

- 1) partikel yang besar, partikel yang mengapung dan zat-zat menggumpal yang tidak dapat tercampur dalam air;
- 2) zat cair yang mengapung seperti minyak dan lemak.

3.5.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan terdiri atas:

- 1) cawan penguap berkapasitas 100 mL dan berdiameter 90 mm yang terbuat dari porselen atau platina atau silika berkualitas tinggi;
- 2) tanur untuk pemanasan pada suhu 550 ± 50 °C;
- 3) penangas air;
- 4) oven untuk pemanasan pada suhu 103 - 105 °C;
- 5) desikator;
- 6) neraca analitik dengan kapasitas 200 gram dan ketelitian 0,1 mg.

3.5.4 Cara Kerja

Tahapan cara kerja adalah sebagai berikut :

- 1) penimbangan cawan kosong dikerjakan dengan urutan :
 - (1) panaskan cawan kosong dalam tanur pada suhu 550 ± 50 °C selama 1 jam, biarkan hingga hampir dingin;
 - (2) dinginkan dalam desikator selama 15 menit;
 - (3) timbang dengan neraca analitik;
 - (4) panaskan kembali cawan kosong dalam oven pada suhu 103 - 105 °C selama 1 jam;
 - (5) dinginkan dalam desikator selama 15 menit;
 - (6) timbang kembali dengan neraca analitik;
 - (7) ulangi langkah (4) sampai (6) hingga diperoleh berat tetap (kehilangan berat <4%) misalnya B mg.
- 2) penimbangan residu total dilakukan dengan urutan sebagai berikut :
 - (1) contoh dikocok hingga serba sama dan diambil sebanyak 100 mL;
 - (2) tuangkan ke dalam cawan tersebut diatas, kemudian uapkan di atas penangas air hingga hampir kering;
 - (3) keringkan di dalam oven pada temperatur 103-105 °C selama 1 jam;
 - (4) dinginkan dalam desikator selama 15 menit;
 - (5) timbang dengan neraca analitik;
 - (6) ulangi langkah (3) sampai (5) hingga diperoleh berat tetap (kehilangan berat <4%) misalnya A mg.

3.5.5 Perhitungan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan ialah :

$$\text{mg/L residu total} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{mL contoh}} \quad (4)$$

dengan penjelasan :

A = Berat cawan berisi residu dalam mg

B = Berat cawan kosong dalam mg

3.6 Residu Tersuspensi

3.6.1 Prinsip Kerja

Pemeriksaan residu tersuspensi dilakukan dengan cara menimbang berat residu di dalam contoh yang tertahan pada kertas saring yang berpori 0,45 μm dan telah dikeringkan pada suhu 103-105°C hingga diperoleh berat tetap.

3.6.2 Gangguan

Gangguan yang terdapat dalam analisis ialah :

- 1) partikel yang besar, partikel yang mengapung, dan zat-zat menggumpal yang tidak dapat tercampur dalam air terlebih dahulu dipisahkan sebelum pengujian;
- 2) contoh yang mengandung kadar garam tinggi untuk menghilangkan gangguan ini diperlukan pembilasan yang sempurna dengan air suling setelah contoh disaring.

3.6.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan ialah:

- 1) cawan Goch atau alat penyaring lain yang dilengkapi pengisap atau penekan;
- 2) kertas saring yang berpori 0,45 μm misalnya Gelman tipe A/B atau Whatman tipe 934 AH atau Millipore tipe AP40 atau yang sejenis;
- 3) tempat khusus untuk menaruh kertas saring yang terbuat dari baja nitrat atau aluminium;

- 4) oven untuk pemanasan pada suhu 103-105 °C;
- 5) desikator;
- 6) neraca analitik dengan kapasitas 200 gram dan ketelitian 0,1 mg;
- 7) penjepit.

3.6.4 Cara Kerja

Tahapan cara kerja adalah sebagai berikut :

- 1) penimbangan kertas saring kosong dilakukan dengan urutan :
 - (1) taruh kertas saringan ke dalam alat penyaring;
 - (2) bilas kertas saring dengan air suling sebanyak 20 mL dan operasikan alat penyaring;
 - (3) ulangi pembilasan hingga bersih dari partikel-partikel halus pada kertas saring;
 - (4) ambil kertas saring dan taruh di atas tempat khusus kertas saring;
 - (5) keringkan kertas saring tersebut di dalam oven pada temperatur 103 - 105 °C selama 1 jam;
 - (6) dinginkan dalam desikator selama 10 menit;
 - (7) timbang dengan neraca analitik;
 - (8) ulangi langkah (5) sampai (7) hingga diperoleh berat tetap (kehilangan berat <4 %) misalnya B mg;
 - (9) taruh kertas saring tersebut di dalam desikator;
- 2) penyaringan contoh dan penimbangan residu tersuspensi dilakukan dengan urutan :
 - (1) siapkan kertas saring yang telah diketahui beratnya pada alat penyaring;
 - (2) contoh dikocok hingga merata dan masukkan ke dalam alat penyaring; banyaknya contoh yang diambil disesuaikan dengan kadar residu tersuspensi sehingga berat residu tersuspensi antara 2,5 mg sampai 200 mg;
 - (3) saring contoh, kemudian residu tersuspensi dibilas dengan air suling sebanyak 10 mL dan dilakukan 3 kali pembilasan;
 - (4) ambil kertas saring dan taruh di atas tempat khusus;
 - (5) keringkan di dalam alat pengering pada suhu 103-105 °C selama 1 jam;
 - (6) dinginkan di dalam desikator selama 10 menit;
 - (7) timbang dengan neraca analitik;
 - (8) ulangi langkah (5),(6) dan (7) hingga diperoleh berat tetap (kehilangan berat <4%) misalnya A mg;
 - (9) hasil tersebut dapat dilanjutkan untuk penetapan residu tersuspensi terurai;

(10) air saringan yang diperoleh dapat digunakan untuk penetapan residu terlarut.

3.6.5 Perhitungan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan ialah :

$$\text{mg/L residu tersuspensi} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{mL contoh}} \dots \dots \dots (5)$$

dengan penjelasan :

A = Berat kertas saring berisi residu tersuspensi, dalam mg

B = Berat kertas saring kosong, dalam mg

3.7 Residu Terlarut

3.7.1 Prinsip Kerja

Pemeriksaan residu terlarut dilakukan dengan cara menimbang berat residu yang lolos melalui kertas saring yang berpori < 0,45 μm dan telah dikeringkan pada suhu 103-105 $^{\circ}\text{C}$.

3.7.2 Gangguan

Beberapa gangguan pengujian antara lain :

- 1) kadar residu terlarut yang lebih besar dari 200 mg; untuk menghilangkan gangguan ini diperlukan pengenceran atau pengurangan volume contoh;
- 2) contoh yang mengandung kalsium, magnesium, klorida dan atau sulfat dengan kadar yang tinggi, mengganggu penimbangan karena bersifat mudah menyerap air (higroskopis);
- 3) contoh yang mengandung bikarbonat dalam kadar tinggi memerlukan pengeringan yang lebih lama.

3.7.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah :

- 1) cawan penguap berkapasitas 100 mL dan ber diameter 50 mm yang terbuat dari porselen atau platina atau silika berkualitas tinggi;
- 2) tanur untuk pemanasan pada suhu 550 ± 50 $^{\circ}\text{C}$;
- 3) penangas air;

3.7.5 Perhitungan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan ialah :

$$\text{mg/L residu terlarut} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{mL Contoh}} \dots\dots\dots (6)$$

dengan penjelasan :

A = Berat cawan berisi residu terlarut, dalam mg

B = Berat cawan kosong, dalam mg

3.8 Residu Terurai dan Residu Terikat

3.8.1 Prinsip Kerja

Residu total atau residu tersuspensi dipijarkan pada suhu 550 °C selama 15 menit. Kehilangan residu total atau residu tersuspensi disebut residu terurai dan sisa dari residu total atau residu tersuspensi disebut residu terikat.

3.8.2 Gangguan

Gangguan yang ada pada residu terurai dan residu terikat sama dengan residu total dan residu tersuspensi (lihat 3.5.2 dan 3.6.2).

3.8.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan sama dengan pemeriksaan residu terlarut (lihat 3.7.3).

3.8.4 Cara Kerja

Tahapan cara kerja adalah sebagai berikut :

- i) penetapan residu total terurai dan residu total terikat dilakukan dengan urutan:
 - (1) tetapkan residu total dari contoh sesuai dengan cara residu total, lihat 3.5 di atas;
 - (2) pijarkan cawan yang berisi residu total di dalam tanur pada suhu 550 ± 50 °C selama 15 menit, biarkan di dalam tanur hingga hampir dingin;
 - (3) dinginkan dalam desikator selama 15 menit;
 - (4) timbang dengan neraca analitik;

- (5) ulangi pemanasan dalam alat pengering pada suhu 103-105 °C selama 1 jam;
 - (6) dinginkan dalam desikator selama 15 menit;
 - (7) timbang dengan neraca analitik;
 - (8) ulangi langkah (5) sampai (7) hingga diperoleh berat tetap (kehilangan berat <4%) misalnya C mg.
- 2) penetapan residu tersuspensi terurai dan residu tersuspensi terikat dilakukan dengan urutan :
- (1) tetapkan residu tersuspensi dari contoh sesuai dengan cara residu tersuspensi lihat 3.6 di atas;
 - (2) masukkan residu tersuspensi ke dalam cawan yang telah diketahui beratnya (lihat 3.5.4 (1));
 - (3) pijarkan dalam tanur pada suhu 550 ± 50 °C selama 15 menit, biarkan di dalam tanur hingga hampir dingin;
 - (4) lanjutkan pendinginan dalam desikator selama 15 menit;
 - (5) timbang dengan neraca analitik;
 - (6) panaskan dalam alat pemanas pada suhu 103-105 °C selama 1 jam, dinginkan dalam desikator selama kurang lebih 15 menit;
 - (7) timbang dengan neraca analitik, ulangi pemanasan dan pendinginan seperti pada langkah (6) sampai diperoleh berat tetap (kehilangan berat <4%) misalnya C' mg.

3.8.5 Perhitungan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan adalah :

$$\text{mg/L residu total terurai} = \frac{(A - C) \times 1000}{\text{mL contoh}} \dots\dots\dots(7)$$

$$\text{mg/L residu total terikat} = \frac{(C - B) \times 1000}{\text{mL contoh}} \dots\dots\dots(8)$$

dengan penjelasan :

A = Berat cawan berisi residu total dalam mg

B = Berat cawan berisi residu total setelah pemijaran, dalam mg

C = Berat cawan kosong, dalam mg

$$\text{mg/L residu tersuspensi terurai} = \frac{(A' - C') \times 1000}{\text{mL contoh}} \dots\dots\dots(9)$$

$$\text{mg/L residu tersuspensi terikat} = \frac{(C - B') \times 1000}{\text{mL contoh}} \dots \dots \dots (10)$$

dengan penjelasan :

A' = Berat cawan berisi residu tersuspensi, dalam mg

C' = Berat cawan berisi residu tersuspensi setelah pemijaran, dalam mg

B' = Berat cawan kosong, dalam mg

3.9 Residu Mengendap

3.9.1 Prinsip Kerja

Contoh yang serba sama diendapkan di dalam kerucut pengendap dalam waktu tertentu, kemudian diukur banyak endapannya dalam mL atau mg/L.

3.9.2 Gangguan

Gangguan dalam pemeriksaan ini adalah zat yang mengambang harus dipisahkan terlebih dahulu.

3.9.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah :

- 1) cawan penguap berkapasitas 100 mL dan ber diameter 90 mm yang terbuat dari porselen atau platina atau silika berkualitas tinggi;
- 2) tanur untuk pemanasan pada suhu 550 ± 50 °C;
- 3) penangas air;
- 4) oven untuk pemanasan pada suhu 103-105 °C;
- 5) desikator;
- 6) neraca analitik dengan kapasitas 200 gram dan ketelitian 0,1 mg;
- 7) cawan Goch atau alat penyaring lain yang dilengkapi pengisap atau penekan;
- 8) kertas saring berpori 0,45 μm misalnya Gelman tipe A/E atau Whatman tipe 934 AH atau Millipore tipe AP40 atau yang sejenis;
- 9) tempat khusus untuk menaruh kertas saring yang terbuat dari baja, nikel, karat atau aluminium;
- 10) penjepit cawan;
- 11) kerucut Imhoff;
- 12) batang pengaduk yang dilengkapi dengan karet pembersih;
- 13) gelas ukur berdiameter ± 9 cm.

3.9.4 Cara Kerja

Tahapan cara kerja adalah :

- 1) pemeriksaan dengan cara volumetri dikerjakan sebagai berikut :
 - (1) contoh dikocok hingga serba sama, kemudian diambil 1 Liter dan dimasukkan ke dalam kerucut Imhoff, biarkan selama 45 menit;
 - (2) suspensi yang melekat pada dinding dilepaskan dengan batang pengaduk, biarkan lagi selama 15 menit;
 - (3) baca volume dari suspensi yang mengendap pada kerucut Imhoff.

- 2) pemeriksaan dengan cara gravimetri dikerjakan sebagai berikut :
 - (1) tetapkan kadar residu tersuspensi sesuai dengan penetapan kadar suspensi (lihat 3.6), sehingga diperoleh residu suspensi mengendap dan tidak mengendap;
 - (2) ambil contoh 1 Liter yang telah dikocok hingga serba sama dan masukkan ke dalam gelas ukur (tinggi air ±20 cm);
 - (3) biarkan contoh tersebut selama 1 jam;
 - (4) pisahkan lapisan air dengan endapan dengan menggunakan pipa pindah (sipon), dengan cara ujung selang diletakkan ditengah-tengah antara permukaan zat cair dan endapan, kemudian tampung sebanyak 250 mL;
 - (5) tetapkan kadar residu tersuspensi dari air yang ditampung tadi, seperti pada residu tersuspensi (lihat 3.6), sehingga diperoleh residu suspensi yang tidak mengendap.

3.9.5 Perhitungan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan adalah :

- 1) cara volumetri;

$$\text{mL/L residu mengendap} = \frac{\text{mL pembacaan endapan pada kerucut Imhof}}{1 \text{ L}} \dots\dots(11)$$

- 2) cara gravimetri;

$$\text{mg/l residu mengendap} = A - B \dots\dots(12)$$

dengan penjelasan :

A = residu tersuspensi (mg/L)

B = residu tidak mengendap (mg/L)

3.10 Derajat Kerasaman

3.10.1 Prinsip Kerja

Aktivitas ion hidrogen dalam air diukur secara potensiometri dengan elektroda gelas. Elektroda ini akan menghasilkan perubahan tegangan yang disebabkan oleh aktivitas ion hidrogen sebesar 59,1 mv/pH unit pada suhu 25 °C.

3.10.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam pengukuran adalah :

- 1) air suling;
- 2) larutan buffer pH 4,004;
- 3) larutan buffer pH 7,415;
- 4) larutan buffer pH 9,183.

3.10.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam analisis ialah :

- 1) pH meter;
- 2) labu ukur 1 Liter;
- 3) termometer;
- 4) gelas piala;

3.10.4 Cara Kerja

Tahapan cara kerja analisis adalah sebagai berikut :

- 1) kalibrasi alat dilakukan sebagai berikut :
 - (1) perlu diikuti petunjuk pemakaian alat dari pabriknya;
 - (2) bilas elektroda dengan larutan penyangga pH 7,415 sebanyak tiga kali kemudian keringkan dengan kertas yang lembut, ukur pH larutan buffer dan atur alat sehingga skala pH menunjukkan angka 7,415;
 - (3) bilas elektroda dengan larutan penyangga pH 4,004 sebanyak tiga kali kemudian keringkan dengan kertas yang lembut, ukur pH

- larutan buffer dan atur alat sehingga skala pH menunjukkan angka 4,004;
- (4) bilas elektroda dengan larutan penyangga pH 9,183 sebanyak tiga kali kemudian keringkan dengan kertas yang lembut, ukur pH larutan buffer dan atur alat sehingga skala pH menunjukkan angka 9,183;

2) penetapan pH contoh dilakukan sebagai berikut :

- (1) bilas elektroda dengan air suling sebanyak tiga kali dan keringkan dengan kertas yang lembut;
- (2) rendamlah elektroda ke dalam contoh selama ± 1 menit kemudian keringkan dengan kertas yang lembut;
- (3) ganti contoh dan rendamlah elektroda ke dalam contoh tersebut sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap.

3.10.5 Perhitungan

Derajat keasaman (pH) dapat langsung dibaca dari skala atau digital alat pH meter.

3.11 Daya Hantar Listrik (DHL)

3.11.1 Prinsip Kerja

Daya Hantar Listrik diukur dengan elektroda konduktometer dengan menggunakan larutan KCl sebagai larutan baku pada suhu 25 °C.

3.11.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam analisis ialah :

- 1) air suling;
- 2) larutan baku kalium klorida (KCl) 0,01 M;
- 3) larutan baku KCl 0,1 M;
- 4) larutan baku KCl 0,5 M.

3.11.3 Peralatan

Peralatan untuk analisis adalah :

- 1) konduktometer;
- 2) labu ukur 1 Liter;
- 3) termometer;
- 4) gelas piala.

3.11.4 Cara Kerja

Tahapan kerja adalah sebagai berikut :

- 1) kalibrasi elektroda konduktometer, dilakukan dengan cara membilas elektroda dengan larutan KCl 0,01 M sebanyak tiga kali kemudian ukur DHL larutan baku KCl 0,01 M dan atur sampai menunjukkan angka 1.413 $\mu\text{mhos/cm}$;
- 2) penetapan DHL contoh, dilakukan dengan cara membilas elektroda dengan contoh sebanyak tiga kali kemudian ukur DHL contoh dengan membaca skala atau digit alat;
- 3) apabila DHL contoh lebih besar dari 1.413 $\mu\text{mhos/cm}$, maka lakukan pengukuran dengan menggunakan larutan baku KCl 0,1 M (DHL = 12.900 $\mu\text{mhos/cm}$) atau larutan 0,5 M (DHL = 58.640 $\mu\text{mhos/cm}$).

3.11.5 Perhitungan

DHL dinyatakan dalam satuan $\mu\text{mhos/cm}$ atau mhos/cm dapat langsung dibaca pada alat konduktometer.

3.12 Kegaraman (Salinitas)

Cara pemeriksaan kegaraman dapat dilakukan dengan metode argentometri atau salinometri.

3.12.1 Metode Argentometri

Ikhtwal yang perlu diperhatikan:

- 1) prinsip kerja metode ini terdiri atas :
 - (1) menetapkan kadar klorida dengan cara titrasi argentometri;
 - (2) mengkonversikan kadar klorida dalam larutan yang dinyatakan dengan $\%$.
- 2) bahan yang digunakan untuk analisis adalah :
 - (1) larutan baku natrium klorida (NaCl);
 - (2) larutan perak nitrat (AgNO_3) \pm 0,28 N;
 - (3) indikator kalium kromat;
- 3) peralatan yang digunakan dalam analisis adalah :
 - (1) buret warna gelap (warna coklat);
 - (2) erlenmeyer 250 mL bertutup asah;

- (3) pipet gondok 25 mL dan 5 mL;
- 4) Cara kerja metode ini adalah :
- (1) pipet 5 mL contoh lalu masukkan ke dalam erlenmeyer;
 - (2) tambahkan 2 tetes larutan indikator K_2CrO_4 dan titrasi dengan larutan $AgNO_3$ sampai warna endapan berubah dari kuning muda menjadi kemerah-merahan sehingga pada dasar erlenmeyer terbentuk endapan $AgCl$ yang berwarna putih;
 - (3) titrasi dihentikan dan erlenmeyer ditutup, kocok kuat-kuat sampai endapan putih $AgCl$ pecah;
 - (4) tutup erlenmeyer dibilas dengan air suling, titrasi dilanjutkan sampai terbentuk warna coklat;
 - (5) catat mL titrasi yang digunakan, untuk menghitung klorositi;
- 5) perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus :

- (1) klorositi (Clo):

$$Clo = \frac{d \times N \times 0,0355 \times 1000}{A} \dots\dots\dots(13)$$

dengan penjelasan :

- d = mL $AgNO_3$ yang diperlukan
 N = Normalitas $AgNO_3$
 A = mL contoh yang digunakan
 Clo = Kadar klor dalam g/L.

- (2) salinitas/kegaraman;
 $\text{‰} = Clo \times 1,8 \dots\dots\dots(14)$

3.12.2 Metode Salinometri

Ikhtwal yang perlu diperhatikan:

- 1) prinsip kerja metode salinometri dilakukan dengan cara mengukur salinitas dengan alat salinometer;
- 2) bahan yang digunakan adalah :
 - (1) air suling;

- (2) larutan baku air laut;
- 3) peralatan yang digunakan dalam analisis adalah :
 - (1) salinometer;
 - (2) termometer;
 - (3) gelas piala;
- 4) cara kerja analisis adalah :
 - (1) standarisasi larutan baku, dilakukan dengan cara menetapkan klorositi larutan baku air laut dengan metode argentometri kemudian hitung dan catat salinitas larutan baku tersebut;
 - (2) kalibrasi elektroda salinometer dilakukan dengan cara membilas elektroda dengan larutan baku air laut sebanyak tiga kali kemudian ukur salinitas larutan baku air laut dan atur sehingga menunjukkan angka salinitasnya;
 - (3) penetapan salinitas contoh, dilakukan dengan cara membilas elektroda dengan contoh sebanyak tiga kali, ukur salinitas contoh dengan membaca skala atau digit alat;
- 5) perhitungan salinitas yang dinyatakan dalam ‰ langsung dapat dibaca pada alat salinometer.

UNIVERSITAS
INDONESIA
الجامعة الإسلامية
الابن تومر
الابن تومر

IV. CARA PEMBUATAN LARUTAN

4.1 Pembuatan Larutan Untuk Pengujian Warna

4.1.1 Larutan Induk Skala Warna 500 mg/L Pt/Co

Cara pembuatannya dapat dipilih salah satu dari dua cara yaitu :

- 1) larutkan 1,246 gram kalium kloro platina K_2PtCl_6 (setara dengan 500 mg/L Pt) dan 1 gram kristal kobal klorida, $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ (setara dengan 250 mg Co) dalam air suling, kemudian tambahkan perlahan-lahan 100 mL HCL pekat dan encerkan menjadi 1000 mL dengan air suling;
- 2) larutkan 500 mg platina murni di dalam air raja dengan pemanasan, kemudian hilangkan asam nitrat yang ada dengan penambahan HCl pekat beberapa kali, larutkan residu yang dihasilkan bersama dengan 1 gram kobal khlorida seperti pada cara tersebut di atas.

4.1.2 Larutan Baku Kerja Dengan Skala Warna 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60 dan 70

Cara pembuatannya adalah sebagai berikut:

- 1) encerkan larutan induk masing-masing sebanyak: 0,5 ; 1,0 ; 1,5; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 6,0 dan 7,0 mL kemudian encerkan menjadi 50 mL di dalam tabung Nessler;
- 2) simpan larutan baku kerja dalam rak tertutup.

4.2 Pembuatan Larutan Untuk Pengujian Kekeruhan Metode Nephelometri

4.2.1 Larutan Suspensi Induk Kekeruhan 400 UKN

Cara pembuatannya adalah sebagai berikut:

- 1) larutan I: larutkan 1,00 gram hidrazin sulfat $((NH_2)_2.H_2SO_4)$ dengan air suling dan encerkan menjadi 100 mL dalam labu ukur;
- 2) larutan II: larutkan 10,00 gram heksa metilen tetramine $((CH_2)_6N_4)$ dengan air suling dan encerkan menjadi 100 mL dalam labu ukur;
- 3) campurkan 5,0 mL larutan I dan 5,0 mL larutan II ke dalam labu ukur 100 mL;

- 4) diampkan selama 24 jam pada suhu 25 ± 3 °C, kemudian encerkan menjadi 100 mL; larutan suspensi tersebut minimal harus dibuat sebulan sekali.

4.2.2 Larutan Suspensi Baku Kekeruhan 40 UKN

Cara pembuatannya dengan mengencerkan 10 mL larutan baku suspensi kekeruhan 400 UKN menjadi 100 mL dengan air bebas kekeruhan, siapkan larutan baku suspensi ini setiap hari.

4.2.3 Larutan Suspensi Baku Encer

Cara pembuatannya dengan mengencerkan suspensi baku kekeruhan 40 UKN sesuai keperluannya dengan menggunakan air bebas kekeruhan, suspensi ini harus disiapkan setiap hari.

4.3 Pembuatan Larutan Untuk Pengujian Derajat Kerasaman (pH)

4.3.1 Larutan Buffer pH 4,004

Cara pembuatannya dengan melarutkan 10,12 gram kalium hidrogenphthalat, $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ ke dalam air suling dan tepatkan menjadi 1000 mL pada suhu 25 °C.

4.3.2 Larutan Buffer pH 7,415

Cara pembuatannya sebagai berikut :

- 1) timbang 1,179 gram kalium dihidrogen fosfat, KH_2PO_4 dan 4,303 gram dinatrium hidrogen fosfat, Na_2HPO_4 yang telah dikeringkan pada suhu 110 - 130 °C selama 2 jam;
- 2) larutkan dalam air suling yang telah dididihkan dan didinginkan, kemudian tepatkan menjadi 1000 mL pada suhu 25 °C.

4.3.3 Larutan Buffer pH 9,183

- 1) timbang 3,80 gram dinatrium borat $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ yang telah dikeringkan pada suhu 110 - 130 °C selama 2 jam;
- 2) larutkan dalam air suling yang telah dididihkan dan didinginkan, kemudian tepatkan menjadi 1000 mL pada suhu 25 °C.

4.4 Pembuatan Larutan Untuk Pengujian DHL

4.4.1 Larutan Baku KCl 0,01 M

Cara pembuatannya adalah dengan melarutkan 0,7456 gram KCl bebas air kristal ke dalam air suling dan tepatkan menjadi 1000 mL. DHL larutan ini 1.413 umhos/cm pada suhu 25°C.

4.4.2 Larutan Baku KCl 0,1 M

Cara pembuatannya, larutkan KCl 7,4560 gram KCl bebas air kristal ke dalam air suling dan tepatkan menjadi 1000 mL. DHL larutan 12.900 umhos/cm pada suhu 25°C.

4.4.3 Larutan Baku KCl 0,5 M

Cara pembuatannya, larutkan 37,2800 gram KCl bebas air kristal dengan air suling dan tepatkan menjadi 1000 mL. DHL larutan ini 58.640 umhos/cm pada suhu 25°C.

4.5 Pembuatan Larutan Untuk Pengujian Salinitas (Kegaraman)

4.5.1 Larutan Baku Natrium Klorida

Cara pembuatannya adalah sebagai berikut:

- 1) keringkan \pm 35 gram NaCl pada suhu 140 °C sampai diperoleh berat yang tetap;
- 2) timbang 29,6740 gram NaCl dan larutkan dengan air suling kemudian tepatkan menjadi 1000 mL di dalam labu ukur;

4.5.2 Larutan Perak Nitrat \pm 0,28 N

Cara pembuatannya, larutkan 48,5 gram perak nitrat (AgNO_3) ke dalam 500 mL air suling dan encerkan menjadi 1 L, simpan dalam botol gelas coklat yang tertutup pada suhu kamar.

4.5.3 Indikator Kalium Kromat

Cara pembuatannya, larutkan 63 gram K_2CrO_4 dalam 100 mL air suling kemudian tambahkan larutan perak nitrat sedikit demi sedikit sampai terbentuk endapan merah, saring dan simpan dalam botol tetes.

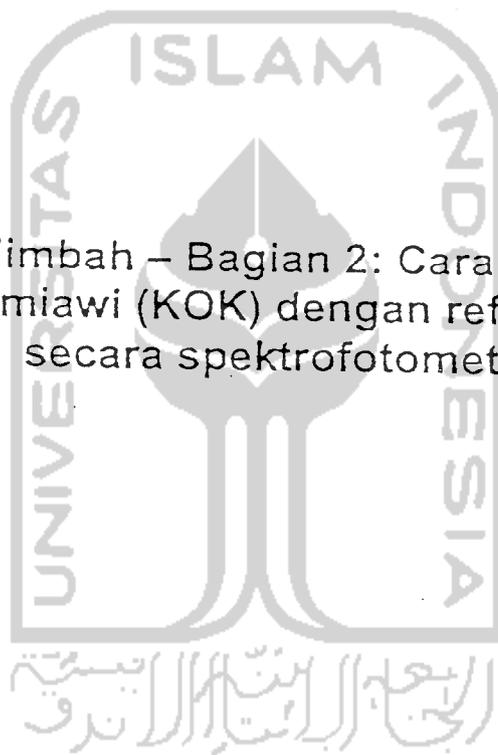
4.5.4 Standarisasi Perak Nitrat

Standarisasi dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- 1) pipet 25 mL larutan baku NaCl ke dalam botol erlenmeyer;
- 2) tambahkan 6 tetes larutan indikator K_2CrO_4 dan titrasi dengan larutan $AgNO_3$ sampai warna endapan berubah dari kuning muda menjadi kemerah-merahan hingga dibagian dasar erlenmeyer terbentuk endapan $AgCl$ yang berwarna putih;
- 3) titrasi dihentikan dan erlenmeyer ditutup, kocok kuat-kuat sampai endapan putih $AgCl$ pecah;
- 4) tutup erlenmeyer dibilas dengan air suling, titrasi dilanjutkan sampai terbentuk warna coklat;
- 5) catat mL titrasi yang diperlukan, untuk menghitung normalitas dari larutan $AgNO_3$;
- 6) perhitungan normalitas perak nitrat;

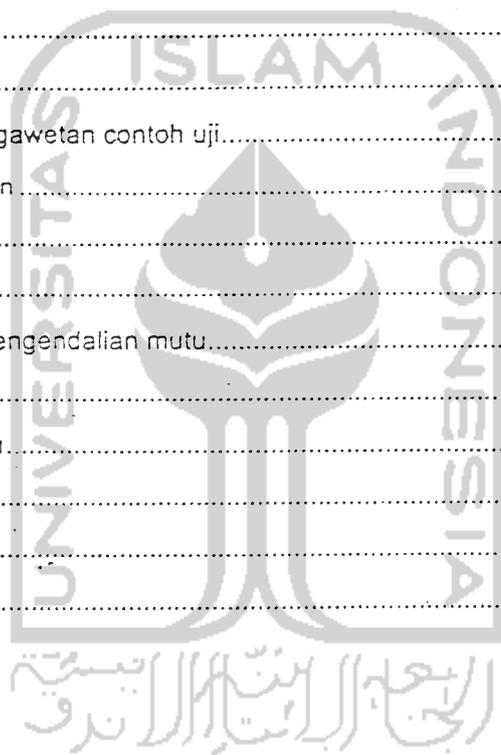
$$\text{normalitas perak nitrat} = \frac{12,69}{\text{mL } AgNO_3 \text{ yang diperlukan pada standarisasi}} \dots (15)$$

Air dan air limbah – Bagian 2: Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (KOK) dengan refluks tertutup secara spektrofotometri



Daftar isi

Daftar isi	i
Prakata	ii
1 Ruang lingkup	1
2 Istilah dan definisi.....	1
3 Cara uji.....	2
3.1 Prinsip.....	2
3.2 Bahan	2
3.3 Peralatan	3
3.4 Keselamatan kerja.....	3
3.5 Persiapan dan pengawetan contoh uji.....	3
3.6 Persiapan pengujian.....	4
3.7 Prosedur	4
3.8 Perhitungan	4
4 Jaminan mutu dan pengendalian mutu.....	4
4.1 Jaminan mutu	4
4.2 Pengendalian mutu.....	5
5 Rekomendasi.....	5
Lampiran A Pelaporan.....	6
Bibliografi.....	7



Prakata

Dalam rangka menyeragamkan teknik pengujian kualitas air dan air limbah sebagaimana telah ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air, Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 02 Tahun 1988 tentang Baku Mutu Air dan Nomor 37 Tahun 2003 tentang Metode Analisis Pengujian Kualitas air Permukaan dan Pengambilan Contoh Air Permukaan, maka dibuatlah Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk pengujian parameter-parameter kualitas air dan air limbah sebagaimana yang tercantum didalam Keputusan Menteri tersebut.

Metode ini merupakan hasil kaji ulang dari SNI yang telah kadaluarsa dan menggunakan referensi dari metode standar internasional yaitu *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*. Metode ini telah melalui uji coba di laboratorium pengujian dalam rangka validasi dan verifikasi metode serta dikonsensuskan oleh Subpanitia Teknis Kualitas Air dari Panitia Teknis 207S, *Manajemen Lingkungan* dengan para pihak terkait.

Standar ini telah disepakati dan disetujui dalam rapat konsensus dengan peserta rapat yang mewakili produsen, konsumen, ilmuwan, instansi teknis, pemerintah terkait dari pusat naupun daerah pada tanggal 30 Januari 2004 di Serpong, Tangerang – Banten.

Metode ini berjudul *Air dan air limbah – Bagian 2: Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (KOK) dengan refluks tertutup secara spektrofotometri* yang merupakan revisi dari SNI 06-2504-1991 dengan judul *Metode pengujian kadar kebutuhan oksigen kimiawi dalam air dengan tungan alat refluks tertutup*.



Air dan air limbah – Bagian 2: Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (KOK) dengan refluks tertutup secara spektrofotometri

1 Ruang lingkup

Metode ini digunakan untuk pengujian kebutuhan oksigen kimiawi (KOK) dalam air dan air limbah dengan reduksi $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ secara spektrofotometri pada kisaran nilai KOK 100 mg/L sampai dengan 900 mg/L pada panjang gelombang 600 nm dan nilai KOK lebih kecil 100 mg/L pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 420 nm.

Metode ini digunakan untuk contoh uji air dan air limbah dan tidak berlaku bagi air limbah yang mengandung ion klorida lebih besar dari 2000 mg/L.

2 Istilah dan definisi

2.1

larutan induk

larutan baku kimia yang dibuat dengan kadar tinggi dan akan digunakan untuk membuat larutan baku dengan kadar yang lebih rendah

2.2

larutan baku

larutan induk yang diencerkan dengan air suling bebas organik, dan mempunyai nilai KOK 500 mg/L

2.3

larutan kerja

larutan baku yang diencerkan dengan air suling bebas organik, digunakan untuk membuat kurva kalibrasi dan mempunyai kisaran nilai KOK: 0,0 mg/L; 100 mg/L; 200 mg/L; 300mg/L; 400mg/L

2.4

larutan blanko atau air suling bebas organik

adalah air suling yang tidak mengandung organik atau mengandung organik dengan kadar lebih rendah dari batas deteksi

2.5

kurva kalibrasi

grafik yang menyatakan hubungan kadar larutan kerja dengan hasil pembacaan absorbansi yang merupakan garis lurus

2.6

blind sample

larutan baku dengan kadar tertentu

2.7

spike matrix

contoh uji yang diperkaya dengan larutan baku dengan kadar tertentu

2.8

SRM (Standard Reference Material)

bahan standar yang tertelusur ke sistem nasional

9

RM (*Certified Reference Material*)

standar bersertifikat yang tertelusur ke sistem nasional atau internasional

Cara uji

1 Prinsip

COD (*Chemical Oxygen Demand* = COD) adalah jumlah oksidan $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ yang bereaksi dengan contoh uji dan dinyatakan sebagai mg O_2 untuk tiap 1000 mL contoh uji.

Senyawa organik dan anorganik, terutama organik dalam contoh uji dioksidasi oleh $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ dalam refluks tertutup menghasilkan Cr^{3+} . Jumlah oksidan yang dibutuhkan dinyatakan dalam ekuivalen oksigen (O_2 mg/L) diukur secara spektrofotometri sinar tampak. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ kuat mengabsorpsi pada panjang gelombang 400 nm dan Cr^{3+} kuat mengabsorpsi pada panjang gelombang 600 nm.

Untuk nilai KOK 100 mg/L sampai dengan 900 mg/L ditentukan kenaikan Cr^{3+} pada panjang gelombang 600 nm. Pada contoh uji dengan nilai KOK yang lebih tinggi, dilakukan pengenceran terlebih dahulu sebelum pengujian. Untuk nilai KOK lebih kecil atau sama dengan 90 mg/L ditentukan pengurangan konsentrasi $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ pada panjang gelombang 420 nm.

2 Bahan

-) Air suling bebas klorida dan bebas organik.
-) Larutan pencerna (*digestion solution*) pada kisaran konsentrasi tinggi.
Tambahkan 10,216 g $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ yang telah dikeringkan pada suhu 150°C selama 2 jam ke dalam 500 mL air suling. Tambahkan 167 mL H_2SO_4 pekat dan 33,3 g HgSO_4 . Larutkan, dan dinginkan pada suhu ruang dan encerkan sampai 1000 mL.
-) Larutan pencerna (*digestion solution*) pada kisaran konsentrasi rendah.
Tambahkan 1,022 g $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ yang telah dikeringkan pada suhu 150°C selama 2 jam ke dalam 500 mL air suling. Tambahkan 167 mL H_2SO_4 pekat dan 33,3 g HgSO_4 . Larutkan, dan dinginkan pada suhu ruang dan encerkan sampai 1000 mL.
-) Larutan pereaksi asam sulfat
Tambahkan serbuk atau kristal Ag_2SO_4 teknis ke dalam H_2SO_4 pekat dengan perbandingan 5,5 g Ag_2SO_4 untuk tiap satu kg H_2SO_4 pekat atau 10,12 g Ag_2SO_4 untuk tiap 1000 mL H_2SO_4 pekat. Biarkan 1 jam sampai dengan 2 jam sampai larut, aduk.
-) Asam sulfamat ($\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$).
Digunakan jika gangguan nitrit akan dihilangkan. Tambahkan 10 mg asam sulfamat untuk setiap mg $\text{NO}_2^- \text{N}$ yang ada dalam contoh uji.

Larutan standar kalium hidrogen phtalat, $\text{HOOC}_6\text{H}_4\text{COOK}$ (KHP).

Gerus perlahan KHP lalu keringkan sampai berat konstan pada suhu 110°C . Larutkan 425 mg KHP ke dalam air suling, encerkan sampai 1000 mL. Secara teori, KHP mempunyai nilai KOK 1,176 mg O_2/mg KHP dan larutan ini secara teori mempunyai nilai KOK 500 $\mu\text{g O}_2/\text{mL}$. Larutan ini stabil bila disimpan dalam kondisi dingin. Hati-hati terhadap pertumbuhan biologis. Siapkan dan pindahkan larutan dalam kondisi steril. Sebaiknya larutan ini dipersiapkan setiap 1 minggu.

3.3 Peralatan

- a) spektrofotometer sinar tampak;
- b) kuvet;
- c) tabung pencerna, lebih baik gunakan kultur tabung borosilikat dengan ukuran 16 mm x 100 mm; 20 mm x 150 mm atau 25 mm x 150 mm bertutup ulir. Atau alternatif lain, gunakan ampul borosilikat dengan kapasitas 10 mL (diameter 19 mm sampai dengan 20 mm);
- d) pemanas dengan lubang-lubang penyangga tabung;
- e) mikroburet;
- f) labu ukur 50 mL, 100 mL, 250 mL, 500 mL dan 1000 mL;
- g) pipet volum 5 mL, 10 mL, 15 mL, 20 mL dan 25 mL;
- h) gelas piala; dan
- i) timbangan analitik.

3.4 Keselamatan kerja

Perhatian Selalu gunakan pelindung wajah dan sarung tangan untuk melindungi dan panas dan kemungkinan ledakan tinggi pada suhu 150°C.

3.5 Persiapan dan pengawetan contoh uji

3.5.1 Persiapan contoh uji

- a) Homogenkan contoh uji.
- b) Cuci tabung reflus dan tutupnya dengan H₂SO₄ 20% sebelum digunakan.
- c) Pipet volume contoh uji dan tambahkan larutan pencerna dan tambahkan larutan pereaksi asam sulfat yang memadai ke dalam tabung atau ampul, seperti yang dinyatakan dalam tabel berikut:

Tabel 1 Contoh uji dan larutan pereaksi untuk bermacam-macam tabung pencerna

Tabung pencerna	Contoh uji (mL)	Larutan pencerna (mL)	Larutan pereaksi asam sulfat (mL)	Total volume (mL)
Tabung kultur				
16 x 100 mm	2,50	1,50	3,5	7,5
20 x 150 mm	5,00	3,00	7,0	15,0
25 x 150 mm	10,00	6,00	14,0	30,0
Standar Ampul : 10 ml	2,50	1,50	3,5	7,5

- d) Tutup tabung dan kocok perlahan sampai homogen.
- e) Letakkan tabung pada pemanas yang telah dipanaskan pada suhu 150°C, lakukan reflus selama 2 jam.

3.5.2 Pengawetan contoh uji

Contoh uji diawetkan dengan menambahkan H₂SO₄ sampai pH lebih kecil dari 2,0 dan contoh uji disimpan pada pendingin 4°C dengan waktu simpan 7 hari.

3.6 Persiapan pengujian

Pembuatan kurva kalibrasi

- a) Optimalikan alat uji spektrofotometer sesuai petunjuk penggunaan alat untuk pengujian KOK.
- b) Siapkan setidaknya 5 larutan standar KHP ekuivalen dengan KOK untuk mewakili kisaran konsentrasi.
- c) Gunakan volume pereaksi yang sama antara contoh dan larutan standar KHP.
- d) Baca absorbansinya pada panjang gelombang 600 nm atau panjang gelombang 420 nm.
- e) Buat kurva kalibrasi.

3.7 Prosedur

- a) Dinginkan perlahan-lahan contoh yang sudah direfluks sampai suhu ruang untuk mencegah terbentuknya endapan. Jika perlu, saat pendinginan sesekali tutup contoh dibuka untuk mencegah adanya tekanan gas.
- b) Biarkan suspensi mengendap dan pastikan bagian yang akan diukur benar-benar jernih.
- c) Ukur contoh dan larutan standar pada panjang gelombang yang telah ditentukan (420 nm atau 600 nm).
- d) Pada panjang gelombang 600 nm, gunakan blanko yang tidak direfluks sebagai larutan referensi.
- e) Jika konsentrasi KOK lebih kecil atau sama dengan 90 mg/L, lakukan pengukuran pada panjang gelombang 420 nm, gunakan pereaksi air sebagai larutan referensi. Ukur absorpsi blanko yang tidak direfluks yang mengandung dikromat, dengan pereaksi air sebagai pengganti contoh uji, akan memberikan absorpsi dikromat awal. Perbedaan absorbansi antara contoh yang direfluks dan yang tidak direfluks adalah pengukuran KOK contoh uji. Plot perbedaan absorbansi antara blanko yang direfluks dan absorbansi larutan standar yang direfluks terhadap nilai KOK untuk masing-masing standar. Lakukan analisa duplo.

3 Perhitungan

Nilai KOK : sebagai mg /L O₂

Masukkan hasil pembacaan absorbansi contoh uji ke dalam kurva kalibrasi

Nilai KOK adalah hasil pembacaan konsentrasi contoh uji dari kurva kalibrasi.

Jaminan mutu dan pengendalian mutu

Jaminan mutu

- Gunakan bahan kimia pro analisa (pa).
- Gunakan alat gelas bebas kontaminasi.
- Gunakan alat ukur yang terkalibrasi.
- Gunakan air suling bebas organik untuk pembuatan blanko dan larutan kerja.
- Dikerjakan oleh analis yang kompeten.
- Lakukan analisis dalam jangka waktu yang tidak melampaui waktu simpan maksimum 7 hari.

4.2 Pengendalian mutu

- Linieritas kurva kalibrasi (r) harus lebih besar atau sama dengan 0,995.
- Lakukan analisis blanko untuk kontrol kontaminasi. Kandungan organik (nilai KOK) dalam larutan blanko harus lebih kecil dari batas deteksi.
- Lakukan analisis duplo untuk kontrol ketelitian analisis. Perbedaan persen relatif (*Relative Percent Different, RPD*) terhadap dua penentuan (replikasi) adalah lebih kecil atau sama dengan 5%, dengan menggunakan persamaan berikut :

$$RPD = \frac{(X_1 - X_2)}{(X_1 + X_2)/2} \times 100\%$$

dengan pengertian:

- X_1 adalah konsentrasi KOK pada penentuan pertama;
 X_2 adalah konsentrasi KOK pada penentuan ke dua.

Bila nilai RPD lebih besar dari 5%, pengujian harus diulang.

5 Rekomendasi

Kontrol akurasi dapat dilakukan dengan salah satu dari berikut ini:

- Analisis *SRM*.
- Lakukan analisis *SRM* (*Standard Reference Material*) untuk kontrol akurasi.
- Analisis blind sample.
- Kisaran persen temu balik adalah 85% sampai dengan 115% atau sesuai dengan kriteria dalam sertifikat CRM.
- Buat kartu kendali (*control chart*) untuk akurasi analisis.

Lampiran A
(normatif)
Pelaporan

Catat pada buku kerja hal-hal sebagai berikut.

- 1) Parameter yang dianalisis.
- 2) Nama analisis.
- 3) Tanggal analisis.
- 4) Rekaman hasil pengukuran duplo, triplo dan seterusnya.
- 5) Rekaman kurva kalibrasi atau kromatografi.
- 6) Nomor contoh uji.
- 7) Tanggal penerimaan contoh uji.
- 8) Batas deteksi.
- 9) Rekaman hasil perhitungan.
- 10) Hasil pengukuran persen *spike matrix* dan *CRM* atau *blind sample* (bila dilakukan).
- 11) Kadar kebutuhan oksigen kimiawi (KOK) dalam contoh uji.



Bibliografi

Lenore S.Clesceri et al. "Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water", 20th Edition, 1998, Metode 5220 D (Closed Reflux, Colorimetric Method) .



Hasil Pengukuran TSS

Hari ke 0								
Dosis	Kosong			Rata-rata	Isi			Rata-rata
Inlet	1.2154	1.2130	1.2176	1.2153	1.2398	1.2435	1.2463	1.2432
Hari ke 1								
Dosis	Kosong			Rata-rata	Isi			Rata-rata
0	1.2436	1.2311	1.2454	1.2400	1.2634	1.2425	1.2521	1.2527
5	1.2283	1.2355	1.2269	1.2302	1.2596	1.2486	1.2495	1.2526
15	1.2154	1.1992	1.2248	1.2131	1.2361	1.2309	1.2246	1.2305
25	1.2529	1.2267	1.2446	1.2414	1.2678	1.2597	1.2488	1.2588
35	1.2118	1.2125	1.2243	1.2162	1.2356	1.2346	1.2253	1.2318
45	1.2458	1.2167	1.2375	1.2333	1.2671	1.2561	1.2575	1.2602
Hari ke 2								
Dosis	Kosong			Rata-rata	Isi			Rata-rata
0	1.2315	1.2288	1.2158	1.2254	1.2307	1.2356	1.2324	1.2329
5	1.2438	1.2436	1.2305	1.2393	1.2312	1.2412	1.2375	1.2366
15	1.2497	1.2562	1.2432	1.2497	1.2470	1.2617	1.2507	1.2531
25	1.2563	1.2636	1.2521	1.2573	1.2552	1.2721	1.2652	1.2642
35	1.2553	1.2644	1.2467	1.2555	1.2690	1.2668	1.2597	1.2652
45	1.2633	1.2784	1.2565	1.2661	1.2565	1.2798	1.2644	1.2669
Hari ke 3								
Dosis	Kosong			Rata-rata	Isi			Rata-rata
0	1.2209	1.2157	1.2162	1.2176	1.2114	1.2059	1.2483	1.2219
5	1.2355	1.2257	1.2331	1.2314	1.2128	1.2051	1.2350	1.2176
15	1.2396	1.2255	1.2424	1.2358	1.2236	1.2158	1.2510	1.2301
25	1.2652	1.2605	1.2721	1.2659	1.2475	1.2436	1.2450	1.2454
35	1.2595	1.2471	1.2467	1.2511	1.2501	1.2450	1.2533	1.2495
45	1.2566	1.2434	1.2660	1.2553	1.2513	1.2462	1.2479	1.2485
Hari ke 4								
Dosis	Kosong			Rata-rata	Isi			Rata-rata
0	1.2319	1.2132	1.2315	1.2255	1.2322	1.2272	1.225	1.2281
5	1.2275	1.2453	1.2279	1.2336	1.2222	1.2158	1.2236	1.2205
15	1.2451	1.2224	1.2302	1.2326	1.237	1.231	1.2315	1.2332
25	1.2396	1.216	1.2216	1.2257	1.2332	1.2262	1.2542	1.2379
35	1.2380	1.2165	1.2202	1.2249	1.2392	1.2348	1.2622	1.2454
45	1.2432	1.2264	1.2311	1.2336	1.2371	1.2302	1.2645	1.2439
Hari ke 5								
Dosis	Kosong			Rata-rata	Isi			Rata-rata
0	1.1894	1.1856	1.1916	1.1889	1.2048	1.2108	1.2216	1.2124
5	1.2018	1.1948	1.2057	1.2008	1.2116	1.2164	1.223	1.2170
15	1.2120	1.2107	1.2142	1.2123	1.2098	1.215	1.2228	1.2159
25	1.2180	1.2114	1.2232	1.2175	1.2238	1.2371	1.2433	1.2347
35	1.2142	1.2074	1.2138	1.2118	1.2343	1.2328	1.245	1.2374
45	1.2114	1.2087	1.2148	1.2116	1.2318	1.2312	1.2446	1.2359

Hari ke 6								
Dosis	Kosong			Rata-rata	Isi			Rata-rata
0	1.2172	1.2008	1.2106	1.2095	1.2083	1.2108	1.2065	1.2085
5	1.2018	1.191	1.1909	1.1946	1.204	1.2154	1.2024	1.2073
15	1.2162	1.2046	1.2182	1.2130	1.2221	1.2245	1.2145	1.2204
25	1.2191	1.2022	1.2268	1.2160	1.2284	1.2305	1.2228	1.2272
35	1.2278	1.2114	1.2294	1.2229	1.2294	1.2456	1.2512	1.2421
45	1.2386	1.2192	1.236	1.2313	1.236	1.2572	1.2587	1.2506
Hari ke 7								
Dosis	Kosong			Rata-rata	Isi			Rata-rata
0	1.2315	1.2214	1.2168	1.2232	1.2293	1.2172	1.2325	1.2263
5	1.2190	1.2295	1.203	1.2172	1.2201	1.2132	1.2223	1.2185
15	1.2117	1.2198	1.1988	1.2101	1.2003	1.2044	1.211	1.2052
25	1.2123	1.2008	1.1928	1.2020	1.2017	1.1987	1.206	1.2021
35	1.2346	1.2325	1.2202	1.2291	1.2292	1.2242	1.2302	1.2279
45	1.2428	1.242	1.2245	1.2364	1.2398	1.2451	1.2336	1.2395

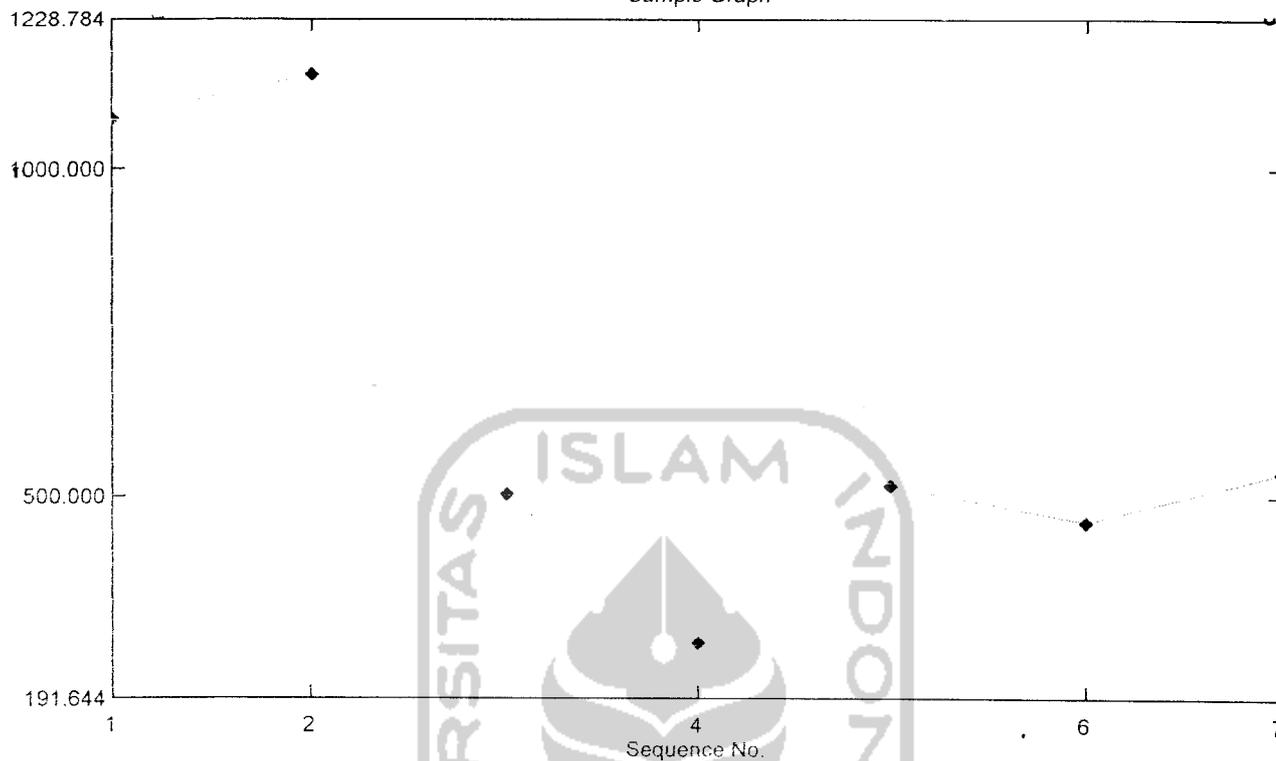


Sample Table Report

02/24/2007 09:53:56 AM

File Name: F:\Anwar\Anwar Kontrol.pho

Sample Graph



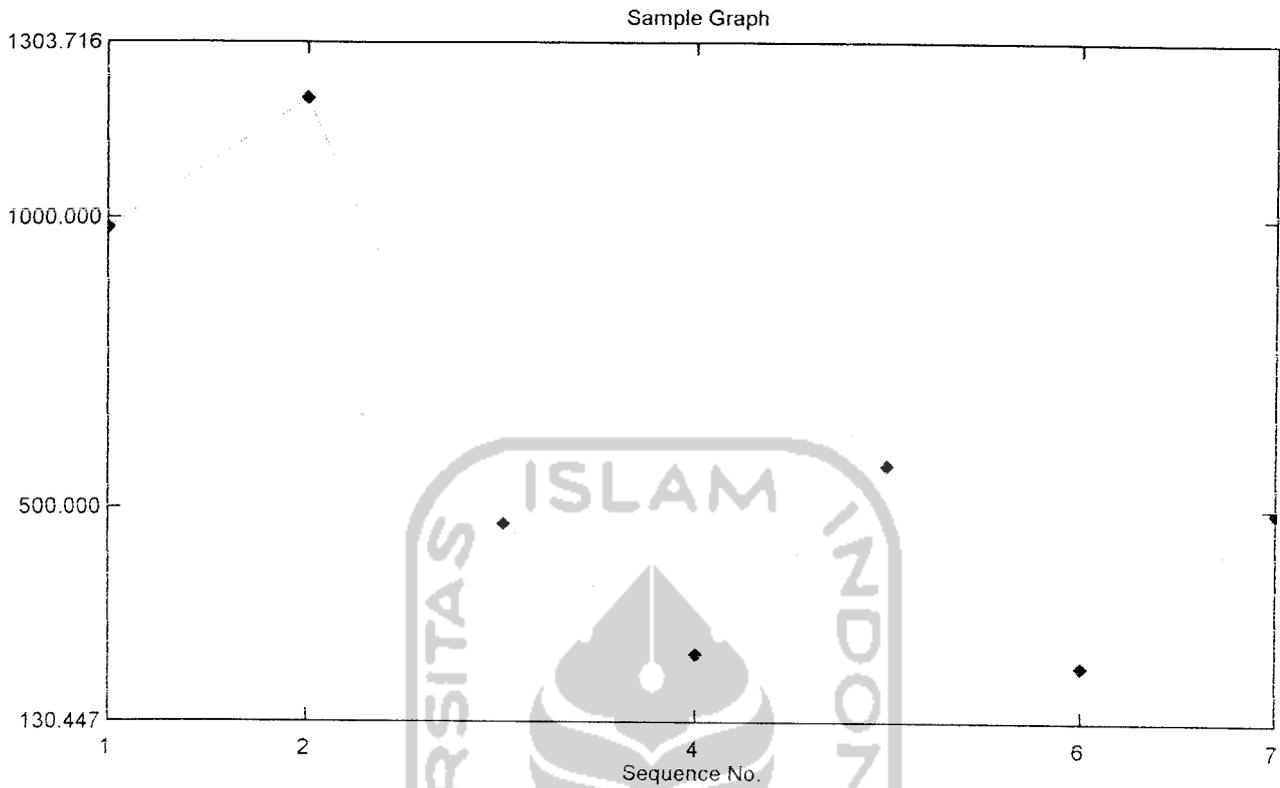
Sample Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
Awal	Unknown		1076.734	0.255	
Kontrol H 2	Unknown		1142.356	0.271	
Kontrol H 3	Unknown		502.410	0.118	
Kontrol H 4	Unknown		278.072	0.064	
Kontrol H 5	Unknown		515.636	0.121	
Kontrol H 6	Unknown		461.714	0.108	
Kontrol H 7	Unknown		536.493	0.126	

Sample Table Report

02/24/2007 09:52:26 AM

File Name: F:\Anwar\5 gr.pho



Sample Table

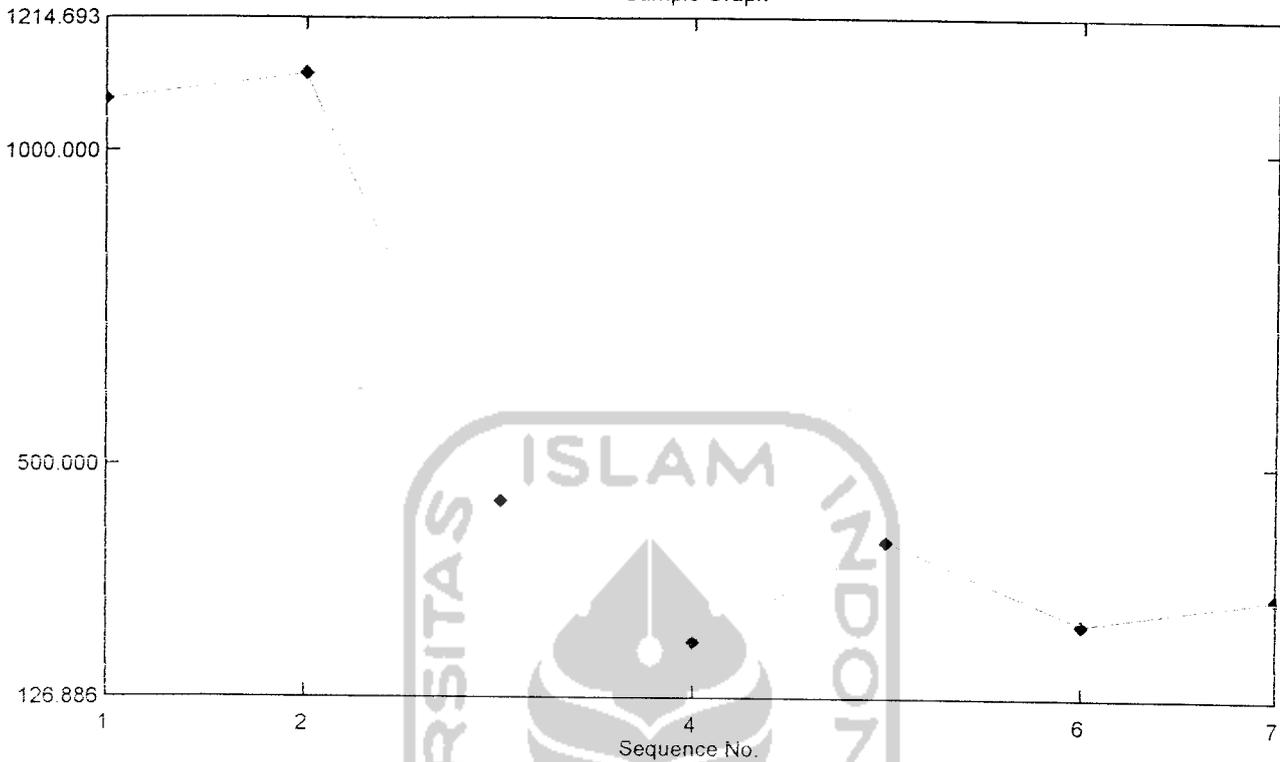
Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
Hari 1	Unknown		981.098	0.232	
Hari 2	Unknown		1205.944	0.286	
Hari 3	Unknown		471.379	0.110	
Hari 4	Unknown		249.076	0.057	
Hari 5	Unknown		572.102	0.134	
Hari 6	Unknown		228.220	0.052	
Hari 7	Unknown		492.236	0.115	

Sample Table Report

02/24/2007 09:54:11 AM

File Name: F:\Anwar\15 gr.pho

Sample Graph



Sample Table

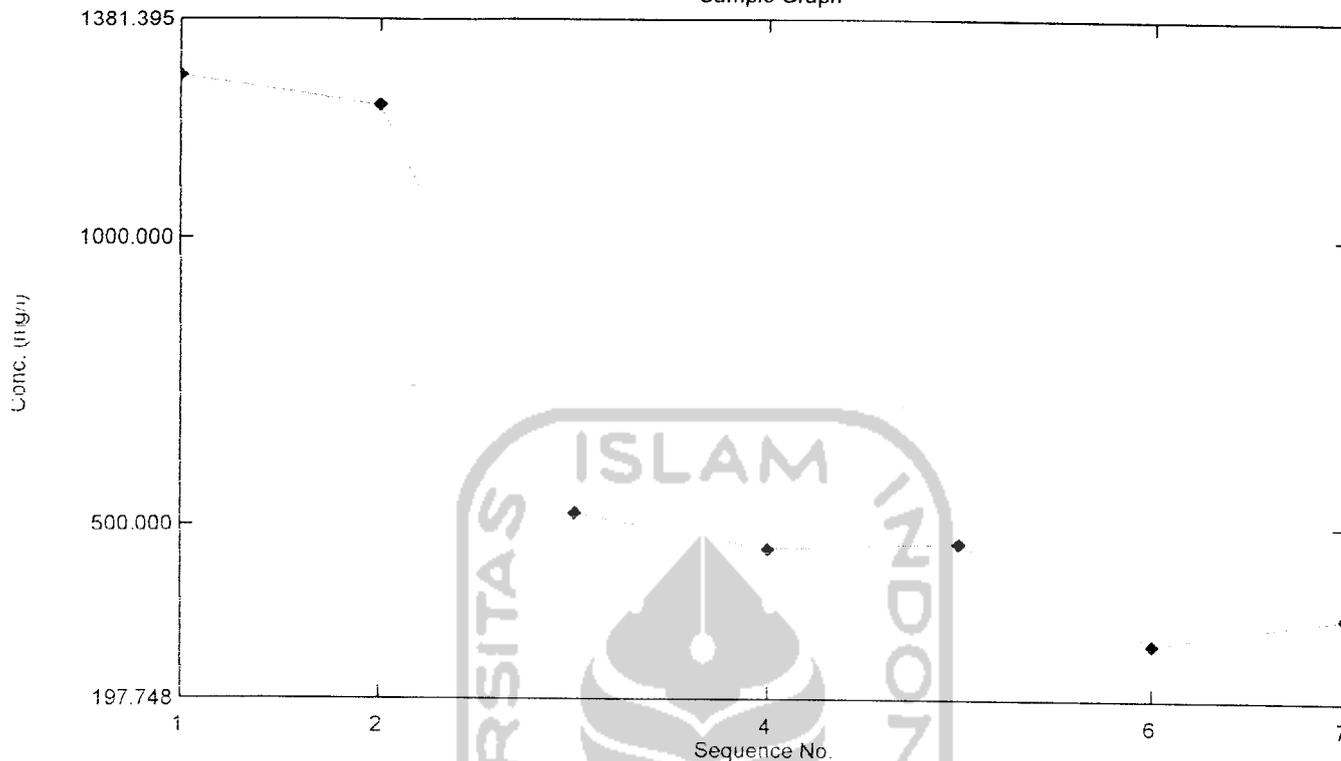
Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
Hari 1	Unknown		1082.838	0.257	
Hari 2	Unknown		1124.043	0.267	
Hari 3	Unknown		441.365	0.103	
Hari 4	Unknown		217.537	0.049	
Hari 5	Unknown		377.778	0.088	
Hari 6	Unknown		246.533	0.056	
Hari 7	Unknown		289.772	0.067	

Sample Table Report

02/24/2007 09:51:28 AM

File Name: F:\Anwar\25 gr.pho

Sample Graph



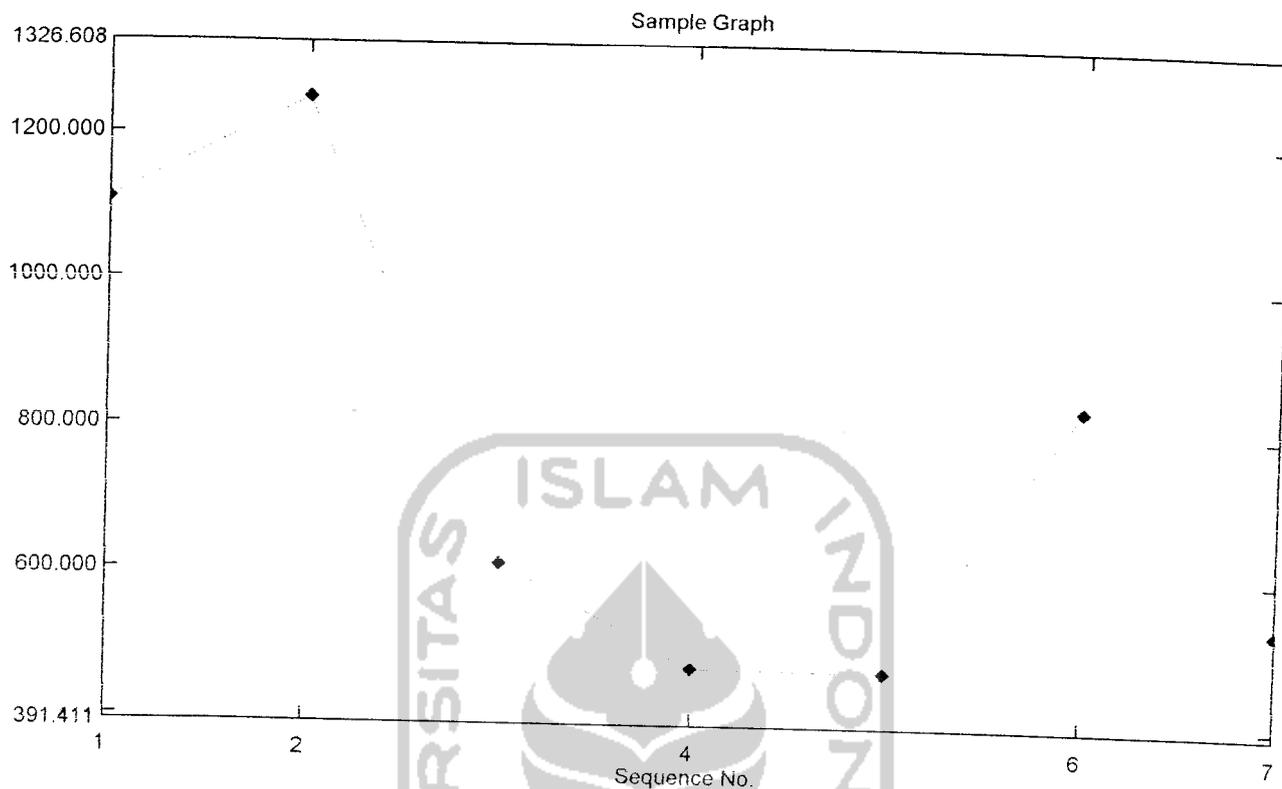
Sample Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
Hari 1	Unknown		1282.758	0.305	
Hari 2	Unknown		1229.853	0.292	
Hari 3	Unknown		521.740	0.122	
Hari 4	Unknown		460.696	0.108	
hari 5	Unknown		470.361	0.110	
Hari 6	Unknown		296.386	0.068	
hari 7	Unknown		344.203	0.080	

Sample Table Report

02/24/2007 09:56:13 AM

File Name: F:\Anwar\35 gr.pho



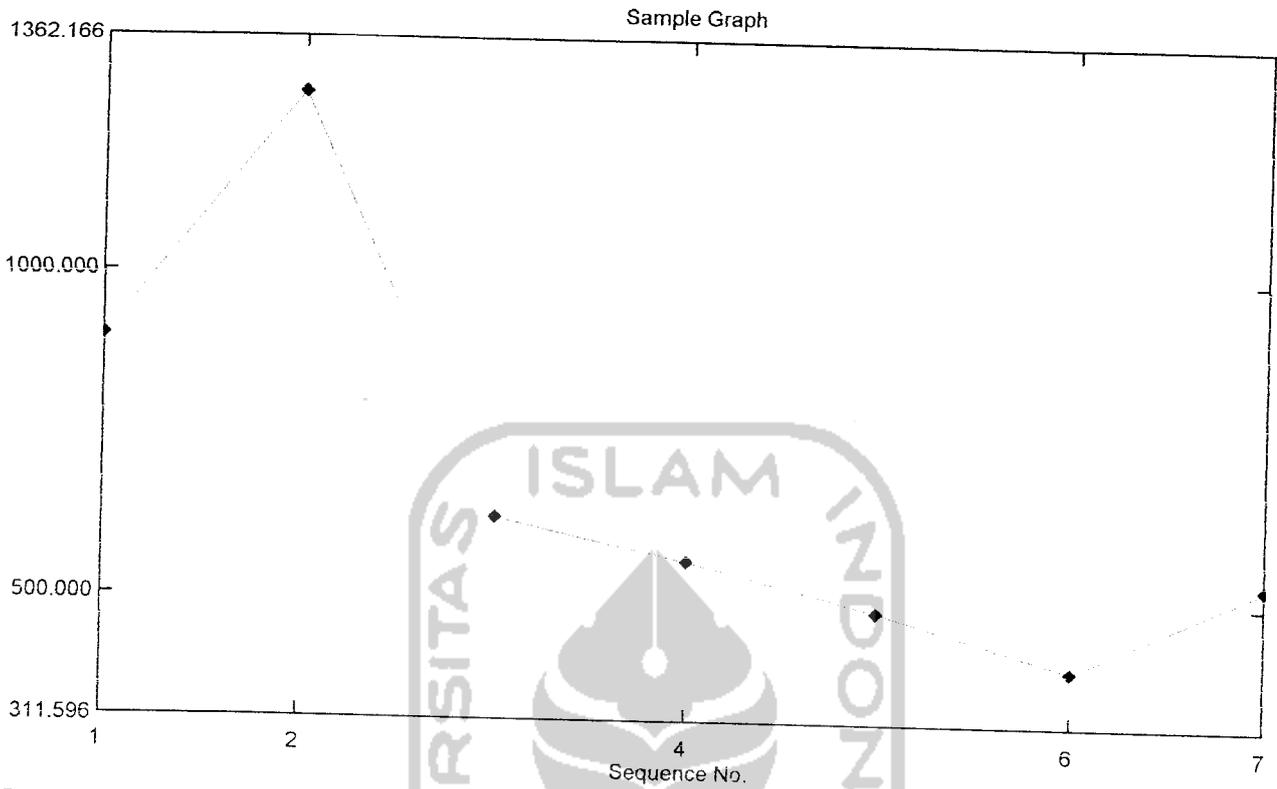
Sample Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
Hari 1	Unknown		1109.799	0.263	
Hari 2	Unknown		1248.675	0.297	
Hari 3	Unknown		613.307	0.144	
Hari 4	Unknown		470.361	0.110	
Hari 5	Unknown		469.344	0.110	
Hari 6	Unknown		834.083	0.197	
Hari 7	Unknown		534.458	0.125	

Sample Table Report

02/24/2007 09:58:15 AM

le Name: F:\Anwar\45 gr.pho

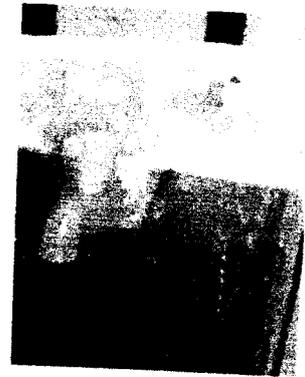


Sample Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
Hari 1	Unknown		900.214	0.213	
Hari 2	Unknown		1274.618	0.303	
Hari 3	Unknown		623.989	0.147	
Hari 4	Unknown		559.893	0.131	
Hari 5	Unknown		485.114	0.113	
Hari 6	Unknown		399.143	0.093	
Hari 7	Unknown		530.388	0.124	



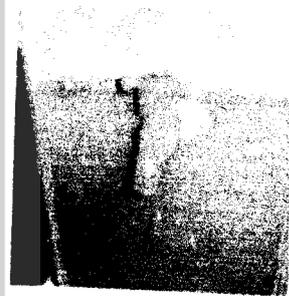
Kondisi reaktor 1 (kontrol)
pada hari ke 7



Kondisi reaktor 2 (dosis 5 gr)
pada hari ke 7



Kondisi reaktor 3 (dosis 15 gr)
pada hari ke 7



Kondisi reaktor 4 (dosis 25 gr)
pada hari ke 7

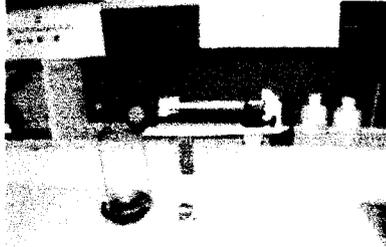


Kondisi reaktor 5 (dosis 35 gr)
pada hari ke 7



Kondisi reaktor 6 (dosis 45 gr)
pada hari ke 7

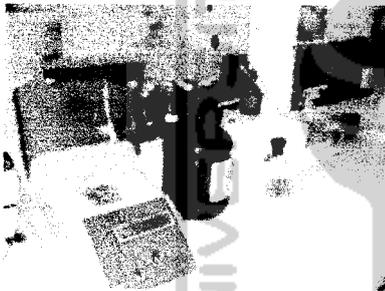




Neraca lengan



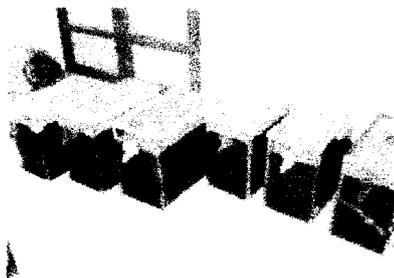
Alat dan bahan uji TSS



Alat dan bahan uji COD



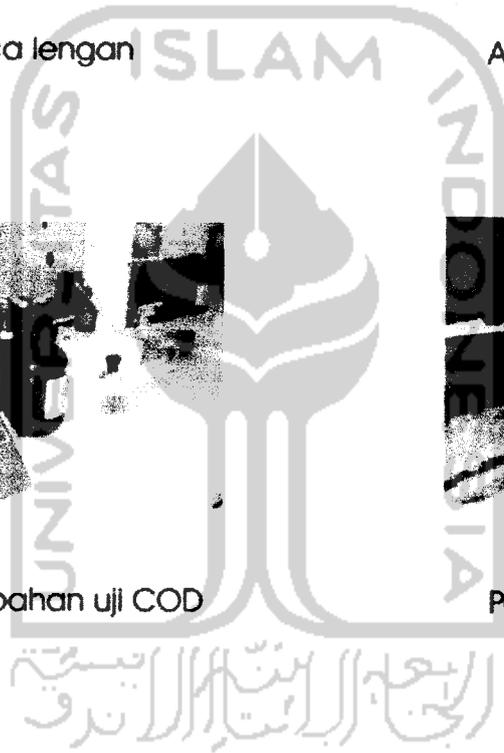
Pengujian sampel TSS



Reaktor septik



Mobil sedot tinja
UD. Jaya Sevia



KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	NAMA	NO MHS	PRODI
1	Khairul Anwar	99513025	Teknik Lingkungan
2			

JUDUL TUGAS AKHIR : Efektifitas Bionic dalam menurunkan BOD. COD pada Tinja di dalam saptitank

PERIODE : IV

TAHUN : Genap 2005/2006

No	kegiatan	Bulan Ke ;					
		Mei	Juni	Juli	Agt	Sep	Nov
1	Pendaftaran						
2	Penentuan Dosen pembimbing						
3	Pembuatan Proposal						
4	Seminar proposal						
5	Konsultasi Penyusunan TA						
6	Sidang - sidang						
7	Pendadaran						

DOSEN PEMBIMBIG I : Ir. H. Kasam, MT
 DOSEN PEMBIMBIG II : Hudori, ST
 DOSEN PEMBIMBIG III :

Yogyakarta, 08 November 2006
 Koordinator TA



(Eko Siswoyo, ST)

Catatan

Seminar :
 Sidang : 16 - 04 - 2007
 Pendadaran : 01 - 05 - 2007

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

No	Tanggal	Catatan Konsultasi	Tanda Tangan	
			Pemb I	Pemb II
	02/4 '07	- Buat general - Bab IV diperbaiki jgn langsung hasilnya ditampilkan		
	11/4 '07	- Prop. untuk berinus		
	14/4 '07	- Seminar		
	27/4 '07	- Laporan OK - Jibid.		