

TA/TL/2006/0132

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIHARTO	
TGL. TERIMA :	25 April 2007
NO. JUDDL :	80 23 80
NO. INV. :	512800238000
NO. INDUK :	

TUGAS AKHIR

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

**Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
untuk memenuhi sebagai persyaratan memperoleh
Derajat Sarjana Teknik Lingkungan**



Oleh :

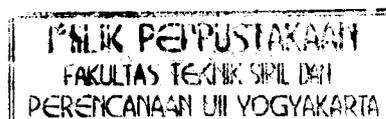
Nama : Ony Fristianto

No. MHS : 01 513 072

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

JOGJAKARTA

2006



HALAMAN PERSEMBAHAN

This minithesis presented :

For My Parents :

Ayahanda Subagyo dan Bunda Eny Hartini

For My Sister and Brother :

Dwina Retno Asih

Bagus Trihertanto

For My Beloved

Dian Artharini Nasution

Motto

*Berusahalah semampu apa yang
Kamu miliki dan pahami
Jangan menyerah sebelum kamu melakukan
Apa yang terbaik untuk dirimu
Dan jangan menyesal
jika Yang kita dapatkan
Tidak seperti yang kita inginkan
Karena kita hanyalah
Seorang hamba
Dan yang mengerti dan memahami
Yang terbaik untuk kita
Hanyalah pencipta yang maha segalanya
Yaitu Allah SWT*

KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah penulis panjatkan kepada kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul ” **EFEKTIFITAS STARBIO PLUS DALAM MENURUNKAN TSS, DAN COD PADA TINJA DI DALAM SEPTIC TANK** ”

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat dalam mencapai gelar Sarjana Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada yang terhormat:

1. **Bapak Prof. Dr. Drs. Edy Suandi Hamid, MEd** selaku Rektor Universitas Islam Indonesia.
2. **Bapak Dr. Ir. H. Ruzardi, MS** selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
3. **Bapak Luqman Hakim, ST., M.Si.** selaku dosen dan Kepala Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
4. **Bapak H. Kasam, MT** selaku dosen Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia dan Pembimbing I Tugas Akhir
5. **Bapak Hudori, ST** selaku dosen Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia dan Pembimbing II Tugas Akhir

6. **Bapak Eko Siswoya, ST** selaku dosen dan Sekretaris Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
7. **Bapak Andik Yulianto, ST** selaku dosen Jurusan Teknik Lingkungan
8. **Mas Agus Adi Prananto** Bagian pengajaran Jurusan Teknik Lingkungan
9. **Mas Iwan Amd** selaku Laboran di Laboratorium Kualitas Lingkungan
10. Kedua Orang tua dan keluarga penulis untuk semua bantuan, perhatian, dukungan dan doa yang selalu diberikan.
11. Dian Artharini Nasution "Bundaku" tercinta makasih buat semuanya
12. Mokhamad Haryadi Saputro buat komputer dan segala yang tersaji didalamnya
13. Teman-temanku: Anak-anak *Soul Brother* (Puput, Ciponk, Iari, Jacky, Lobo, Suko, Bayu, Teguh), Serta teman-teman Lingkungan "01" pada khususnya dan seluruh anak lingkungan pada umumnya.

Semoga budi baik yang telah diberikan kepada penulis mendapatkan imbalan dan berkah dari-Nya, Amin. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulis ini jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun.

Akhir kata, mudah-mudahan skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya

Jogjakarta, Desember 2006

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
MOTTO	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAKSI	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Starbio Plus	5
2.1.1. Manfaat <i>New</i> Starbio Plus.....	7

2.1.2.	Melenyapkan Bau.....	9
2.2.	Sumber Air Limbah Rumah Tangga.....	11
2.2.1.	Karakteristik Air Limbah	12
2.3.	<i>Septic Tank</i>	14
2.4.	Dekomposisi Tinja.....	18
2.5.	Desain <i>Septic Tank</i>	21
2.6.	TSS	24
2.7.	COD.....	26
2.8.	Mikrobiologi.....	28
2.8.1.	Peranan Mikroba.....	28
2.8.2.	Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroba.....	29
2.9.	<i>Bacillus thuringiensis</i>	34
2.9.1.	Mekanisme Patogenitas.....	35
2.9.2.	Cara Isolasi.....	35
2.9.3.	Penapisan Isolate yang Toksik.....	36
2.9.4.	Cara Perbanyakkan.....	37
2.9.5.	Potensi Sebagai Bioinsektisida.....	37
2.9.6.	Peluang.....	37

BAB III METODE PENELITIAN

3.1.	Jenis Penelitian	39
3.2.	Objek Penelitian	39
3.3.	Lokasi Penelitian	39

3.4.	Waktu Penelitian.....	39
3.5.	Variabel Penelitian.....	40
	3.5.1. Variabel bebas.....	40
	3.5.2. Variabel terikat.....	40
3.6.	Desain Reaktor.....	40
3.7.	Metodologi Penelitian.....	42
3.8.	Tahapan Penelitian.....	43
	3.8.1. Studi Literatur.....	43
	3.8.2. Persiapan Penelitian.....	43
3.9.	Analisa Laboratorium.....	43
3.10.	Analisa Data.....	44

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1.	Hasil Pengujian COD.....	45
4.2.	Efisiensi Removal COD.....	50
4.3.	Hasil Pengujian TSS	56
4.4.	Efisiensi Removal TSS.....	63
4.5.	Pembahasan.....	69
	4.5.1. Penurunan COD.....	69
	4.5.2. Penurunan TSS.....	76

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1.	Kesimpulan	82
5.2.	Saran	82

DAFTAR PUSTAKA 83

LAMPIRAN 84



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. <i>Septic Tank</i>	23
Gambar 2. Kurva Pertumbuhan Bakteri.....	33
Gambar 2. Desain Reaktor Pada Kegiatan Penelitian.....	41
Gambar 3. Diagram Alir Penelitian.....	42
Gambar 4. Grafik Konsentrasi COD reaktor 1 dan reaktor 2 pada dosis 30 gr	46
Gambar 5. Grafik Konsentrasi COD reaktor 1 dan reaktor 2 pada dosis 40 gr	47
Gambar 6. Grafik Konsentrasi COD reaktor 1 dan reaktor 2 pada dosis 50 gr	48
Gambar 7. Grafik Konsentrasi COD reaktor 1 dan reaktor 2 pada dosis 60 gr	49
Gambar 8. Grafik Konsentrasi COD reaktor 1 dan reaktor 2 pada dosis 70 gr	50
Gambar 9. Efisiensi Removal COD antara reaktor 1 dengan reaktor 2 pada dosis 30 gr.....	51
Gambar 10. Efisiensi Removal COD antara reaktor 1 dengan reaktor 2 pada dosis 40 gr	52
Gambar 11. Efisiensi Removal COD antara reaktor 1 dengan reaktor 2 pada dosis 50 gr	53

Gambar 12. Efisiensi Removal COD antara reaktor 1 dengan reaktor 2 pada dosis 60 gr	54
Gambar 13. Efisiensi Removal COD antara reaktor 1 dengan reaktor 2 pada dosis 70 gr	55
Gambar 14. Grafik Konsentrasi TSS reaktor 1 dan reaktor 2 pada dosis 30 gr.....	57
Gambar 15. Grafik Konsentrasi TSS reaktor 1 dan reaktor 2 pada dosis 40 gr.....	58
Gambar 16. Grafik Konsentrasi TSS reaktor 1 dan reaktor 2 pada dosis 50 gr.....	60
Gambar 17. Grafik Konsentrasi TSS reaktor 1 dan reaktor 2 pada dosis 60 gr.....	61
Gambar 18. Grafik Konsentrasi TSS reaktor 1 dan reaktor 2 pada dosis 70 gr.....	63
Gambar 19. Efisiensi Removal TSS antara reaktor 1 dengan reaktor 2 pada dosis 30 gr.....	64
Gambar 20. Efisiensi Removal TSS antara reaktor 1 dengan reaktor 2 pada dosis 40 gr.....	65
Gambar 21. Efisiensi Removal TSS antara reaktor 1 dengan reaktor 2 pada dosis 50 gr.....	66
Gambar 22. Efisiensi Removal TSS antara reaktor 1 dengan reaktor 2 pada dosis 60 gr.....	67
Gambar 23. Efisiensi Removal TSS antara reaktor 1 dengan reaktor 2 pada dosis 70 gr.....	68

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel I. Kualitas air Limbah Non Kakus (<i>Grey Water</i>) di Indonesia... 12	
Tabel II. Kualitas Air Limbah Rumah Tangga dari WC/Kakus di Indonesia..... 13	
Tabel III. Penggolongan bakteri menurut suhu..... 31	
Tabel IV. Contoh Pembelahan biner Bakteri tiap 15 menit..... 32	
Tabel V. Ciri dan Fase pada Kurva Pertumbuhan..... 34	
Tabel III Hasil Pengujian COD pada Inlet dan Outlet reaktor pada dosis 30 gr..... 45	
Tabel IV Hasil Pengujian COD pada Inlet dan Outlet reaktor pada dosis 40 gr 46	
Tabel V Hasil Pengujian COD pada Inlet dan Outlet reaktor pada dosis 50 gr 47	
Tabel VI. Hasil Pengujian COD pada Inlet dan Outlet reaktor pada dosis 60 gr 48	
Tabel VII. Hasil Pengujian COD pada Inlet dan Outlet reaktor pada dosis 70 gr..... 49	
Tabel VIII Efisiensi Removal Konsentrasi COD dengan dosis 30 gr.. 50	
Tabel IX Efisiensi Removal Konsentrasi COD dengan dosis 40 gr.. 51	
Tabel X Efisiensi Removal Konsentrasi COD dengan dosis 50 gr.. 52	
Tabel XI Efisiensi Removal Konsentrasi COD dengan dosis 60 gr.. 53	
Tabel XII Efisiensi Removal Konsentrasi COD dengan dosis 70 gr.. 54	

Tabel XIII	Konsentrasi TSS hasil pengukuran reaktor 1 pada dosis 30 gr.....	56
Tabel XIV	Konsentrasi TSS hasil pengukuran reaktor 2.....	56
Tabel XV	Konsentrasi TSS hasil pengukuran reaktor 1 pada dosis 40 gr.....	57
Tabel XVI	Konsentrasi TSS hasil pengukuran reaktor 2.....	58
Tabel XVII	Konsentrasi TSS hasil pengukuran reaktor 1 pada dosis 50 gr.....	59
Tabel XVIII	Konsentrasi TSS hasil pengukuran reaktor 2.....	59
Tabel XIX	Konsentrasi TSS hasil pengukuran reaktor 1 pada dosis 60 gr.....	60
Tabel XX	Konsentrasi TSS hasil pengukuran reaktor 2.....	61
Tabel XXI	Konsentrasi TSS hasil pengukuran reaktor 1 pada dosis 70 gr.....	62
Tabel XXII	Konsentrasi TSS hasil pengukuran reaktor 2.....	62
Tabel XXIII	Efisiensi Removal Konsentrasi TSS dengan dosis 30 gr...	63
Tabel XXIV	Efisiensi Removal Konsentrasi TSS dengan dosis 40 gr...	64
Tabel XXV	Efisiensi Removal Konsentrasi TSS dengan dosis 50 gr...	65
Tabel XXVI	Efisiensi Removal Konsentrasi TSS dengan dosis 60 gr...	66
Tabel XXVII	Efisiensi Removal Konsentrasi TSS dengan dosis 70 gr...	67

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. SNI M-03-1989-F
- Lampiran II SNI 06-6989.2-2004
- Lampiran III Hasil uji laboratorium



EFEKTIFITAS STARBIO PLUS DALAM MENURUNKAN TSS DAN COD PADA TINJA DI DALAM SEPTIC TANK

ABSTRAKSI

Kasam ¹⁾, Hudori ²⁾, Ony Fristianto ³⁾

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 system saluran pencernaan makanan manusia. Tinja juga dapat menyebabkan berbagai macam penyakit karena banyak mikroorganismenya yang menyebabkan penyakit terkandung di dalamnya, selain itu juga dapat menyebabkan pencemaran tanah dan air tanah. Beberapa indikator yang menunjukkan tingginya tingkat pencemar yaitu konsentrasi COD dan TSS. Berdasarkan alasan-alasan tersebut di atas, maka perlu dirancang suatu teknologi yang diharapkan dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi kadar COD dan TSS yang terdapat pada tinja. Pada penelitian ini dipilih teknologi dengan menggunakan Starbio Plus dengan komposisi 30gr, 40gr, 50gr, 60gr, dan 70gr pada volume 50 Liter. Starbio Plus adalah serbuk mikrobiologi yang dikembangkan oleh Lembah Hijau Multifarm, serbuk tersebut berisikan mikroorganismenya yang dapat bermanfaat untuk mengurangi volume *Septic tank* dengan memakan tinja yang berada di dalam *Septic tank*. Starbio Plus memiliki kelebihan-kelebihan seperti menghilangkan bau sekaligus menurunkan 60 – 70 % volume tinja dalam *septic tank* dalam waktu 7 – 10 hari, dan ramah lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah a) Untuk mengetahui besarnya kemampuan *Star Bio Plus* dalam menurunkan kadar TSS dan COD dalam tinja, b) Untuk mengetahui berapa dosis yang optimum untuk menurunkan TSS dan COD.

Pada penelitian dengan menggunakan Starbio Plus dan reaktor *septic tank*, sampel tinja yang telah ada dimasukkan ke dalam reaktor kemudian ditambahkan dengan starbio plus sesuai dengan dosis, setiap variasi dosis dilakukan selama satu minggu sedangkan pengambilan sampel dilakukan setiap hari selama satu minggu.

Terjadi kenaikan rata – rata konsentrasi COD tertinggi pada minggu pertama sebesar -105,05%, sedangkan kenaikan rata – rata konsentrasi TSS terjadi pada minggu kelima sebesar -114,48%. Penurunan rata – rata konsentrasi COD tertinggi terjadi pada minggu keempat sebesar 51,12%, sedangkan penurunan rata-rata konsentrasi TSS tertinggi terjadi pada minggu ketiga sebesar 66,84%.

Kata Kunci : Tinja, *Septic Tank*, Mikroorganismenya, TSS dan COD.

1. Staf pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Jogjakarta
2. Staf pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Jogjakarta
3. Mahasiswa Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Jogjakarta

**STARBIO PLUS EFFECTITIVITY
WITHIN DEGRADATION OF TSS AND COD AT FECES
IN SEPTIC TANK**

ABSTRACT

Kasam ¹⁾, Hudori ²⁾, Ony Fristianto ³⁾

Human sewage equals feces, one of human body sewage which come from rectum. Feces one of remain materials from digestion in human digestion system. Feces can also occasion many kind of disease which come from mikroorganism in feces, beside that can cause polution for water and groundwater. Some indication which indicate pollutant level is COD and TSS. With all of the reason, we need to take technology that hope can used for decrease concentration of TSS and COD in feces. On this research technology that used is starbio plus with composition of 30gr, 40gr, 50gr, 60gr, and 70gr at 50 liter sample. Starbio plus are microbiology pollen which developed by Lembah Hijau Mutifarm, that pollen containing mikroorganism which useful to decrease septic tank volume with devour feces in septic tank. Starbio plus have excess like omit odor therewith decrease 60 – 70% feces volume in septic tank inside of 7 – 10 days, and save for environment. The purpose of the research are : a) To know ability of starbio plus in decrease TSS and COD in feces. b) To know the best dossage from starbio plus to decrease TSS and COD.

In this research using starbio plus and septic tank reactor, insert feces sample to reactor then added starbio plus accord with dose, do every dose variation in one week with every day used to take sample in one week

The COD concentrate is increase optimum at first week equals -105,05% then for TSS optimum increase at fifth week equals -114.48%. The COD concentrate is decrease optimum at fouth week equals 51,12% and for TSS got the optimum decrease at third week equals 66,84%

Key Word : Feces, Septic Tank, Mikroorganism, TSS and COD.

-
1. Staf pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Jogjakarta
 2. Staf pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Jogjakarta
 3. Mahasiswa Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Jogjakarta

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

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 system saluran pencernaan makanan manusia. Tinja merupakan bahan buangan yang sangat dihindari oleh manusia untuk berkontak karena sifatnya yang menimbulkan kesan jijik 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. Pembuangan tinja manusia yang tidak ditangani sebagaimana mestinya menimbulkan pencemaran permukaan tanah serta air tanah yang berpotensi menjadi penyebab timbulnya penularan berbagai macam penyakit saluran pencernaan.

Berbagai dampak negative pada kehidupan manusia dan lingkungan yang dapat ditimbulkan oleh tinja, sadar 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 negative 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 negative atau dampak positif yang akan dirasakan oleh manusia sebagai individu atau kelompok, ditentukan oleh manusia itu sendiri. Atas dasar itu, 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.

Untuk mengatasi dan mengurangi dampak dari tinja tersebut maka digunakan septik tank dimana septik tank merupakan salah satu teknologi *on site wastewater treatment*. Penggunaan septik 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 septik tank.

Beberapa permasalahan yang mengganggu Sistem Pembuangan Air Limbah Individu

1. Pemilihan system yang kurang tepat
2. Kapasitas yang kurang memadai (*undersize*)
3. Konstruksi yang salah
4. Kurang pemeliharaan

Kapasitas dari septik tank akan mempengaruhi waktu pengurasan atau pengambilan lumpur atau *slugde* yang telah mengendap di dalam septik tank. Lumpur atau *sludge* yang mengendap di dalam septik tank harus dikeluarkan karena jika tidak akan mengganggu proses pengaliran air dari septik tank menuju sumur peresapan, dari hal inilah terbentuk suatu ide dari Lembah Hijau Multifarm untuk dapat mengurangi timbunan lumpur atau *sludge* yang berada dalam septik tank sehingga waktu pengurasan akan lebih lama dan mengurangi biaya perawatan, selain itu air yang berada di septik tank dapat lancar mengalir ke sumur peresapan karena tidak adanya penyumbatan oleh lumpur atau *slugde* dari tinja yang telah mengerak di saluran. Produk dari Lembah Hijau Multifarm ini disebut dengan *Starbio Plus*, yang mengandung mikroba pengurai dan berfungsi untuk mempercepat proses dekomposisi atau penguraian bahan organik.

1.2. Rumusan Masalah

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

- a. Seberapa besar kemampuan *Star Bio Plus* dalam menurunkan TSS dan COD?
- b. Berapa dosis *Star Bio Plus* yang optimum dalam menurunkan TSS dan COD?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Untuk mengetahui besarnya kemampuan *Star Bio Plus* dalam menurunkan kadar TSS dan COD dalam tinja.
- b. Untuk mengetahui berapa dosis yang optimum untuk menurunkan TSS dan COD

1.4. 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 30 gr, 40 gr, 50 gr, 60 gr, 70 gr pada volume 50 liter.
- b. Sumber tinja yang digunakan adalah berasal dari U.D. Seva jaya Jl. Pandega Marta 66 Yogyakarta
- c. Paramater yang diukur adalah TSS dan COD

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

- a. Memberikan salah satu alternatif teknologi dalam menurunkan kadar TSS dan COD pada tinja dalam septik tank.
- b. Sebagai referensi kepada penelitian berikutnya agar mencoba berbagai variasi percobaan, sehingga nantinya akan mendapatkan data yang lebih lengkap tentang kemampuan *Star Bio Plus* dalam menurunkan kadar TSS dan COD dalam tinja.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. STAR BIO PLUS

Aktivasi agrobisnis telah dilakukan oleh Lembah Hijau Multifarm (LHM) sejak tahun 1981, mulai berdiri sebagai perusahaan agrobisnis pada tahun 1985 dengan nama CV. Lembah Hijau Multifarm (LHM), meliputi kegiatan sebagai berikut :

1. Peternakan sapi perah
2. Pertanian
3. Perikanan
4. Pengembangan teknologi *Starbio*

Prinsip yang diterapkan akan 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 millennium 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 *Starbio* yang merupakan kumpulan mikroorganisme yang mampu bekerja secara sinergi. *Starbio* selanjutnya mengalami pengembangan sebagai hasil penelitian secara terus menerus. Saat ini turunan *Starbio* yang telah berhasil dikembangkan adalah :

1. *Starbio* ternak digunakan sebagai campuran pakan ternak untuk meningkatkan hasil dan efisiensi penggunaan pakan.
2. *Starbio* super sebagai penyempurna penyerapan nutrisi pakan pada budidaya ternak udang.
3. *Stardec* digunakan sebagai bakteri dekomposisi limbah dan kotoran ternak untuk dijadikan kompos yang akan memperkaya unsur hara tanah.
4. *New Starbio Plus* berguna dalam mengurai tinja dalam septik tank untuk menjaga umur dan volume septik tank sesuai dengan kapasitas.

New Starbio Plus berupa serbuk mikrobiologi hasil pengembangan bioteknologi yang terbuat dari tanaman, rerumputan dan tanah hutan. Fungsi utamanya adalah untuk mempercepat proses dekomposisi (penguraian) dan menghilangkan bau. Proses dekomposisi yaitu proses pembusukan yang terjadi pada sisa kehidupan seperti sampah, bangkai apabila dikubur di dalam tanah maka setelah 3 – 12 bulan akan berbau lagi, namun bila menggunakan *New Starbio Plus*

proses tersebut akan dipercepat sebab mikrobianya adalah bibit unggul yang dalam proses pembuatannya terseleksi secara ketat.

Jadi dengan menggunakan *New Starbio plus* kedalam *septic tank* maka :

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

2.1.1. Manfaat New Star Plus

1. Menghilangkan bau sekaligus menurunkan 60 – 70 % volume tinja dalam *septic tank* dalam waktu 7 – 10 hari.
2. Menguraikan kerak – kerak tinja yang menempel pada pipa, dinding dan dasar *septic tank*.
3. Mencegah menempelnya kotoran disaluran cucian, piring, toilet, dan selokan, sekaligus menghilangkan baunya.
4. Menetralisir dan menghilangkan bau limbah.

New Starbio plus sangat aman digunakan dan tanpa efek samping, sebab sesungguhnya mikroba pengurai dalam *New Starbio plus* sudah ada di dalam *septic tank*.

Mikroba pengurai adalah makhluk bersel satu yang hidup disekitar kita. Sebagian orang menyebutnya bakteri tanah, juga di dalam *septic tank* kita.

Keberadaannya sangat kita perlukan karena mikroba tersebut bertugas menguraikan sisa - sisa bahan organik (tinja, sampah, bangkai, limbah) menjadi zat/partikel yang aman bagi lingkungan.

Mikroba sebenarnya nama untuk menyebut makhluk-makhluk kecil semacam bakteri, jamur, ataupun ganggang. Makhluk ini berukuran 0,0001 - 0,01 cm. Tubuh manusia, misalnya, menjadi lahan subur bagi jutaan mikroba. Dari lidah sampai gigi saja bisa didapati ribuan makhluk mini itu. Mulai dari bakteri, jamur, sampai virus.

Mikroba telah ada sejak jutaan tahun lalu karena mereka mampu beradaptasi terhadap perubahan lingkungan. mikroba berada di mana-mana, dalam lingkungan ekstrem sekalipun.

Sebagai misal, para ilmuwan menemukan mikroba yang hidup di sumber air panas di Taman Nasional Yellowstone, AS. Mikroba ini memangsa gas hidrogen dan sulfur dan bernapas dengan mengeluarkan hidrogen sulfida, gas yang berbau seperti telur busuk. Mikroba lain hidup di retakan tanah vulkanik di bawah palung laut yang sangat dalam. Di tempat seperti itu tak ada sinar. Air yang ada dipenuhi dengan arsenik, sulfur, dan zat-zat kimia lain yang sangat beracun. Bahkan para ilmuwan percaya bakteri mungkin hidup di planet Mars.

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. Baginya limbah yang berupa

tinja justru merupakan sumber makanan favoritnya. Dengan tersedianya makanan itu mikroba bakal berkembang biak dengan cepat sampai persediaan makanan habis. Dalam hal limbah tinja bakteri akan memangsa tinja sampai volumenya mengecil.

2.1.2. Melenyapkan Bau

Secara kimiawi di dalam tinja terdapat sisa-sisa karbohidrat, protein, lemak, dan senyawa-senyawa lain. Senyawa-senyawa inilah yang diurai oleh sepasukan mikroba itu.

Bagi mikroba pengurai limbah tinja dipakai sebagai sumber tenaga dan perkembangbiakan. Sementara itu sisa zat berupa CO_2 (karbon dioksida) dan O_2 (oksigen) dibuang ke udara bebas.

Menurut Markus G. Subiyakto, alumnus jurusan kimia FMIPA UI, di dalam bahan pemangsa limbah itu terdapat mikroorganisme anaerob dan aerob. Mikroorganisme anaerob adalah mikroorganisme yang tidak memerlukan oksigen pada proses metabolisme. Sebaliknya, mikroorganisme aerob memerlukan oksigen.

Kombinasi dua sifat mikroba inilah yang berfungsi menguraikan sisa-sisa protein, karbohidrat, lemak, dan nitrogen organik. Protein dan senyawa nitrogen organik diurai oleh enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme menjadi asam amino, amonia, nitrogen, hidrogen sulfida, metana, karbon dioksida, hidrogen, alkohol, asam organik dalam kondisi anaerobik. Sementara pada kondisi aerobik

protein dan nitrogen organik diubah menjadi asam amino, nitrat, asam sulfur. Sedang alkohol dan asam organik diubah menjadi CO_2 dan H_2O (air).

Dalam hal karbohidrat, maka akan diubah menjadi CO_2 , hidrogen, alkohol, asam lemak, dan senyawa-senyawa netral dalam keadaan tanpa udara. Dalam kondisi aerobik alkohol dan asam lemak itu diurai lagi menjadi CO_2 dan H_2O .

Sementara lemak diurai menjadi asam lemak dan gliserol, CO_2 , hidrogen, alkohol, asam lemak rantai pendek dalam kondisi anaerobik. Sebaliknya, dalam kondisi ada udara diperoleh hasil akhir alkohol dan asam lemak yang terurai lebih lanjut menjadi CO_2 dan H_2O .

Karena kita juga suka mengkonsumsi kangkung, misalnya, maka dalam tinja juga sering dijumpai selulosa, glukosa rantai panjang pembentuk karbohidrat. Selulosa tidak bisa diurai karena tubuh kita tak punya enzim *selulase* yang bertugas menguraikan selulosa. Selulosa banyak terdapat dalam bahan-bahan organik pada tanaman. Bahan ini menjadi sasaran empuk bagi banyak jenis bakteri dan jamur di dalam tanah. Mikroorganisme ini mula-mula mengeluarkan enzim *selulase* untuk memecah selulosa menjadi molekul *selobiose*, disakarida yang berisi dua unit glukosa.

Oleh enzim *beta-glucosidase*, *selobiose* dipecah menjadi glukosa. Oleh mikroorganisme glukosa dimetabolisme. Sebagian dipakai untuk pertumbuhan, sisanya dibuang berupa CO_2 dan H_2O .

"Bau yang berasal dari air seni dan tinja sebenarnya adalah amonia. Amonia ini akan diubah menjadi nitrat oleh proses yang dinamakan nitrifikasi," Markus.

Nitrifikasi berjalan melalui dua tahap, dan setiap tahap melibatkan bakteri yang berbeda. Pada tahap pertama terjadi oksidasi amonia menjadi nitrit oleh *amonia oxidizing bacteria* dengan hasil akhirnya adalah ion hidrogen dan ion nitrit. Oleh *nitrite oxidizing bacteria* ion hidrogen dan ion nitrit ini dipecah menjadi ion nitrat.

Kedua bakteri itu hidup di tanah, air buangan, atau lingkungan berair. Sayangnya, bakteri ini tak mudah diisolasi di laboratorium. Mereka lambat berkembang biak dan dijumpai dalam jumlah terbatas di tanah. Untuk itu, para mikrobiolog menggunakan teknik pengayaan sebelum mengembangbiakkan dalam medium tumbuh.

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*)

2.2.1 Karakteristik Air Limbah

Karakteristik air limbah rumah tangga non kakus dan kakus berdasarkan hasil penelitian. Puslitbang Permukiman seperti pada tabel 2.1, dan 2.2.

Tabel 2.1. Kualitas air limbah Non kakus (*Grey Water*) di Indonesia

No	Parameter	Satuan	Konsentrasi
1	pH	-	8,5
2	Temperatur	^o 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	TSS 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: Laboratorium Balai Lingkungan Permukiman, 1994

Tabel 2.2. 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	TSS ₅	mg/L	220
11	COD	mg/L	610
12	Khlorida	mg/L	45
13	Total Coli	MPN	3 X 10 ⁵

Sumber: Laboratorium Balai Lingkungan Permukiman, 1994

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

Fisik : Temperatur, Kekeruhan, Warna, dan Bau.

Kimia : pH, organik (karbohidrat, protein, lemak, fenol), anorganik (zat mineral

yang mengurangi O₂, zat beracun dan logam berat).

Biologi : terdiri dari golongan mikroorganisme yang terdapat dalam air (golongan koli)

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 (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), SS (*Suspended Solid*), bakteri koli, 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. SEPTIK TANK

Septik tank adalah tangki yang tertutup rapat untuk menampung aliran limbah yang melewatinya sehingga kandungan bahan padat dapat dipisahkan, diendapkan atau diuraikan oleh aktivitas bakteriologis di dalam tangki.

Septik 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

Septik tank mempunyai beberapa fungsi diantaranya:

1. Untuk memisahkan benda padat

Padatan yang *settleable* didalam air kotor baku dipisahkan dengan cara pengendapan.

2. Untuk mengolah padatan dan cairan secara biologis

Padatan dan cairan didalam air kotor akan didekomposisi oleh bakteri anaerob dan proses alamiah lainnya.

3. 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 septik 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 septik tank, dari sudut pandang

kesehatan masyarakat sama bahayanya dengan air limbah segar sehingga memerlukan pengolahan lebih lanjut sebelum dibuang.

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

Sistem pengolahan air buangan secara *on-site* 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.

Proses utama yang terjadi didalam septik tank adalah:

1. Sedimentasi SS
2. Flotasi lemak dan material lain ke permukaan air
3. Terjadinya proses biofisik kimia di ruang lumpur

Sedangkan desain Septik tank terutama didasarkan pada pengguna Septik 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 memperoleh manfaat dari tinja yang dibuang, yang dapat diproses menjadi kompos atau gas bio.
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 Septik tank berupa *Grey water* yang berasal dari aktivitas pencucian, dapur, kamar mandi. *Black water* 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. Instalasi pengolahan lumpur tinja adalah

salah satu bentuk bangunan yang dibuat untuk mengolah lumpur tinja disedot dari septik tank penduduk.

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. (Kusnopranto, 1984).

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 keadan 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 (*aqua privy*), 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, effluen 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.

Bakteri dibagi menjadi dua kelompok yaitu

1. Bakteri non methanogenik

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

2. Bakteri methanogenik

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 nutrisi 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 butuh penyesuaian diri, mikroorganisme tak langsung efektif memangsa limbah segera setelah dimasukkan ke dalam *septic tank*. Pada saat di tanah di dalam kemasan plastik mikroorganisme mengalami non

aktif. Untuk mengaktifkannya dibutuhkan kondisi yang nyaman. Karena itu, saat hendak digunakan, disarankan untuk mendinginkan semalaman. Artinya, WC dibiarkan tanpa aktivitas. Ada baiknya bak penampung tinja juga tidak tercemari oleh cairan kimia pembersih seperti karbol, *lysol*, atau bahan pembersih yang bisa menghambat kerja mikroba.

Cepat tidaknya proses penguraian tinja sangat tergantung pada banyak tidaknya mikroba yang ada. Dalam jumlah kecil tentu volume limbah yang dimangsa juga sedikit. Sedangkan dalam jumlah besar volume limbah yang dimakan pun bakal bertambah.

Prinsipnya, selama makanan masih tersedia, mikroba akan beranakpinak sehingga semakin lama volume limbah yang dilalap pun meningkat. Jadi, sebenarnya tak soal memasukkan mikroba dalam jumlah kecil asal kecepatan penguraiannya masih lebih tinggi daripada kecepatan pengisian limbah tinja ke dalam *septic tank*.

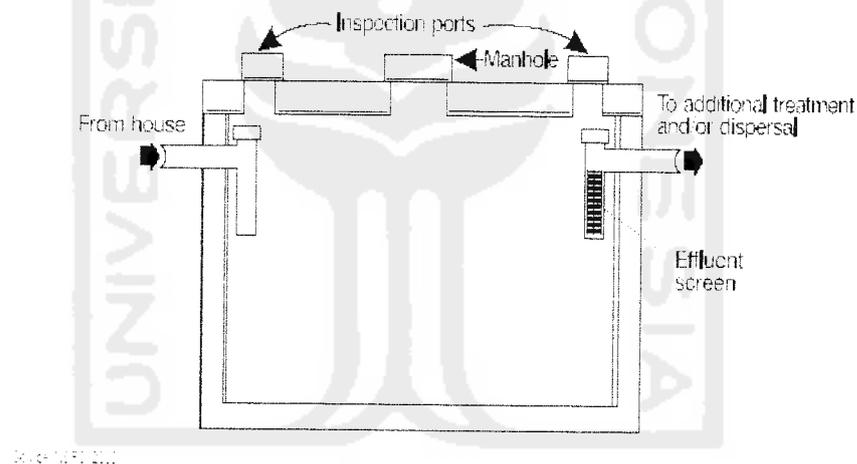
Selain dengan memanfaatkan mikroba, desain *septic tank* yang baik sangat membantu proses penguraian limbah. Soalnya, *septic tank* sebenarnya mempunyai dua tujuan utama yaitu pengendapan bahan padat dan penguraian biologi pada padatan itu. Oleh karenanya, *septic tank* sebaiknya mempunyai dua instalasi, 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. Pada akhirnya, penggunaan mikroba dibarengi dengan desain *septic tank* yang benar dijamin bakal membuat WC tak cepat penuh. (G. Sujayanto)

Adapun kriteria *design* 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 inci dan kedalaman minimum 30 inci, sedangkan banyak yang menggunakan 48 inci.
3. Ruang udara minimal adalah 17 % dari kedalaman air.



Gambar 2.1. *Septic Tank*

2.6. TSS (*Total Suspended solids*)

Materi yang tersuspensi adalah materi yang mempunyai ukuran lebih besar daripada molekul/ion yang terlarut. Dalam air alam ditemui dua kelompok zat, yaitu zat terlarut seperti garam dan molekul organik, dan zat padat tersuspensi dan koloidal seperti tanah liat, kwarts. Perbedaan pokok antara kedua kelompok zat ini ditentukan melalui ukuran/diameter partikel-partikel. Perbedaan antara kedua kelompok zat yang ada dalam air alam cukup jelas dalam praktek manum kadang-kadang batasan itu tidak dapat dipastikan secara definitif. Dalam kenyataan sesuatu molekul organik polimer tetap bersifat zat yang terlarut, walaupun panjangnya lebih dari 10 μm , sedangkan beberapa jenis zat padat koloid mempunyai sifat dapat bereaksi seperti sifat zat-zat yang terlarut.

Analisa zat padat dalam air sangat penting bagi penentuan komponen-komponen air secara lengkap, juga untuk perencanaan serta pengawasan proses-proses pengolahan dalam bidang air minum maupun dalam bidang air buangan. Zat-zat padat yang berada dalam suspensi dapat dibedakan menurut ukurannya sebagai : partikel tersuspensi koloidal (partikel koloid) dan partikel tersuspensi biasa (partikel tersuspensi). Zat padat tersuspensi dapat mengendap apabila keadaan air cukup tenang, ataupun mengapung apabila sangat ringan, materi inipun dapat disaring. Koloid sebaliknya sulit mengendap dan tidak dapat disaring dengan saringan (filter) air biasa

Jenis partikel koloid tersebut adalah penyebab kekeruhan dalam air (efek tyndall) yang disebabkan oleh penyimpangan sinar nyata yang menembus suspensi tersebut. Partikel-partikel koloid tidak terlihat secara visual sedangkan

larutannya (tanpa partikel koloid) yang terdiri dari ion-ion dan molekul-molekul tidak pernah keruh. Larutan menjadi keruh bila terjadi pengendapan (presipitasi) yang merupakan keadaan kejenuhan darisuatu senyawa kimia. Partikel-partikel tersuspensi biasa, mempunyai ukuran lebih besar dari partikel koloid dan dapat menghalangi sinar yang akan menembus suspensi, sehingga suspensi tidak dapat dikatakan keruh, karena sebenarnya air diantara partikel-partikel tersuspensi tidak keruh dan sinar tidak menyimpang.

Seperti halnya ion-ion dan molekul-molekul (zat yang terlarut), zat padat koloidal dan zat padat tersuspensi dapat bersifat inorganik (tanah liat, kwarts) dan organis (protein, sisa makanan dan ganggang, bakteri). Dalam metode analisa zat padat, pengertian zat padat total adalah semua zat-zat yang tersisa sebagai residu dalam suatu bejana, bila sampel air dalam bejana tersebut dikeringkan pada suhu tertentu. Zat padat total terdiri dari zat padat terlarut dan zat padat tersuspensi yang dapat bersifat organis dan inorganis seperti pada keterangan dibawah ini :

Zat padat total , terbagi menjadi dua :

- Zat padat terlarut
- Zat padat tersuspensi, terbagi menjadi dua :
 - Zat padat tersuspensi organis
 - Zat padat tersuspensi inorganis

Zat padat tersuspensi sendiri dapat diklarifikasikan sekali lagi menjadi antara lain zat padat terapung yang selalu bersifat organis dan zat padat terendap yang dapat bersifat organis dan inorganis. Zat padat terendap adalah zat padat

dalam suspensi yang dalam keadaan tenang dapat mengendap setelah waktu tertentu karena pengaruh gaya beratnya. Penentuan zat padat terendap ini dapat melalui volumenya, disebut analisa Volum Lumpur (*sludge volume*), dan dapat melalui beratnya disebut analisa lumpur kasar atau umumnya disebut zat padat terendap (*setteable solids*). Dimensi dari zat-zat padat diatas adalah dalam mg/L atau g/l, namun sering pula ditemui : %berat yaitu kg zat padat / kg larutan, atau %volum yaitu dm^3 zat padat/liter larutan.

Apabila jumlah materi tersuspensi ini banyak dan kemudian mengendap, maka pembentukan lumpur dapat sangat mengganggu aliran dalam saluran, pendangkalan cepat terjadi, sehingga diperlukan pengerukan lumpur yang lebih sering. apabila zat-zat ini sampai di muara sungai dan bereaksi dengan air yang asin, maka baik koloid maupun zat terlarut dapat mengendap di muara-muara dan proses inilah yang menyebabkan terbentuknya delta-delta. Dapat dimengerti, bahwa pengaruh terhadap kesehatanpun menjadi titik langsung.

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 bichromat menjadi gas CO_2 dan H_2O serta sejumlah ion Chrom. Kalium Bichromat atau $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ digunakan sebagai sumber oksigen (*oxidizing agent*).

Reaksi tersebut perlu pemanasan dan juga penambahan katalisator perak sulfat (Ag_2SO_4) 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 bikromat 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 bichromat 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. Mikrobiologi

Mikrobiologi adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari dan menelaah *mikroba* (organisme hidup yang berukuran kecil yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang secara langsung). Mikrobiologi penting sekali dan terkait erat dengan kehidupan manusia, karena mikroba (jasad renik) tersebar merata di seluruh belahan bumi dan ada di mana-mana. Mikroba ada di udara, ada di air, di tanah, lantai, meja, kulit dan dimanapun. Oleh karena itu mikroba memiliki korelasi yang erat dan peranan yang penting dengan kehidupan manusia, yang dapat memberikan pengaruh merugikan maupun menguntungkan.

2.8.1. Peranan Mikroba

Mikroba memiliki peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia, ada yang menguntungkan dan ada yang merugikan.

Diantara peranan mikroba yang merugikan adalah :

- a) Penyebab penyakit, baik pada manusia, hewan maupun tumbuhan.
- b) Penyebab kebusukan makanan (*spoilage*).
- c) Penyebab keracunan makanan (*food borne disease*).

Diantara peranan mikroba yang menguntungkan adalah :

- a) Agen pembusuk alami, yang akan mendekomposisi sampah-sampah organik menjadi materi inorganik sehingga dapat mengurangi kuantitas sampah, menyuburkan tanah dan dapat menjadi sumber nutrisi bagi tumbuhan.

- b) Agen pembusuk di dalam saluran pencernaan alami, yang turut membantu mencerna makanan di dalam saluran pencernaan.
- c) Agen pengikat nitrogen dari udara yang dapat digunakan sebagai bahan nutrisi bagi tumbuhan.

2.8.2. Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroba

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 di dalam mempengaruhi dan 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.

Tabel 2.3. Penggolongan bakteri menurut suhu

Kelompok	Suhu Minimum	Suhu Optimum	Suhu Maksimum
Psikrofil	- 15° C.	10° C.	20° C.
Psikrotrof	- 1° C.	25° C.	35° C.
Mesofil	5 – 10° C.	30 – 37° C.	40° C.
Thermofil	40° C.	45 – 55° C.	60 – 80° C.
Thermotrof	15° C.	42 – 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 8,0 – 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.

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 tiap 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 2.4. Contoh Pembelahan biner Bakteri tiap 15 menit

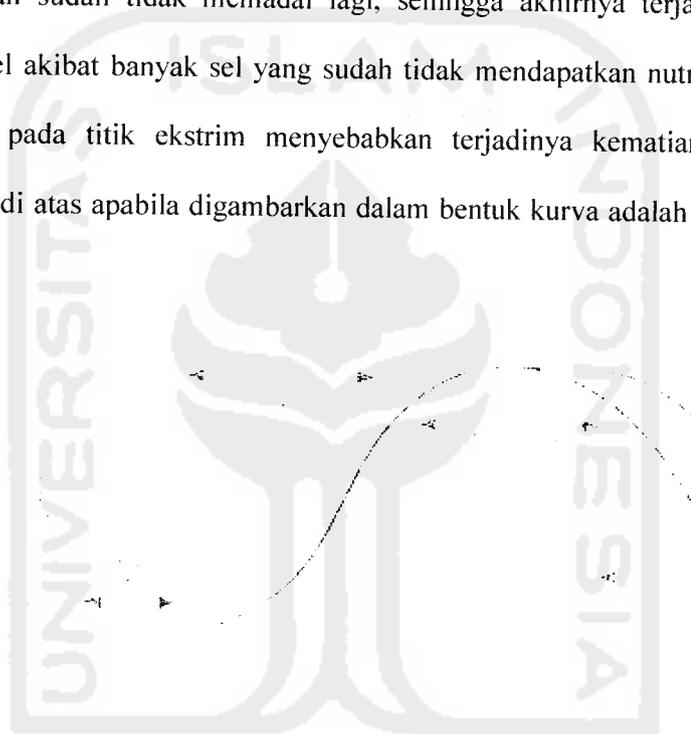
0'	15'	30'	45'	60'	75'	90'	105'	120'	135'
1 sel	2 sel	4 sel	8 sel	16 sel	32 sel	64 sel	128 sel	256 sel	512 sel
2^0	2^1	2^2	2^3	2^4	2^5	2^6	2^7	2^8	2^9

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 $1,09 \times 10^{12}$ sel atau lebih dari 1 triliun sel.

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 sebagaimana di bawah.



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 2.5. Ciri dan Fase pada Kurva Pertumbuhan

Fase Pertumbuhan	Ciri
<i>Lag</i> (lambat)	Tidak ada pertumbuhan populasi karena sel mengalami perubahan komposisi kimiawi dan ukuran serta bertambahnya substansi intraseluler sehingga siap untuk membelah diri.
<i>Logaritma</i> atau eksponensial	Sel membelah diri dengan laju yang konstan, massa menjadi dua kali lipat, keadaan pertumbuhan seimbang.
<i>Stationary</i> (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.
<i>Death</i> (kematian)	Sel menjadi mati akibat penumpukan racun dan habisnya nutrisi, menyebabkan jumlah sel yang mati lebih banyak sehingga mengalami penurunan jumlah sel secara eksponensial.

Pengetahuan akan kurva pertumbuhan bakteri sangat penting untuk menggambarkan karakteristik pertumbuhan bakteri

2.9. *Bacillus thuringiensis*

Bacillus thuringiensis (*Bt*) adalah bakteri gram positif yang berbentuk batang, aerobik dan membentuk spora. Banyak strain dari bakteri ini yang menghasilkan protein yang beracun bagi serangga. Sejak diketahuinya potensi dari protein kristal *Bt* sebagai agen pengendali serangga, berbagai isolat *Bt*

dengan berbagai jenis protein kristal yang dikandungnya telah teridentifikasi. Sampai saat ini telah diidentifikasi protein kristal yang beracun terhadap larva dari berbagai ordo serangga yang menjadi hama pada tanaman pangan dan hortikultura. Kebanyakan dari protein kristal tersebut lebih ramah lingkungan karena mempunyai target yang spesifik sehingga tidak mematikan serangga bukan sasaran dan mudah terurai sehingga tidak menumpuk dan mencemari lingkungan.

2.9.1. Mekanisme Patogenitas

Kristal protein yang termakan oleh serangga akan larut dalam lingkungan basa pada usus serangga. Pada serangga target, protein tersebut akan teraktifkan oleh enzim pencerna protein serangga. Protein yang teraktifkan akan menempel pada protein receptor yang berada pada permukaan sel epitel usus. Penempelan tersebut mengakibatkan terbentuknya pori atau lubang pada sel sehingga sel mengalami lysis. Pada akhirnya serangga akan mengalami gangguan pencernaan dan mati.

2.9.2. Cara Isolasi

Isolat *Bt* dapat diisolasi dari tanah, bagian tumbuhan, kotoran hewan, serangga dan bangkainya dan sumber lain. Salah satu cara isolasi yang cukup efektif adalah dengan seleksi asetat. Beberapa gram sumber isolat disuspensikan ke dalam media pertumbuhan bakteri (misal *LB*) yang mengandung natrium asetat kemudian dikocok. Media asetat tersebut menghambat pertumbuhan spora *Bt* menjadi sel vegetatif. Setelah beberapa jam media tersebut dipanaskan pada suhu 80°C selama beberapa menit. Pemanasan ini akan membunuh sel-sel

bakteri atau mikroorganisme yang sedang tumbuh termasuk spora-spora bakteri lain yang tumbuh. Kemudian sebagian kecil dari suspensi yang telah dipanaskan diratakan pada media padat. Koloni-koloni yang tumbuh kemudian dipindahkan ke media sporulasi *Bt*. Koloni yang tumbuh pada media ini dicek keberadaan spora atau protein kristalnya untuk menentukan apakah koloni tersebut termasuk isolate *Bt*

2.9.3. Penapisan isolate yang Toksik

Tidak semua isolat *Bt* beracun terhadap serangga. Untuk itu perlu dilakukan penapisan daya racun dari isolat-isolat yang telah diisolasi. Ada dua pendekatan yang dapat dilakukan untuk hal ini. Pertama dengan pendekatan molekular dan kedua dengan bioasai. Pendekatan molekular dilakukan dengan *PCR* menggunakan primer-primer yang dapat menggandakan bagian-bagian tertentu dari gen-gen penyandi protein kristal (gen *cry*). Hasil *PCR* ini dapat dipakai untuk memprediksi potensi racun dari suatu isolat tanpa terlebih dulu melakukan bioasai terhadap serangga target. Dengan demikian penapisan banyak isolat untuk kandungan gen-gen *cry* tertentu dapat dilakukan dengan cepat.

Untuk menguji lebih lanjut daya beracun dari suatu isolat maka perlu dilakukan bioasai dengan mengumpankan isolat atau kristal protein dari isolat tersebut kepada serangga target. Dari bioasai ini dapat dibandingkan daya racun antar isolat. Dengan pendekatan seperti ini BB-Biogen telah mengidentifikasi beberapa isolat *Bt* lokal yang mengandung gen *cryI* dan beracun terhadap beberapa serangga dari ordo *Lepidoptera* seperti *Ostrinia furnacalis* (penggerek

jagung), *Plutella xylostella* (hama kubis), *Spodoptera litura* (ulat grayak), *S. exigua* (hama bawang merah) dan *Etiella zinckenella* (penggerek kedelai).

2.9.4. Cara Perbanyakan

Perbanyakan bakteri *Bt* dalam media cair dapat dilakukan dengan cara yang mudah dan sederhana. Karena yang kita perlukan sebagai bioinsektisida adalah protein kristalnya, maka diperlukan media yang dapat memicu terbentuknya kristal tersebut. Media yang mengandung *tryptose* telah diuji cukup efektif untuk memicu sporulasi *Bt*. Dalam 2–5 hari *Bt* akan bersporulasi dalam media ini dengan pengocokan pada suhu 30°C. Perbanyakan *Bt* ini dapat pula dilakukan dalam skala yang lebih besar dengan fermentor.

2.9.5. Potensi sebagai Bioinsektisida

Untuk bahan dasar bioinsektisida biasanya digunakan sel-sel spora atau protein kristal *Bt* dalam bentuk kering atau padatan. Padatan ini dapat diperoleh dari hasil fermentasi sel-sel *Bt* yang telah disaring atau diendapkan dan dikeringkan. Padatan spora dan protein kristal yang diperoleh dapat dicampur dengan bahan-bahan pembawa, pengemulsi, perekat, perata, dan lain-lain dalam formulasi bioinsektisida.

2.9.6. Peluang

Isolat-isolat *Bt* lokal asli Indonesia ini mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai bioinsektisida dengan daya racun yang sebanding dengan bioinsektisida berbasis *Bt* yang telah dikomersialkan. Bioinsektisida berbasis *Bt* mempunyai sifat selektif tidak beracun terhadap hama bukan sasaran atau manusia dan ramah lingkungan karena mudah terurai dan tidak meninggalkan

residu yang mencemari lingkungan. Isolat-isolat *Bt* lokal yang ada di BB-Biogen terbuka bagi kerja sama untuk uji fermentasi, uji lapang dan uji formulasi.



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 tinja dengan menggunakan Star Bio Plus.

3.2. Objek Penelitian

Sebagai objek penelitian ini adalah kandungan TSS dan COD dari tinja.

3.3. Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan sampel berasal dari kediaman Bpk Widi yaitu di U.D. Seva jaya Jl. Pandega Marta 66 Yogyakarta dan titik pengambilan sampel di *septic tank* yang berada di belakang rumah, dan sebagai tempat analisa sampel yaitu di Laboratorium Teknik Lingkungan, UII, Yogyakarta.

3.4. Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilakukan pada bulan April-Juli 2006 yang dilanjutkan dengan pengolahan data, penyusunan data dan penyusunan skripsi. Sedangkan untuk pengambilan sampel dilakukan setiap hari selama satu minggu untuk setiap variasi dosis yang digunakan sehingga total waktu pengambilan sampel untuk lima variasi (30 gr, 40 gr, 50 gr, 60 gr 70 gr) adalah lima minggu

3.5. Variabel Penelitian

1. Variabel bebas (*Independent Variable*)

- Dosis yang digunakan pada septik tank yaitu 1kg/m^3 , sehingga dalam skala laboratorium dengan rencana volume $0,05\text{ m}^3$ maka dosis yang digunakan adalah 50 gr, namun demikian variasi dosis yang akan dilakukan yaitu:

- 30 gr
- 40 gr
- 50 gr
- 60 gr
- 70 gr

2. Variabel terikat (*Dependent Variable*)

Pada penelitian ini parameter yang diuji adalah TSS dan COD.

3.6. Desain Reaktor

Pada penelitian ini akan digunakan reaktor dari bahan kaca dan berbentuk kubus adapun desain reaktornya adalah sebagai berikut

Direncanakan volume : 0.05 m^3

Kedalaman = 0,4 m

Perbandingan P : L = 2 : 1

$V = P \times L \times T$

P : L = 2:1

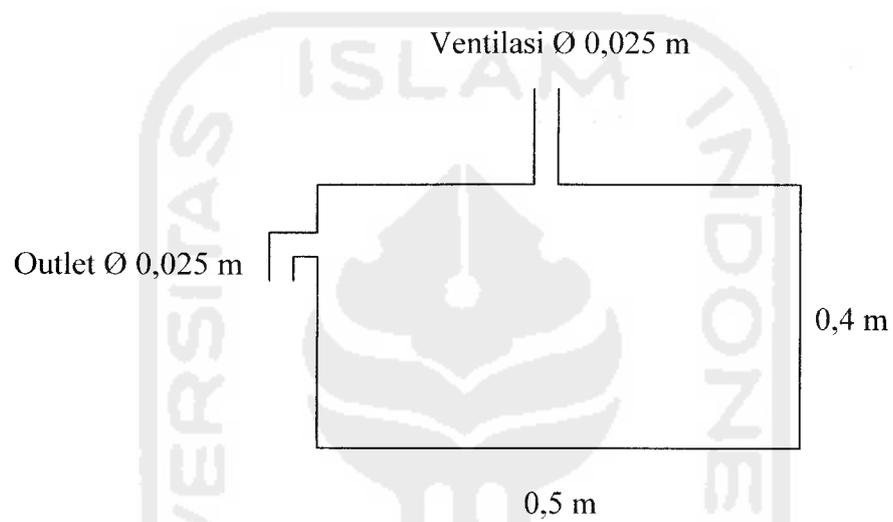
$$T = 0.4 \text{ m}$$

$$V = 2L^2 \times 0.4$$

$$L = 0.25 \text{ m}$$

$$P = 0.25 \times 2$$

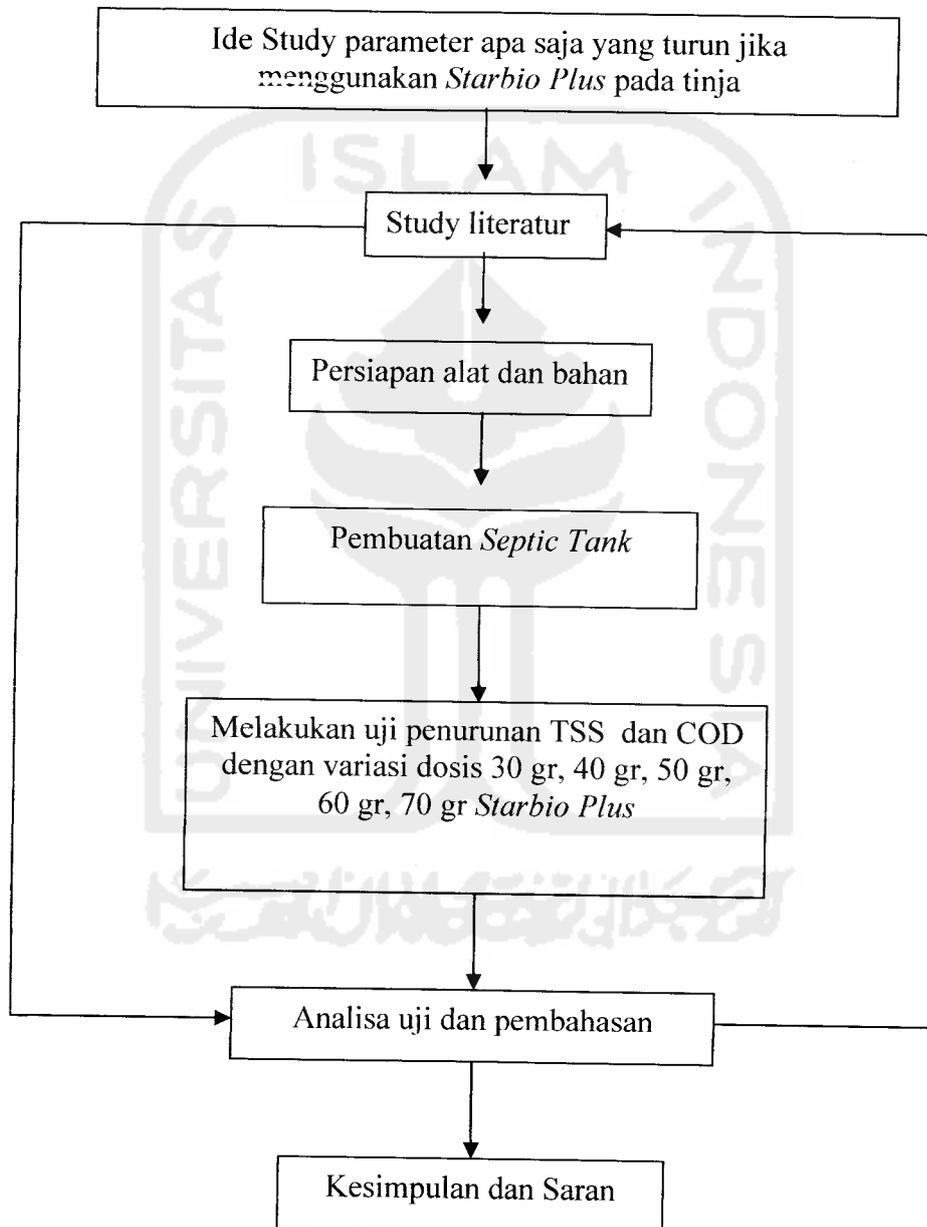
$$= 0,5 \text{ m}$$



Gambar 3.1. Desain reaktor pada kegiatan penelitian

3.7. Metodologi penelitian

Tahapan penelitian " **EFEKTIFITAS STARBIO PLUS DALAM MENURUNKAN TSS, DAN COD PADA TINJA DI DALAM SEPTIC TANK** " dapat dilihat pada diagram alir berikut ini:



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

3.8. Tahapan Penelitian

a. Studi Literatur

Studi literatur dilaksanakan untuk mendasari dan menunjang penelitian yang dilakukan. Sumber literatur yang dipergunakan dalam penelitian ini meliputi buku-buku teks, laporan penelitian terkait, jurnal-jurnal dan penelusuran di internet.

b. Persiapan Penelitian

Bahan-bahan dan alat dalam penelitian adalah :

- a. Kaca 50 cm X 25 cm : 2 buah, Kaca 50 cm X 40 cm : 2 buah, Kaca 25 cm X 40 cm : 2 buah
- b. Starbio Plus 1 kg
- c. Stop kran $\frac{3}{4}$ " 1 buah
- d. Botol sampel air limbah
- e. Selang $\frac{3}{4}$ " 1,5 meter
- f. Ember
- g. Gayung

3.9. Analisa Laboratorium

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).

3.10. Analisis Data

Effluent dari hasil pengolahan 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 :

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

Dimana :

E = Efisiensi

C_1 = Kadar TSS atau COD sebelum *treatment*

C_2 = 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 :

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n}$$

Dimana :

\bar{X} = Rata - rata

$\sum Xi$ = Jumlah semua data

n = Jumlah data



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

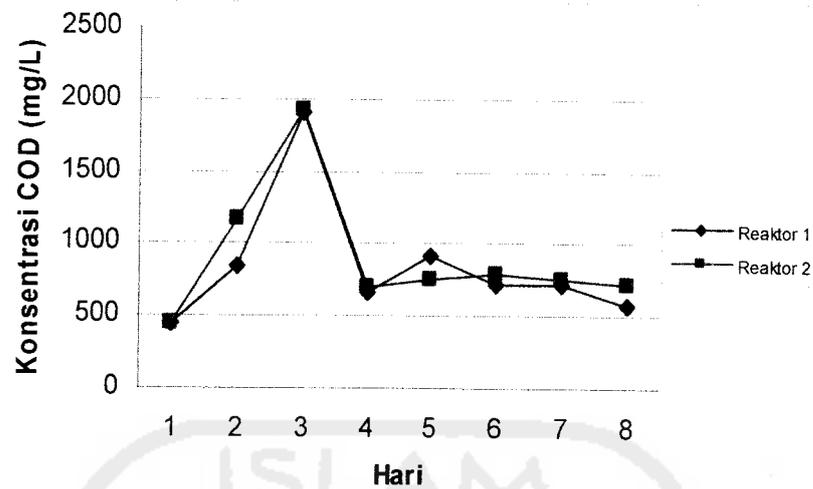
4.1. Hasil Pengujian COD

Adapun hasil pengujian COD menggunakan komposisi Starbio plus 30 gr selama satu minggu dengan waktu pengambilan sampel setiap hari. Hasil dan grafik pengukuran parameter COD dengan komposisi 30 gr starbio plus dapat dilihat pada tabel 4.1. dan 4.2. berikut

Table.4.1. Hasil pengujian COD pada inlet dan outlet reaktor pada dosis 30 gr.

Hari	Dosis gr	Inlet mg/L	Konsentrasi mg/L	
			Reaktor 1 mg/L	Reaktor 2 mg/L
0	30	441,6325	-	-
1	30		845,2655	1171,62
2	30		1913,0525	1921,955
3	30		665,194	693,173
4	30		915,221	762,8645
5	30		716,573	782,978
6	30		710,977	747,604
7	30		572,8645	720,3885
Rata-rata	30		905,5925	971,5119

(sumber, data primer 2006)



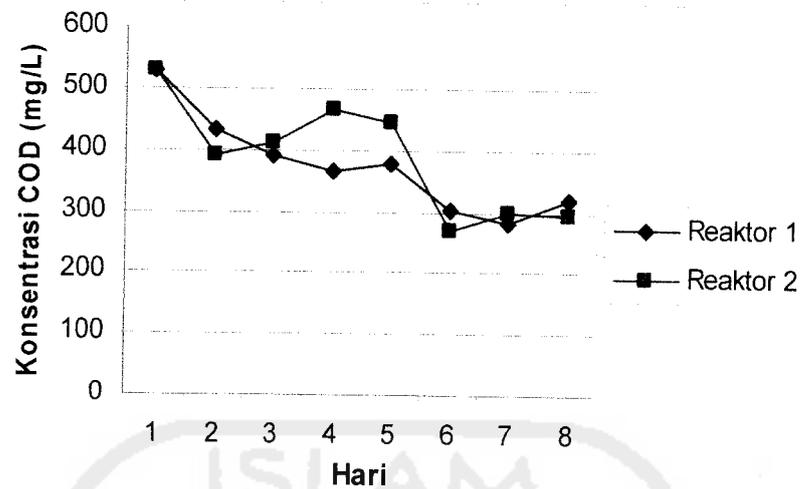
Gambar 4.1. Grafik konsentrasi COD reaktor 1 dan reaktor 2 pada dosis 30 gr.

Berikut ini adalah hasil dan grafik pengukuran parameter COD pada dosis 40 gr antara reaktor sampel dengan reaktor kontrol.

Table.4.2 Hasil pengujian COD pada inlet dan outlet reaktor pada dosis 40 gr.

Hari	Dosis gr	Inlet mg/L	Konsentrasi mg/L	
			Reaktor 1 mg/L	Reaktor 2 mg/L
0	40	530,7425	-	-
1	40		431,9545	390,495
2	40		388,715	411,352
3	40		366,078	466,0375
4	40		377,015	446,7065
5	40		301,473	267,8985
6	40		282,905	299,946
7	40		320,0405	292,316
Rata-rata	40		352,5973	367,8216

(sumber, data primer 2006)



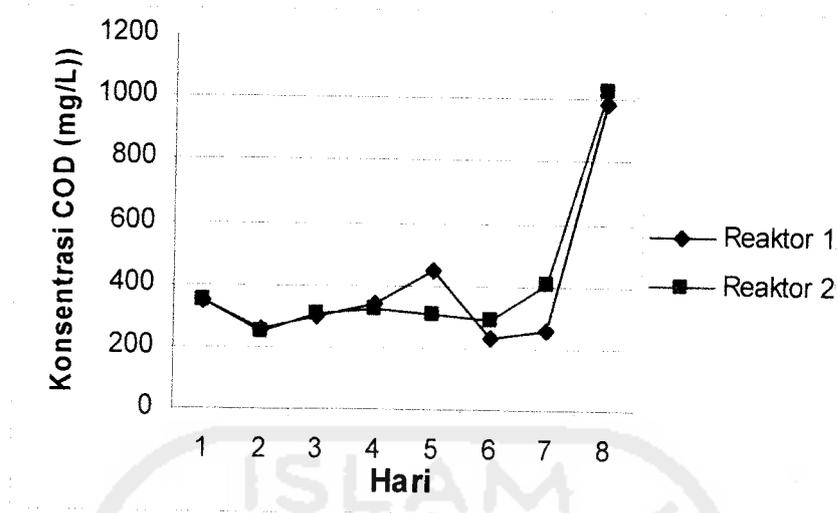
Gambar 4.2. Grafik konsentrasi COD reaktor 1 dan reaktor 2 pada dosis 40 gr.

Berikut ini adalah hasil dan grafik pengukuran parameter COD pada dosis 50 gr antara reaktor sampel dengan reaktor kontrol.

Table.4.3. Hasil pengujian COD pada inlet dan outlet reaktor pada dosis 50 gr.

Hari	Dosis gr	Inlet mg/L	Konsentrasi mg/L	
			Reaktor 1 mg/L	Reaktor 2 mg/L
0	50	347,2555	-	-
1	50		260,2675	251,111
2	50		295,114	302,999
3	50		335,81	319,023
4	50		446,198	302,7445
5	50		231,0175	286,466
6	50		257,47	402,9585
7	50		986,439	1029,933
Rata-rata	50		401,7594	413,605

(sumber, data primer 2006)



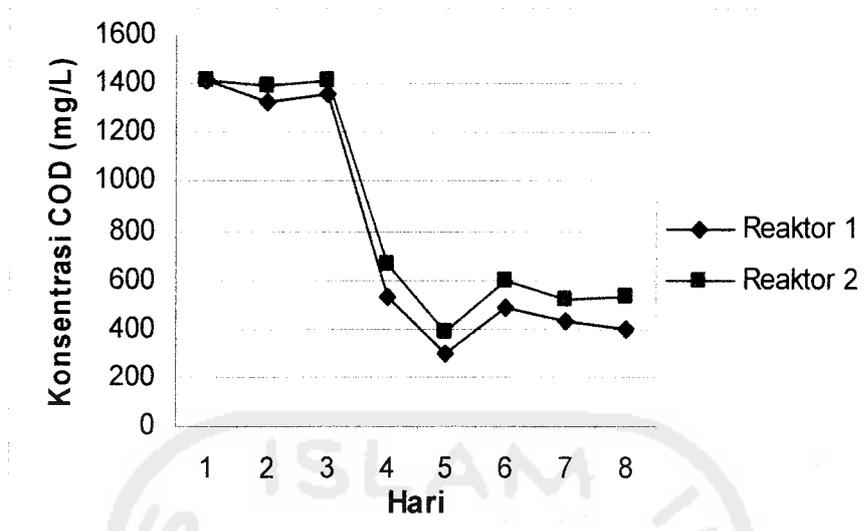
Gambar 4.3. Grafik konsentrasi COD reaktor 1 dan reaktor 2 pada dosis 50 gr.

Berikut ini adalah hasil dan grafik pengukuran parameter COD pada dosis 60 gr antara reaktor sampel dengan reaktor kontrol.

Table.4.4. Hasil pengujian COD pada inlet dan outlet reaktor pada dosis 60 gr.

Hari	Dosis gr	Inlet mg/L	Konsentrasi mg/L	
			Reaktor 1 mg/L	Reaktor 2 mg/L
0	60	1407,39	-	-
1	60		1329,304	1391,874
2	60		1359,826	1414,003
3	60		526,319	664,1765
4	60		297,1485	386,1715
5	60		481,8075	598,554
6	60		425,596	514,1095
7	60		395,582	526,319
Rata-rata	60		687,9404	785,0296

(sumber, data primer 2006)



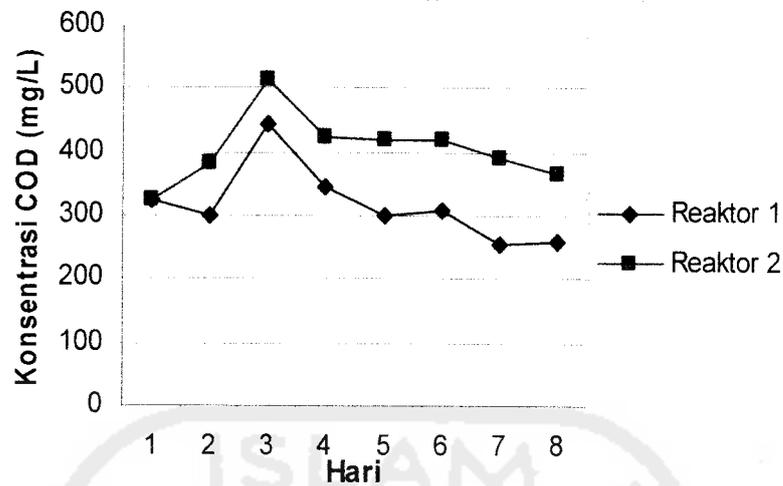
Gambar 4.4. Grafik konsentrasi COD reaktor 1 dan reaktor 2 pada dosis 60 gr.

Berikut ini adalah hasil dan grafik pengukuran parameter COD pada dosis 70 gr antara reaktor sampel dengan reaktor kontrol.

Table.4.5. Hasil pengujian COD pada inlet dan outlet reaktor pada dosis 70 gr.

Hari	Dosis gr	Inlet mg/L	Konsentrasi mg/L	
			Reaktor 1 mg/L	Reaktor 2 mg/L
0	70	323,347	-	-
1	70		300,964	382,356
2	70		445,435	515,636
3	70		346,4925	421,526
4	70		301,473	419,491
5	70		308,34	419,237
6	70		254,163	391,004
7	70		260,268	366,586
Rata-rata	70		316,7336	416,548

(sumber, data primer 2006)



Gambar 4.5. Grafik konsentrasi COD reaktor 1 dan reaktor 2 pada dosis 70 gr.

4.2. Efisiensi Removal COD

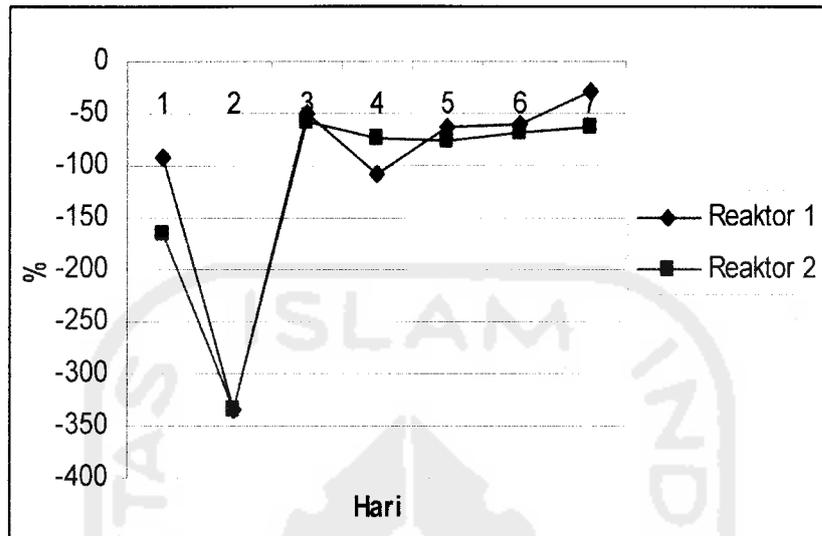
Adapun nilai efisiensi removal parameter COD untuk variasi starbio plus dengan dosis 30 gr dapat dilihat pada tabel 4.6. berikut :

Tabel 4.6. Efisiensi removal konsentrasi COD dengan dosis 30 gr.

Reaktor 1	Reaktor 2
0	0
-91,3957	-165,293
-333,177	-335,193
-50,6216	-56,957
-107,236	-72,7374
-62,2555	-77,2918
-60,9884	-69,2819
-29,7152	-63,1194
-105,056	-119,982

(sumber, data primer 2006)

Adapun grafik efisiensi removal COD antara reaktor 1 dengan reaktor 2 pada dosis 30 gr dapat ditunjukkan pada gambar berikut :



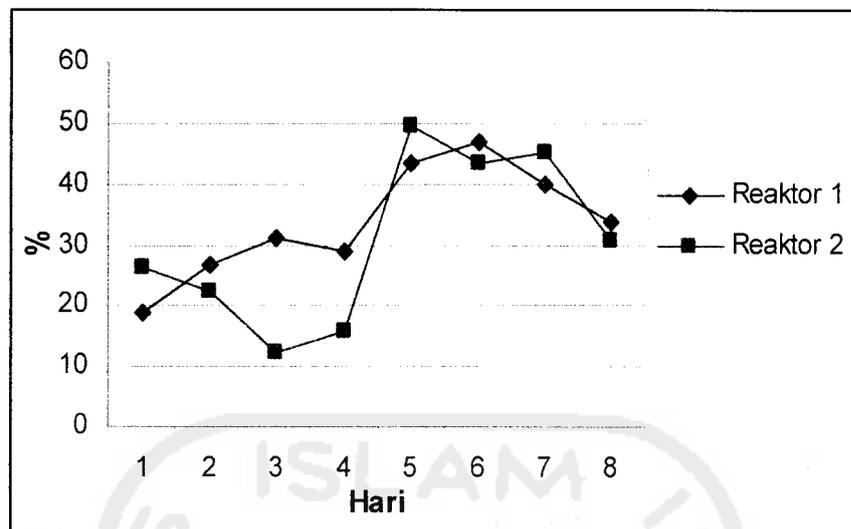
Gambar 4.6. Efisiensi removal COD antara reaktor 1 dengan reaktor 2 pada dosis 30 gr

Berikut ini adalah efisiensi removal dan grafik efisiensi removal parameter COD dengan dosis 40 gr

Tabel 4.7. Efisiensi removal konsentrasi COD dengan dosis 40 gr.

Reaktor 1	Reaktor 2
0	0
18,61317	26,41091
26,76015	22,48039
31,02531	12,17486
28,96461	15,81781
43,19788	49,51432
46,69637	43,47494
39,69948	44,91282
33,56528	30,68372

(sumber, data primer 2006)



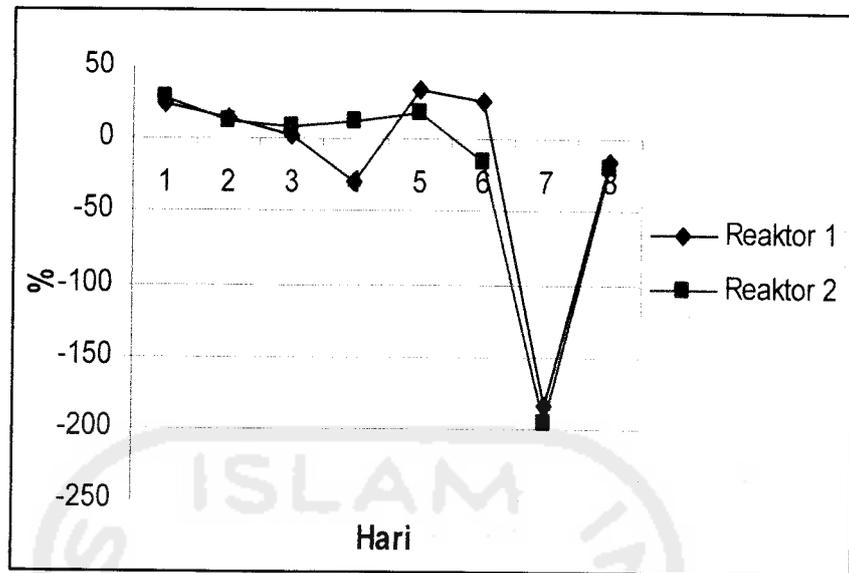
Gambar 4.7. Efisiensi removal COD antara reaktor 1 dengan reaktor 2 pada dosis 40 gr

Berikut ini adalah efisiensi removal dan grafik efisiensi removal parameter COD dengan dosis 50 gr

Tabel 4.8. Efisiensi removal konsentrasi COD dengan dosis 50 gr.

Reaktor 1	Reaktor 2
0	0
25,05014	27,68696
15,01531	12,74465
3,295988	8,130181
-28,4927	12,81794
33,47334	17,5057
25,85575	-16,0409
-184,067	-196,592
-15,6956	-19,1068

(sumber, data primer 2006)



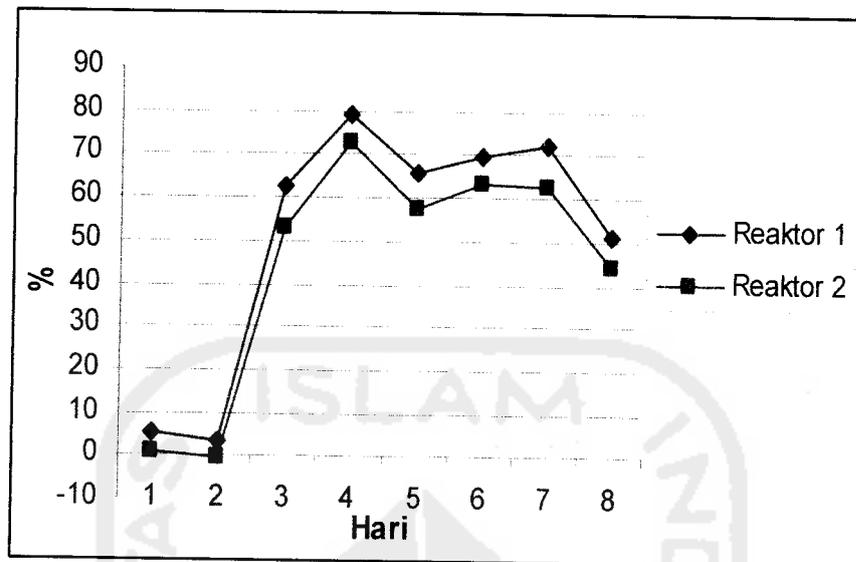
Gambar 4.8. Efisiensi removal COD antara reaktor 1 dengan reaktor 2 pada dosis 50 gr

Berikut ini adalah efisiensi removal dan grafik efisiensi removal parameter COD dengan dosis 60 gr

Tabel 4.9. Efisiensi removal konsentrasi COD dengan dosis 60 gr.

Reaktor 1	Reaktor 2
0	0
5,548284	1,102466
3,379589	-0,46984
62,60319	52,80793
78,88656	72,56116
65,76589	57,47064
69,75991	63,47072
71,89251	62,60319
51,11942	44,22089

(sumber, data primer 2006)



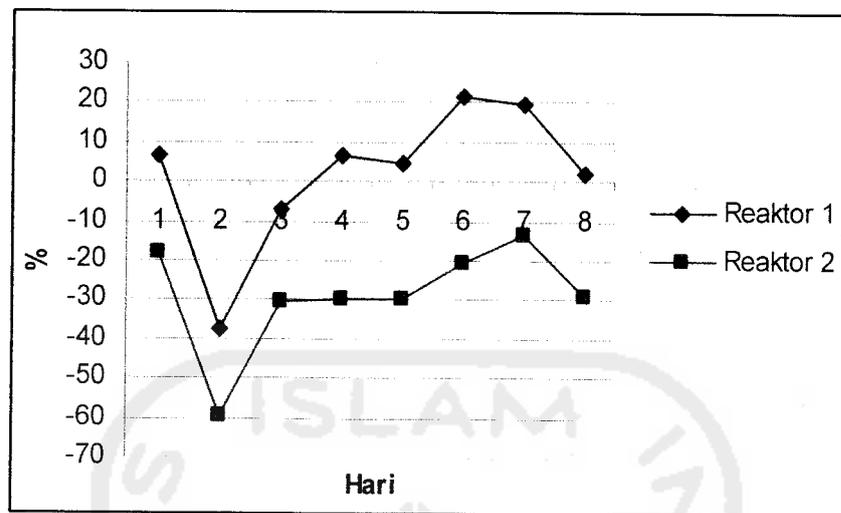
Gambar 4.9. Efisiensi removal COD antara reaktor 1 dengan reaktor 2 pada dosis 60 gr

Berikut ini adalah efisiensi removal dan grafik efisiensi removal parameter COD dengan dosis 70 gr

Tabel 4.10. Efisiensi removal konsentrasi COD dengan dosis 70 gr.

Reaktor 1	Reaktor 2
0	0
6,922285	-18,2494
-37,7576	-59,4683
-7,1581	-30,3634
6,764869	-29,734
4,641144	-29,6554
21,39621	-20,924
19,50814	-13,3723
2,045282	-28,8238

(sumber, data primer 2006)



Gambar 4.10. Efisiensi removal COD antara reaktor 1 dengan reaktor 2 pada dosis 70 gr

4.3. Hasil Pengujian TSS

Adapun hasil pengujian TSS menggunakan komposisi Starbio plus 30 gr selama satu minggu dengan waktu pengambilan sampel setiap hari. Hasil dan grafik pengukuran parameter TSS dengan komposisi 30 gr starbio plus dapat dilihat pada tabel 4.11, 4.12 berikut

Table.4.11. Konsentrasi TSS hasil pengukuran reaktor 1 pada dosis 30 gr.

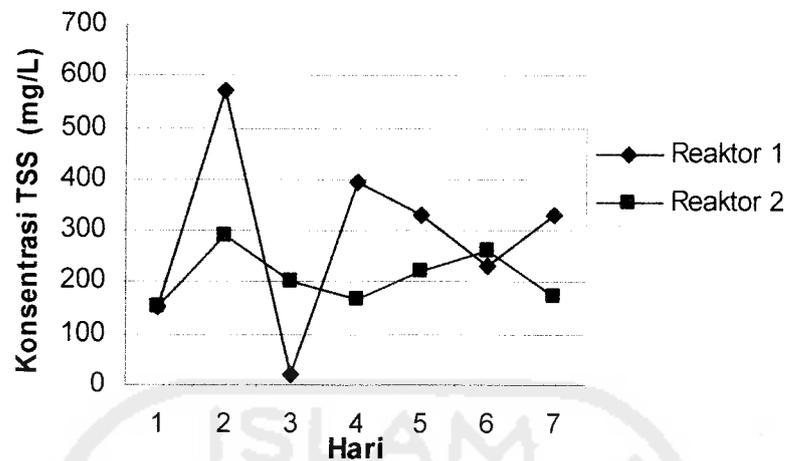
Hari	Dosis gr	Berat Kosong gr	Berat Isi gr	Konsentrasi mg/L
1	30	1,1695	1,1772	154
2	30	1,2122	1,2409	574
3	30	1,2129	1,2138	18
4	30	1,2062	1,226	396
5	30	1,2015	1,218	330
6	30	1,1995	1,211	230
7	30	1,2088	1,2253	330
Rata-rata	30	1,2015	1,2160	290,2857

(sumber, data primer 2006)

Table.4.12. Konsentrasi TSS hasil pengukuran reaktor 2

Hari	Berat kosong gr	Berat Isi gr	Konsentrasi mg/L
1	1,2218	1,2294	152
2	1,2228	1,2373	290
3	1,2244	1,2346	204
4	1,1642	1,1725	166
5	1,1287	1,1397	220
6	1,1527	1,1658	262
7	1,1586	1,1672	172
Rata-rata	1,1819	1,1924	209,4286

(sumber, data primer 2006)



Gambar 4.11. Grafik konsentrasi TSS reaktor 1 dan reaktor 2 pada dosis 30 gr.

Berikut ini adalah hasil dan grafik pengukuran parameter TSS pada dosis 40 gr antara reaktor sampel dengan reaktor kontrol.

Table.4.13. Konsentrasi TSS hasil pengukuran reaktor 1 pada dosis 40 gr.

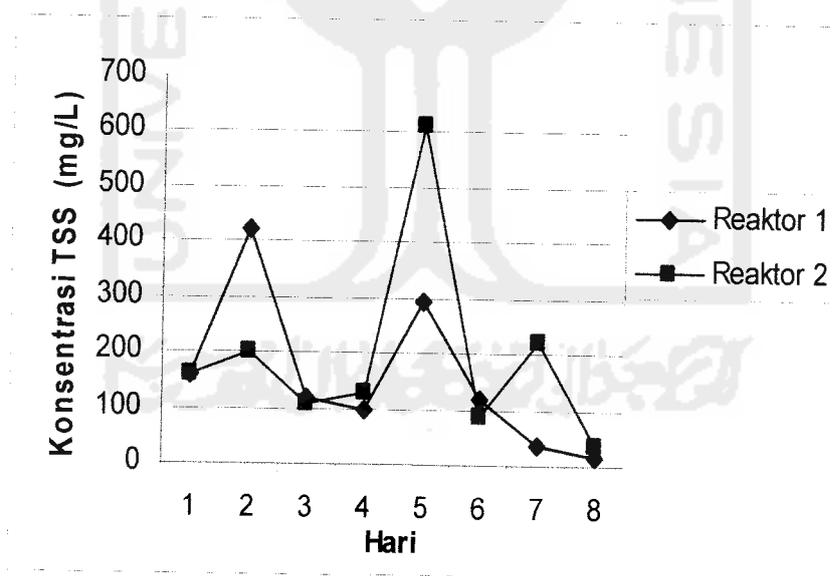
Hari	Dosis gr	Berat Kosong gr	Berat Isi gr	Konsentrasi mg/L
1	40	1,1926	1,2006	160
2	40	1,1851	1,2063	424
3	40	1,191	1,197	120
4	40	1,1475	1,1525	100
5	40	1,1911	1,2058	294
6	40	1,1895	1,1953	116
7	40	1,1697	1,1715	36
8	40	1,1926	1,1935	18
Rata-rata	40	1,1824	1,1903	158,5314

(sumber, data primer 2006)

Table.4.14. Konsentrasi TSS hasil pengukuran reaktor 2.

Hari	Berat Kosong gr	Berat Isi gr	Konsentrasi mg/L
1	1,1926	1,2006	160
2	1,2031	1,2132	202
3	1,2057	1,2112	110
4	1,2024	1,2088	128
5	1,2171	1,2477	612
6	1,1848	1,1891	86
7	1,1873	1,1983	220
8	1,0456	1,0475	38
Rata-rata	1,1798	1,1896	194,5

(sumber, data primer 2006)



Gambar 4.12. Grafik konsentrasi TSS reaktor 1 dan reaktor 2 pada dosis 40 gr.

Berikut ini adalah hasil dan grafik pengukuran parameter TSS pada dosis 50 gr antara reaktor sampel dengan reaktor kontrol.

Table.4.15.Konsentrasi TSS hasil pengukuran reaktor 1 pada dosis 50 gr

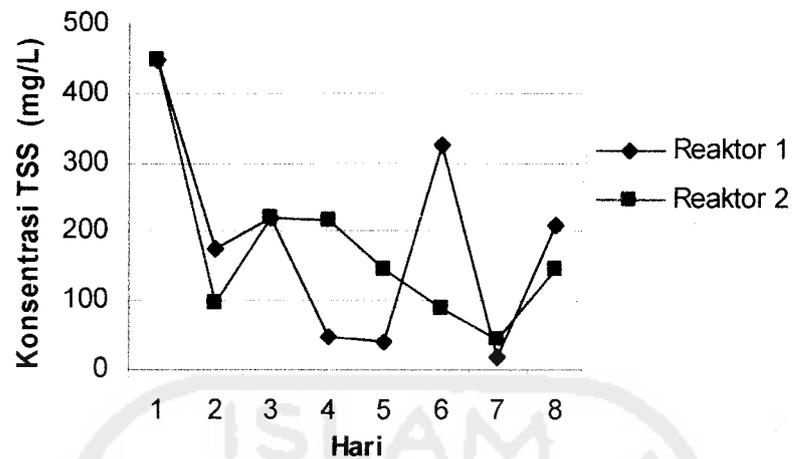
Hari	Dosis gr	Berat Kosong gr	Berat Isi gr	Konsentrasi mg/L
1	50	1,1864	1,2088	448
2	50	1,2168	1,2255	174
3	50	1,2326	1,2437	222
4	50	1,2316	1,2341	50
5	50	1,2418	1,2438	40
6	50	1,2194	1,2357	326
7	50	1,2153	1,2163	20
8	50	1,2146	1,225	208
Rata-rata	50	1,2198	1,2291	186,000

(sumber, data primer 2006)

Table.4.16. Konsentrasi TSS hasil pengukuran reaktor 2.

Hari	Berat Kosong gr	Berat Isi gr	Konsentrasi mg/L
1	1,1864	1,2088	448
2	1,1936	1,1985	98
3	1,1946	1,2056	220
4	1,2133	1,2242	218
5	1,2121	1,2194	146
6	1,2149	1,2193	88
7	1,221	1,2232	44
8	1,2147	1,2219	144
Rata-rata	1,2063	1,2151	175,75

(sumber, data primer 2006)



Gambar 4.13. Grafik konsentrasi TSS reaktor 1 dan reaktor 2 pada dosis 50 gr.

Berikut ini adalah hasil dan grafik pengukuran parameter TSS pada dosis 60 gr antara reaktor sampel dengan reaktor kontrol.

Table.4.17. Konsentrasi TSS hasil pengukuran reaktor 1 pada dosis 60 gr

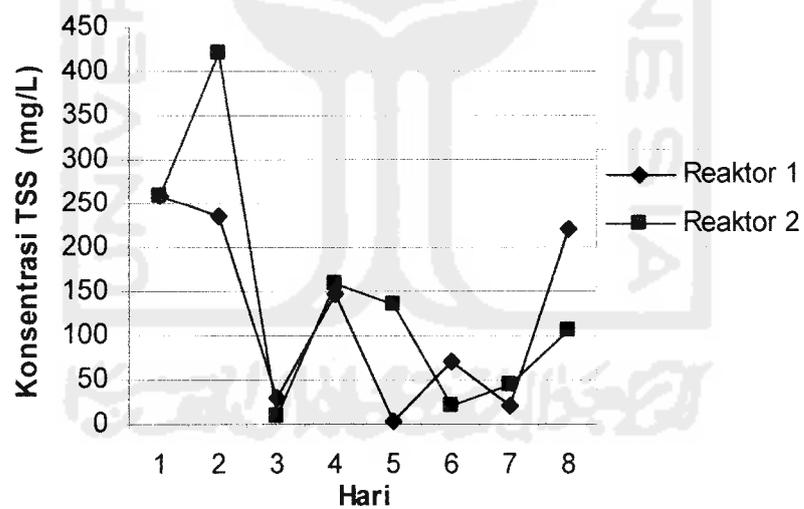
Hari	Dosis gr	Berat Kosong gr	Berat Isi gr	Konsentrasi mg/L
1	60	1,0251	1,0381	260
2	60	1,1736	1,1853	234
3	60	1,1778	1,1793	30
4	60	1,1779	1,1853	148
5	60	1,1694	1,1695	2
6	60	1,1758	1,1794	72
7	60	1,1661	1,1671	20
8	60	1,1781	1,1891	220
Rata-rata	60	1,1555	1,1616	123,25

(sumber, data primer 2006)

Table.4.18. Konsentrasi TSS hasil pengukuran reaktor 2.

Hari	Berat Kosong gr	Berat Isi gr	Konsentrasi mg/L
1	1,0251	1,0381	260
2	1,173	1,1941	422
3	1,1847	1,1852	10
4	1,1756	1,1835	158
5	1,1836	1,1904	136
6	1,193	1,194	20
7	1,2016	1,2081	44
8	1,1876	1,1929	106
Rata-rata	1,1655	1,1733	144,5000

(sumber, data primer 2006)



Gambar 4.14. Grafik konsentrasi TSS reaktor 1 dan reaktor 2 pada dosis 60 gr.

Berikut ini adalah hasil dan grafik pengukuran parameter TSS pada dosis 70 gr antara reaktor sampel dengan reaktor kontrol.

Table.4.19. Konsentrasi TSS hasil pengukuran reaktor 1 pada dosis 70 gr

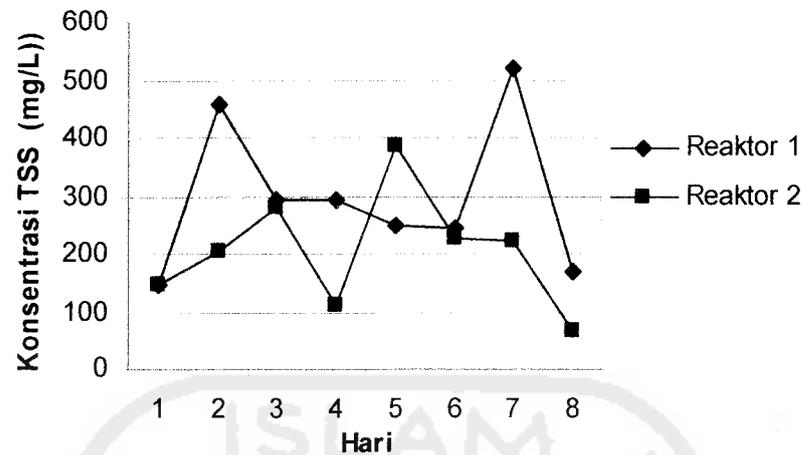
Hari	Dosis gr	Berat Kosong gr	Berat Isi gr	Konsentrasi mg/L
1	70	1,1768	1,1842	148
2	70	1,1641	1,1869	456
3	70	1,1755	1,1902	294
4	70	1,1885	1,2031	292
5	70	1,1782	1,1907	250
6	70	1,1713	1,1835	244
7	70	1,1728	1,1987	518
8	70	1,1801	1,1885	168
Rata-rata	70	1,1759	1,1907	296,25

(sumber, data primer 2006)

Table.4.20. Konsentrasi TSS hasil pengukuran reaktor 2.

Hari	Berat Kosong gr	Berat Isi gr	Konsentrasi mg/L
1	1,1768	1,1842	148
2	1,1897	1,1999	204
3	1,1741	1,1881	280
4	1,1828	1,1884	112
5	1,1764	1,1958	388
6	1,1721	1,1835	228
7	1,1716	1,1828	224
8	1,1746	1,178	68
Rata-rata	1,1773	1,1876	206,5

(sumber, data primer 2006)



Gambar 4.15. Grafik konsentrasi TSS reaktor 1 dan reaktor 2 pada dosis 70 gr.

4.4. Efisiensi Removal TSS

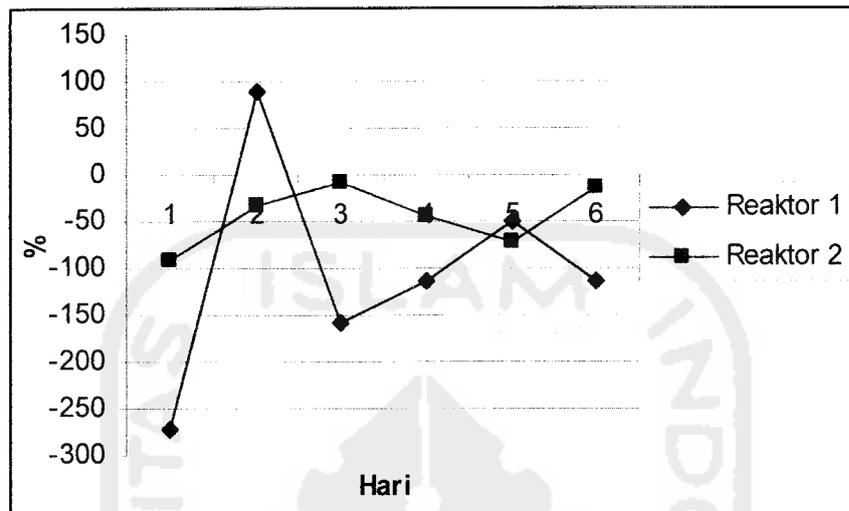
Adapun nilai efisiensi removal parameter TSS untuk variasi starbio plus dengan dosis 30 gr dapat dilihat pada tabel 4.21. berikut :

Tabel 4.21. Efisiensi removal konsentrasi TSS dengan dosis 30 gr.

Reaktor 1	Reaktor 2
0	0
-272,727	-90,7895
88,31169	-34,2105
-157,143	-9,21053
-114,286	-44,7368
-49,3506	-72,3684
-114,286	-13,1579
-103,2468	-44,0789

(sumber, data primer 2006)

Adapun grafik efisiensi removal TSS antara reaktor 1 dengan reaktor 2 pada dosis 30 gr dapat ditunjukkan pada gambar berikut :



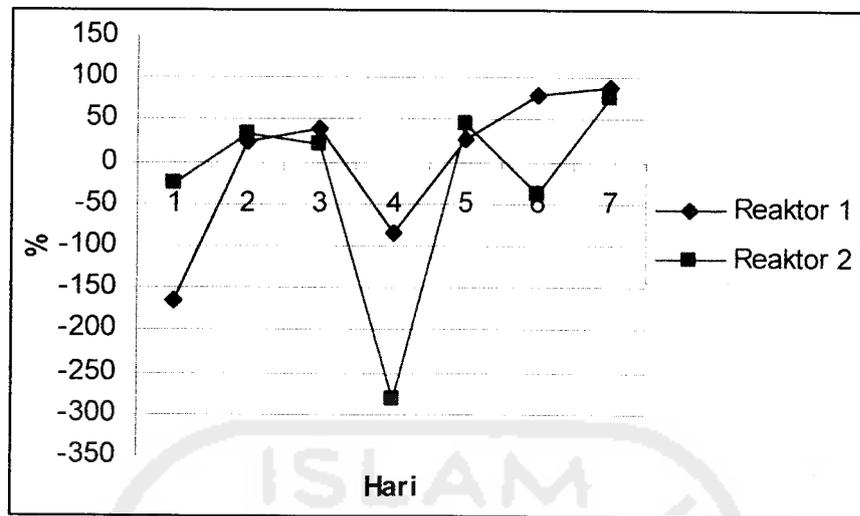
Gambar 4.16. Efisiensi removal TSS antara reaktor 1 dengan reaktor 2 pada dosis 30 gr

Berikut ini adalah efisiensi removal dan grafik efisiensi removal parameter TSS dengan dosis 40 gr

Tabel 4.22. Efisiensi removal konsentrasi TSS dengan dosis 40 gr.

Reaktor 1	Reaktor 2
0	0
-165	-26,25
25	31,25
37,5	20
-83,75	-282,5
27,5	46,25
77,5	-37,5
88,7500	76,25
1,071429	-24,6429

(sumber, data primer 2006)



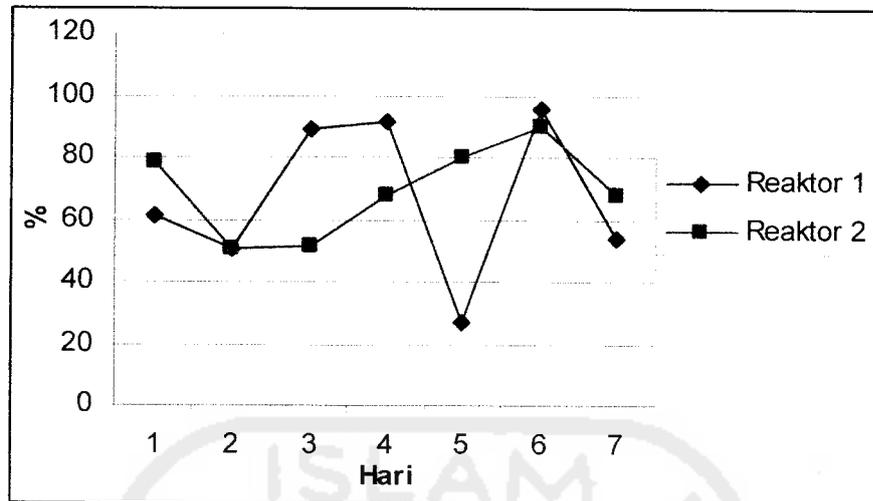
Gambar 4.17. Efisiensi removal TSS antara reaktor 1 dengan reaktor 2 pada dosis 40 gr

Berikut ini adalah efisiensi removal dan grafik efisiensi removal parameter TSS dengan dosis 50 gr

Tabel 4.23. Efisiensi removal konsentrasi TSS dengan dosis 50 gr.

Reaktor 1	Reaktor 2
0	0
61,16071	78,125
50,44643	50,89286
88,83929	51,33929
91,07143	67,41071
27,23214	80,35714
95,53571	90,17857
53,5714	67,85714
66,83673	69,45153

(sumber, data primer 2006)



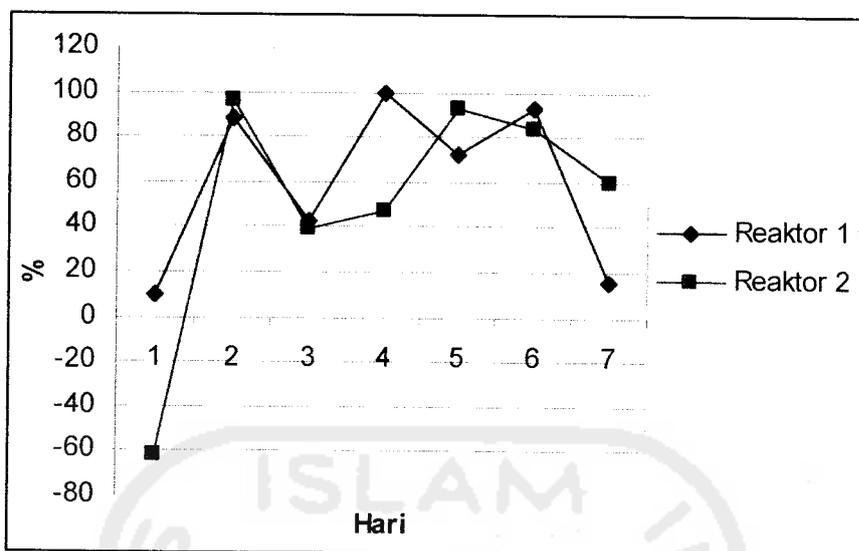
Gambar 4.18. . Efisiensi removal TSS antara reaktor 1 dengan reaktor 2 pada dosis 50 gr

Berikut ini adalah efisiensi removal dan grafik efisiensi removal parameter TSS dengan dosis 60 gr

Tabel 4.24. Efisiensi removal konsentrasi TSS dengan dosis 60 gr.

Reaktor 1	Reaktor 2
0	0
10	-62,3077
88,46154	96,15385
43,07692	39,23077
99,23077	47,69231
72,30769	92,30769
92,30769	83,07692
15,3846	59,23077
60,10989	50,76923

(sumber, data primer 2006)



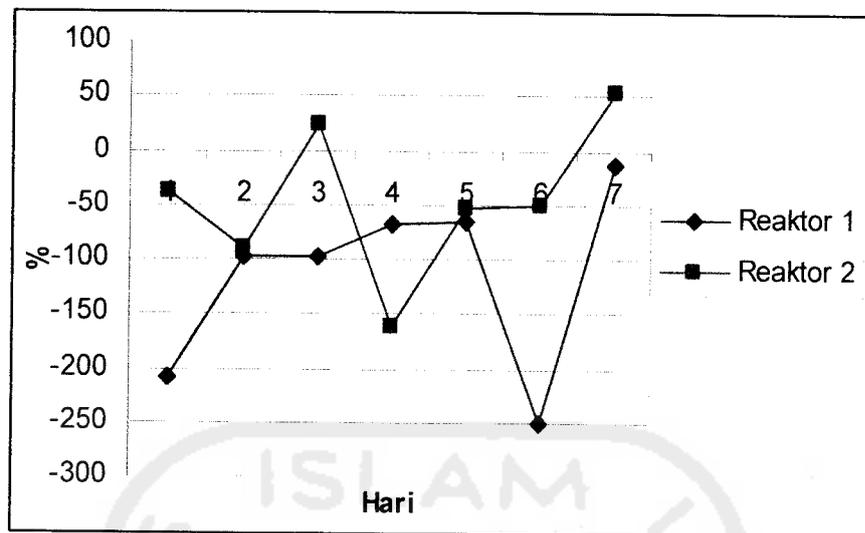
Gambar 4.19. . Efisiensi removal TSS antara reaktor 1 dengan reaktor 2 pada dosis 60 gr

Berikut ini adalah efisiensi removal dan grafik efisiensi removal parameter TSS dengan dosis 70 gr

Tabel 4.25. Efisiensi removal konsentrasi TSS dengan dosis 70 gr.

Reaktor 1	Reaktor 2
0	0
-208,108	-37,8378
-98,6486	-89,1892
-97,2973	24,32432
-68,9189	-162,162
-64,8649	-54,0541
-250	-51,3514
-13,5135	54,05405
-114,479	-45,1737

(sumber, data primer 2006)



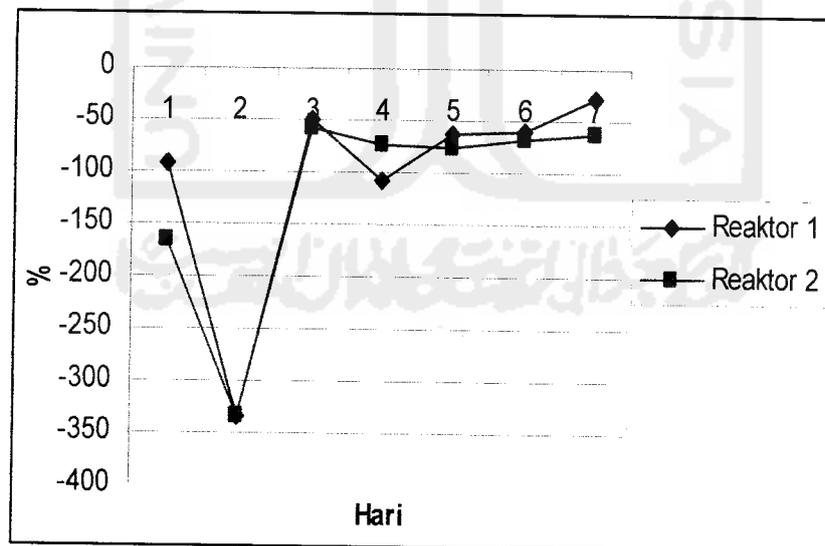
Gambar 4.20. Efisiensi removal TSS antara reaktor 1 dengan reaktor 2 pada dosis 70 gr

4.5. Pembahasan

Dari hasil penelitian yang dilakukan selama 5 minggu dengan menggunakan reaktor tangki septik dengan sistem *batch* untuk menurunkan konsentrasi COD dan TSS. Pengambilan sampel dilakukan setiap hari dimana dalam satu minggu menggunakan dosis yang berbeda, hasil penelitian seperti yang terdapat pada table 4.1 sampai tabel 4.25 yang selanjutnya dilakukan uji statistik mean atau rata-rata. Dari tabel hasil yang ada masih terjadi fluktuasi konsentrasi baik itu COD maupun TSS, demikian pula dengan efisiensi penurunan COD dan TSS

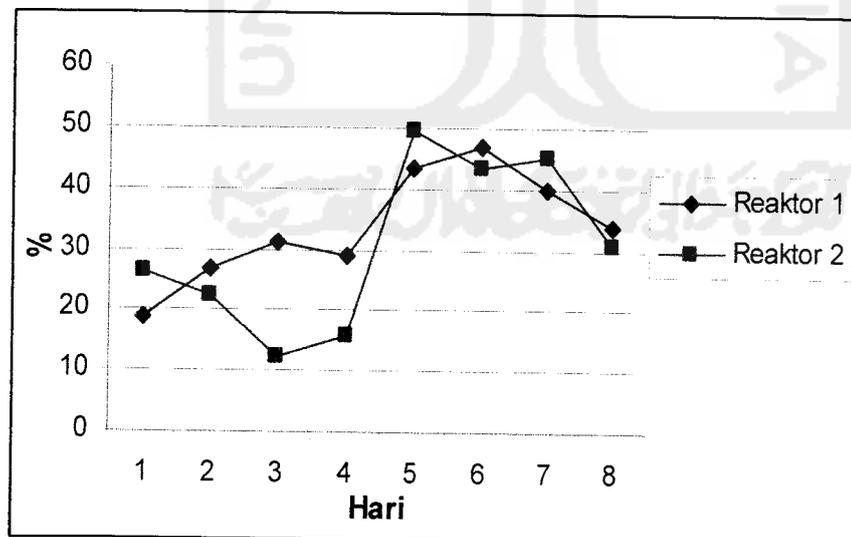
Untuk selanjutnya akan dibahas mengenai kenaikan dan penurunan konsentrasi masing – masing parameter yaitu sebagai berikut.

4.5.1. Penurunan COD (*Chemical Oxygen Demand*)

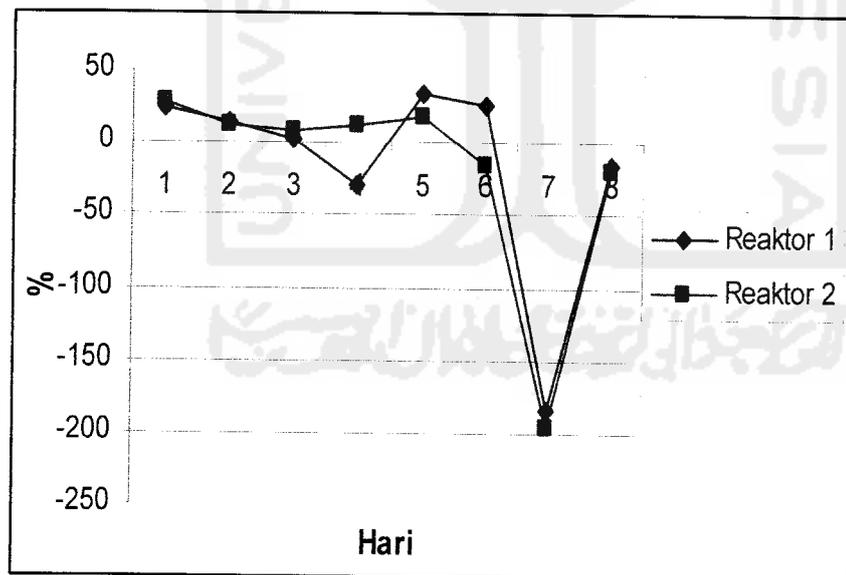


Berdasarkan tabel efisiensi untuk dosis 30 gr pada hari kedua dan keempat terjadi penurunan efisiensi yang tinggi jika hal ini dibandingkan dengan

kurva pertumbuhan bakteri maka seharusnya yang terjadi adalah tidak terjadi penurunan ataupun kenaikan efisiensi karena pada awalnya mikroorganisme akan mengalami fase *lag* (lambat) dimana mikroorganisme masih harus menyesuaikan dengan lingkungan sekitarnya dan bersiap untuk membelah diri, hal tersebut dapat terjadi jika makanan atau nutrisi untuk mikroorganisme tersebut kurang ataupun tidak mencukupi namun jika melihat dari waktu yang ada maka yang terjadi adalah mikroorganisme tersebut tidak dapat beradaptasi dengan baik terhadap lingkungan baru yang ditempatinya. Pada hari ketiga kelima dan ketujuh terjadi kenaikan efisiensi, hal ini dapat terjadi karena mikroorganisme telah dapat menyesuaikan diri dengan lingkungan barunya walaupun tidak semuanya disinilah terjadinya fase eksponensial dimana mikroorganisme dapat membelah diri secara konstant, sedangkan kenaikan efisiensi tersebut terjadi karena semakin sedikitnya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan kimia yang ada didalam septik *tank*

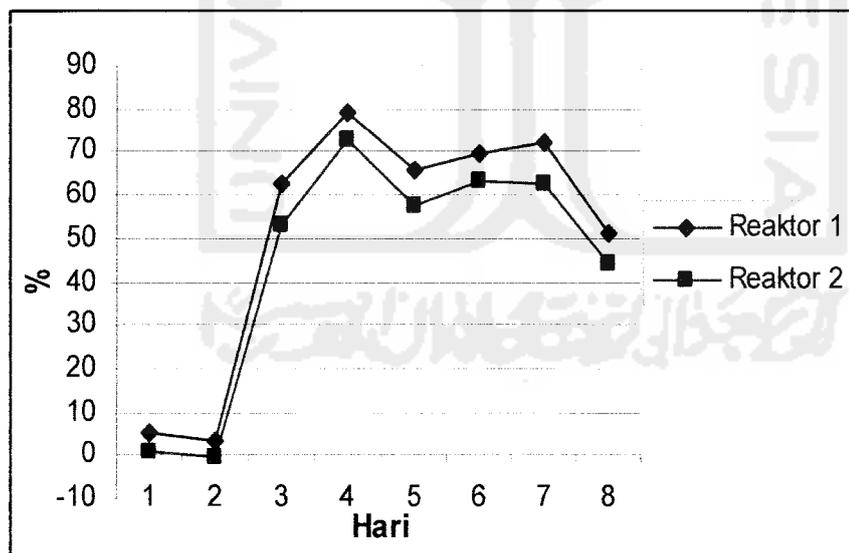


Berdasarkan tabel efisiensi untuk dosis 40 gr pada hari kenol sampai pada hari ketiga serta pada hari kelima dan keenam terjadi kenaikan efisiensi yang konstant hal ini sesuai dengan kurva pertumbuhan mikroorganisme dimana yang terjadi adalah mikroorganisme dapat membelah diri dengan baik dan konstant (fase eksponensial) sedangkan untuk kenaikan efisiensi terjadi karena semakin sedikitnya oksigen yang dibutuhkan untuk dapat mereaksikan senyawa kimia pada tinja . Namun pada hari keempat ketujuh dan kedelapan terjadi penurunan efisiensi hal ini dapat terjadi karena adanya mikroorganisme yang mati karena kekurangan nutrisi sehingga menyebabkan naiknya kebutuhan oksigen untuk dapat meremoval senyawa atau bahan kimia yang berasal dari mikroorganisme yang telah mati (*fase death*)



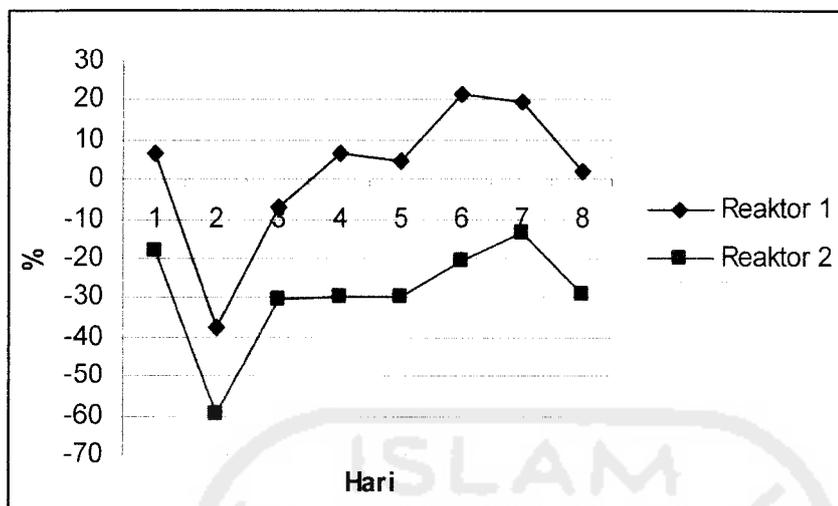
Berdasarkan tabel efisiensi untuk dosis 50 gr pada hari kedua, ketiga, keempat dan ke tujuh terjadi penurunan efisiensi yang terjadi karena pada awalnya mikroorganisme akan mengalami fase *lag* (lambat) dimana mikroorganisme masih

harus menyesuaikan dengan lingkungan sekitarnya dan bersiap untuk membelah diri, hal tersebut dapat terjadi jika makanan atau nutrisi untuk mikroorganisme tersebut kurang ataupun tidak mencukupi namun jika melihat dari waktu yang ada maka yang terjadi adalah mikroorganisme tersebut tidak dapat beradaptasi dengan baik terhadap lingkungan baru yang ditempatinya. Pada hari kelima dan kedelapan terjadi kenaikan efisiensi, hal ini dapat terjadi karena mikroorganisme telah dapat menyesuaikan diri dengan lingkungan barunya walaupun tidak semuanya disinilah terjadinya fase eksponensial dimana mikroorganisme dapat membelah diri secara konstant, sedangkan kenaikan efisiensi tersebut terjadi karena semakin sedikitnya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan kimia yang ada didalam septik tank



Berdasarkan tabel efisiensi untuk dosis 60 gr terjadi kenaikan dan penurunan efisiensi, jika hal tersebut dibandingkan dengan kurva pertumbuhan mikroorganisme maka terjadinya fase lambat pada hari pertama dan kedua dimana

terjadi penurunan efisiensi yang dapat terjadi karena mikroorganismenya belum bisa beradaptasi dengan baik sehingga ada yang mati dan menyebabkan kebutuhan oksigen untuk mereaksikan senyawa atau bahan kimia yang ada didalam tinja menjadi meningkat, sedangkan fase eksponensial terjadi pada hari ketiga hingga hari keempat dimana terjadi kenaikan efisiensi yang cukup tinggi hal ini dapat terjadi karena mikroorganisme tersebut telah beradaptasi dengan baik dan telah mempersiapkan diri untuk membelah pada fase sebelumnya dan hal tersebut juga didukung oleh bahan makanan yang tersedia cukup banyak terutama yang berasal dari tinja sehingga kebutuhan oksigen untuk mereaksikan bahan atau senyawa kimia semakin kecil, pada hari kelima kembali terjadi penurunan efisiensi hal ini terjadi karena makanan yang tersedia semakin berkurang sehingga pertumbuhan mikroorganisme menjadi terhambat kemudian akan menyebabkan kematian terhadap mikroorganisme yang tidak dapat bertahan hidup, matinya mikroorganisme inilah yang dapat menaikkan kebutuhan oksigen untuk bereaksi dengan senyawa kimia yang ada didalam tinja sekaligus yang berasal dari mikroorganisme yang mati pada saat inilah disebut sebagai fase *death*. Pada keenam sampai dengan delapan terjadi fase yang sama dengan fase sebelumnya

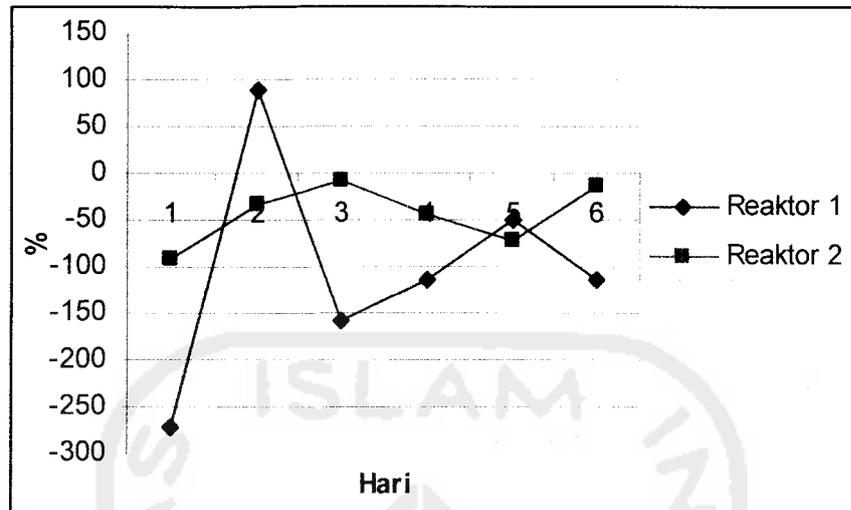


Berdasarkan tabel efisiensi untuk dosis 30 gr pada hari kedua terjadi penurunan efisiensi yang tinggi jika hal ini dibandingkan dengan kurva pertumbuhan bakteri maka seharusnya yang terjadi adalah tidak terjadi penurunan ataupun kenaikan efisiensi karena pada awalnya mikroorganisme akan mengalami fase *lag* (lambat) dimana mikroorganisme masih harus menyesuaikan dengan lingkungan sekitarnya dan bersiap untuk membelah diri, hal tersebut dapat terjadi jika makanan atau nutrisi untuk mikroorganisme tersebut kurang ataupun tidak mencukupi namun jika melihat dari waktu yang ada maka yang terjadi adalah mikroorganisme tersebut tidak dapat beradaptasi dengan baik terhadap lingkungan baru yang ditempatinya. Pada hari ketiga sampai ketujuh terjadi kenaikan efisiensi, hal ini dapat terjadi karena mikroorganisme telah dapat menyesuaikan diri dengan lingkungan barunya walaupun tidak semuanya disinilah terjadinya fase eksponensial dimana mikroorganisme dapat membelah diri secara konstant, sedangkan kenaikan efisiensi tersebut terjadi karena semakin sedikitnya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan kimia yang ada didalam septik *tank*. Pada hari kedelapan terjadi penurunan efisiensi hal ini dapat terjadi karena

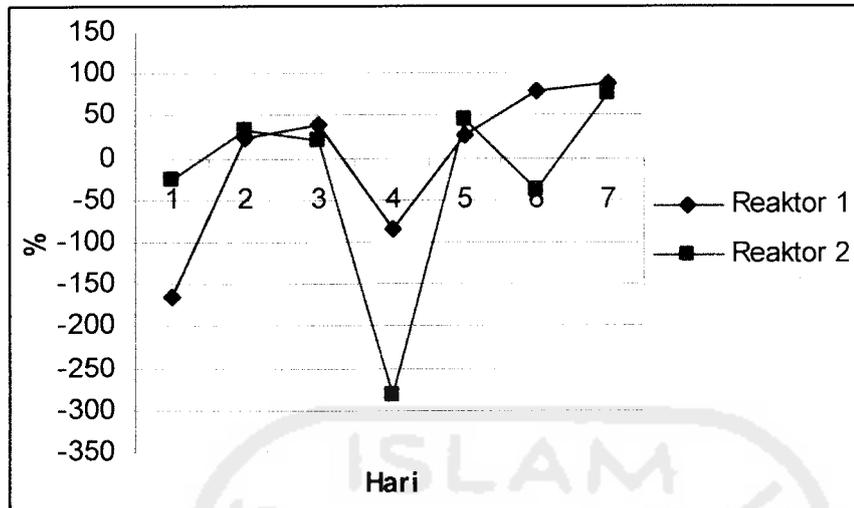
makanan atau nutrisi yang tersedia telah berkurang sehingga menyebabkan matinya mikroorganisme dan menyebabkan naiknya kebutuhan oksigen untuk dapat mereaksikan senyawa atau bahan kimia baik yang berasal dari tinja ataupun mikroorganisme yang telah mati.

Dari data hasil penelitian yang disajikan seperti yang terdapat pada tabel 4.1 sampai 4.10 dapat dilihat terjadinya kenaikan dan penurunan konsentrasi COD. Pada table 4.1, dan 4.3 terlihat bahwa terjadi kenaikan konsentrasi COD dengan rata-rata konsentrasi 847,60 mg/L dan 777,87 mg/L dengan efisiensi -105,98% dan -15,69%, sedangkan untuk penurunan konsentrasi COD ditunjukkan pada tabel data 4.2, 4.4, 4.5 dengan rata-rata konsentrasi 374,06 mg/L, 777,87 mg/L, 317,56 mg/L dan dengan efisiensi 33,56%, 51,12%, 2,04%. Dari data tersebut kenaikan konsentrasi COD tertinggi terjadi pada dosis 30 gr yang ditunjukkan oleh tabel 4.1 dengan efisiensi – 105, 98% dan penurunan konsentrasi COD tertinggi terjadi pada dosis 60 gr yang ditunjukkan oleh table 4.4 dengan efisiensi sebesar 51,12%

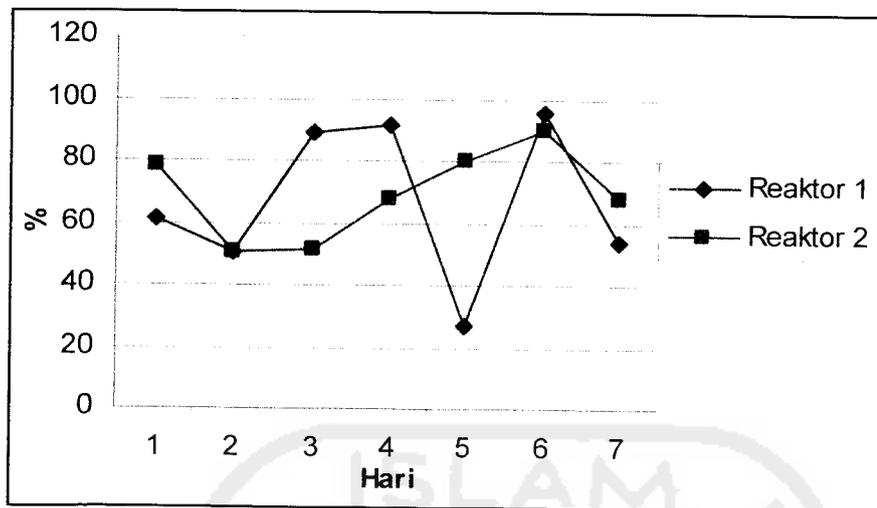
4.5.2. Penurunan TSS (*Total Suspended Solid*)



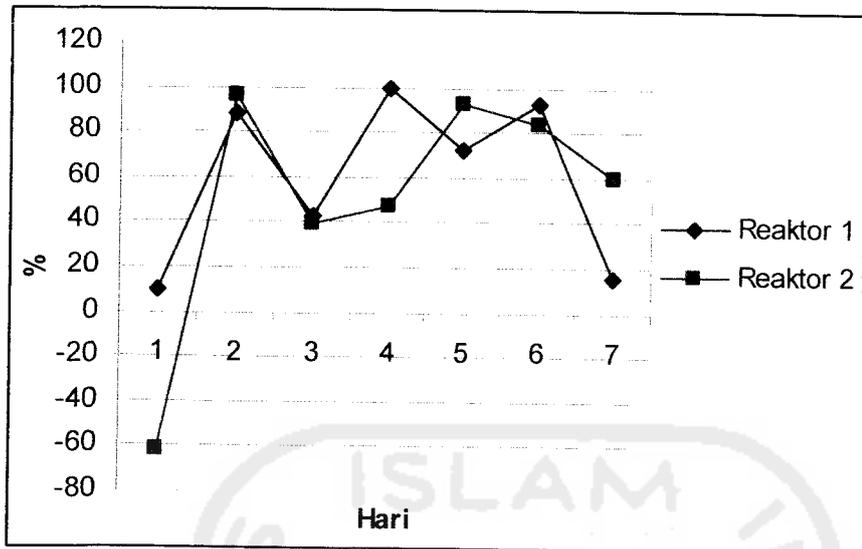
Berdasarkan grafik efisiensi TSS dengan dosis 30 gr terjadi fase eksponensial pada hari kedua, keempat, dan kelima hal ini ditunjukkannya dengan naiknya nilai efisiensi penurunan konsentrasi TSS, kenaikan efisiensi tersebut terjadi karena mikroorganisme menjadikan TSS sebagai sumber nutrisi atau makanan untuk berkembang biak dan tumbuh, sehingga TSS yang ada menjadi berkurang. Pada hari ketiga dan keenam terjadi fase *death*. Terjadinya fase ini karena sel menjadi mati akibat penumpukan racun dan habisnya nutrisi, menyebabkan jumlah sel yang mati lebih banyak sehingga mengalami penurunan jumlah sel yang ditunjukkan oleh turunnya nilai efisiensi penurunan TSS, penurunan efisiensi tersebut terjadi karena mikroorganisme yang terdapat didalam starbio plus mati karena terjadinya persaingan dalam mendapatkan makanan atau nutrisi sehingga menyebabkan konsentrasi TSS menjadi meningkat



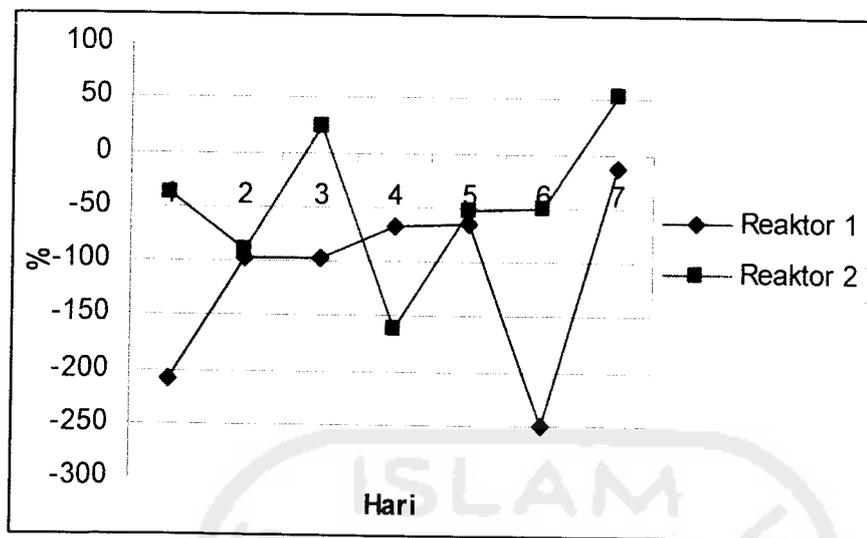
Berdasarkan grafik efisiensi TSS dengan dosis 40 gr terjadi fase eksponensial pada hari kedua, ketiga, kelima, keenam dan ketujuh hal ini ditunjukkannya dengan naiknya nilai efisiensi penurunan konsentrasi TSS, kenaikan efisiensi tersebut terjadi karena mikroorganismenya menjadikan TSS sebagai sumber nutrisi atau makanan untuk berkembang biak dan tumbuh, sehingga TSS yang ada menjadi berkurang. Pada hari keempat terjadi fase *death*. Terjadinya fase ini karena sel menjadi mati akibat penumpukan racun dan habisnya nutrisi, menyebabkan jumlah sel yang mati lebih banyak sehingga mengalami penurunan jumlah sel yang ditunjukkan oleh turunnya nilai efisiensi penurunan TSS, penurunan efisiensi tersebut terjadi karena mikroorganismenya yang terdapat didalam starbio plus mati karena terjadinya persaingan dalam mendapatkan makanan atau nutrisi sehingga menyebabkan konsentrasi TSS menjadi meningkat



Berdasarkan grafik efisiensi TSS dengan dosis 50 gr terjadi fase eksponensial pada hari ketiga, keempat, dan keenam hal ini ditunjukkannya dengan naiknya nilai efisiensi penurunan konsentrasi TSS, kenaikan efisiensi tersebut terjadi karena mikroorganisme menjadikan TSS sebagai sumber nutrisi atau makanan untuk berkembang biak dan tumbuh, sehingga TSS yang ada menjadi berkurang. Pada hari kedua, kelima dan ketujuh terjadi fase *death*. Terjadinya fase ini karena sel menjadi mati akibat penumpukan racun dan habisnya nutrisi, menyebabkan jumlah sel yang mati lebih banyak sehingga mengalami penurunan jumlah sel yang ditunjukkan oleh turunnya nilai efisiensi penurunan TSS, penurunan efisiensi tersebut terjadi karena mikroorganisme yang terdapat didalam starbio plus mati karena terjadinya persaingan dalam mendapatkan makanan atau nutrisi sehingga menyebabkan konsentrasi TSS menjadi meningkat



Berdasarkan grafik efisiensi TSS dengan dosis 60 gr terjadi fase eksponensial pada hari kedua, keempat, dan keenam hal ini ditunjukkannya dengan naiknya nilai efisiensi penurunan konsentrasi TSS, kenaikan efisiensi tersebut terjadi karena mikroorganisme menjadikan TSS sebagai sumber nutrisi atau makanan untuk berkembang biak dan tumbuh, sehingga TSS yang ada menjadi berkurang. Pada hari ketiga, kelima dan ketujuh terjadi fase *death*. Terjadinya fase ini karena sel menjadi mati akibat penumpukan racun dan habisnya nutrisi, menyebabkan jumlah sel yang mati lebih banyak sehingga mengalami penurunan jumlah sel yang ditunjukkan oleh turunnya nilai efisiensi penurunan TSS, penurunan efisiensi tersebut terjadi karena mikroorganisme yang terdapat didalam starbio plus mati karena terjadinya persaingan dalam mendapatkan makanan atau nutrisi sehingga menyebabkan konsentrasi TSS menjadi meningkat



Berdasarkan grafik efisiensi TSS dengan dosis 70 gr terjadi fase eksponensial pada hari kedua, keempat, dan ketujuh hal ini ditunjukkannya dengan naiknya nilai efisiensi penurunan konsentrasi TSS, kenaikan efisiensi tersebut terjadi karena mikroorganisme menjadikan TSS sebagai sumber nutrisi atau makanan untuk berkembang biak dan tumbuh, sehingga TSS yang ada menjadi berkurang. Pada hari keenam terjadi fase *death*. Terjadinya fase ini karena sel menjadi mati akibat penumpukan racun dan habisnya nutrisi, menyebabkan jumlah sel yang mati lebih banyak sehingga mengalami penurunan jumlah sel yang ditunjukkan oleh turunnya nilai efisiensi penurunan TSS, penurunan efisiensi tersebut terjadi karena mikroorganisme yang terdapat didalam starbio plus mati karena terjadinya persaingan dalam mendapatkan makanan atau nutrisi sehingga menyebabkan konsentrasi TSS menjadi meningkat. Sedangkan pada hari keempat dan kelima terjadi fase lambat yaitu tidak ada pertumbuhan populasi karena sel mengalami perubahan komposisi kimiawi dan ukuran serta bertambahnya substansi intraseluler sehingga siap untuk membelah diri, hal ini

ditunjukkan dengan tidak adanya kenaikan atau penurunan nilai efisiensi konsentrasi TSS

Dari data hasil penelitian yang disajikan seperti yang terdapat pada tabel 4.11. sampai 4.25 dapat dilihat terjadinya kenaikan dan penurunan konsentrasi TSS. Pada tabel 4.11. dan 4.19. terlihat bahwa terjadi adanya kenaikan konsentrasi TSS dengan rata-rata konsentrasi sebesar 290,28 mg/L dan 296,25 mg/L dengan efisiensi -103,25% dan -114,48%. Sedangkan penurunan konsentrasi TSS ditunjukkan pada table data 4.13, 4.15, 4.17 dengan rata-rata konsentrasi sebesar 158,5 mg/L, 186 mg/L, 123,25 mg/L dengan efisiensi 1,07%, 66,84%, 60,11%. Dari data tersebut kenaikan konsentrasi TSS tertinggi terjadi pada dosis 70 gr yang ditunjukkan oleh tabel 4.19 dengan efisiensi - 114,48% dan penurunan konsentrasi TSS tertinggi terjadi pada dosis 50 gr yang ditunjukkan oleh table 4.15 dengan efisiensi sebesar 66,84%

Penurunan konsentrasi TSS terjadi karena mikroorganisme yang terdapat didalam starbio plus memanfaatkan TSS sebagai nutrient untuk berkembang dan tumbuh, semakin banyak nutrient yang terdapat di sekitar mikroorganisme maka pertumbuhannya akan berkembang dengan cepat juga seiring dengan jumlah makanan yang tersedia (tahap *lag* - *logaritma* - *stationary*), sedangkan untuk kenaikan konsentrasi TSS yang terjadi dapat disebabkan karena banyaknya mikroorganisme yang mati karena berkurangnya kadar bahan organik dalam tinja yang merupakan sumber nutrisi sehingga mikroorganisme harus bersaing untuk dapat bertahan hidup. Mikroorganisme yang mati tersebut selanjutnya akan menjadikan konsentrasi TSS menjadi meningkat.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Rata-rata penurunan konsentrasi COD tertinggi terjadi pada dosis 60 gr sebesar 51,12% dan rata-rata kenaikan konsentrasi COD tertinggi terjadi pada dosis 30 gr sebesar -105,05%, sedangkan rata-rata penurunan konsentrasi TSS tertinggi terjadi pada dosis 50 gr sebesar 66,84% dan rata-rata kenaikan konsentrasi TSS tertinggi terjadi pada dosis 70 gr sebesar -114,48%
2. Penurunan konsentrasi COD dan TSS yang optimum terjadi pada dosis 60gr/50ltr sebesar 51,12% untuk COD dan 60,11% untuk TSS.
3. Jenis bakteri yang terkandung didalam starbio plus adalah *Bacillus thuringiensis*

5.2. Saran

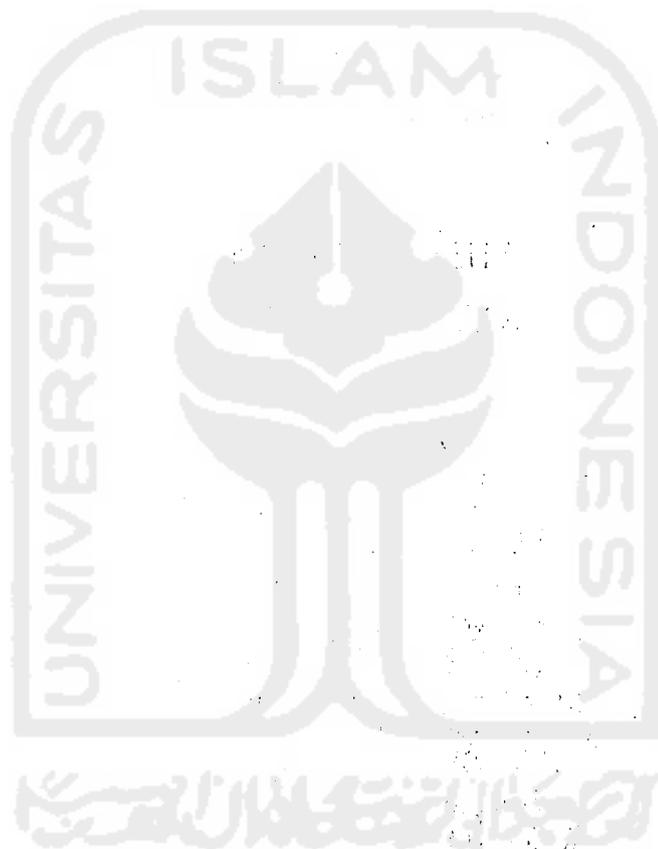
1. Perlunya diuji apakah reaktor dalam keadaan aerobik, anaerobik, ataupun fakultatif. Hal ini untuk memastikan suasana yang cocok untuk kehidupan dan memaksimalkan fungsi dari mikroorganisme yang ada di dalam starbio plus.
2. Pengaturan suhu yang sesuai untuk memaksimalkan fungsi mikroorganisme dalam starbio plus dalam mendegradasi zat organik.

Daftar Pustaka

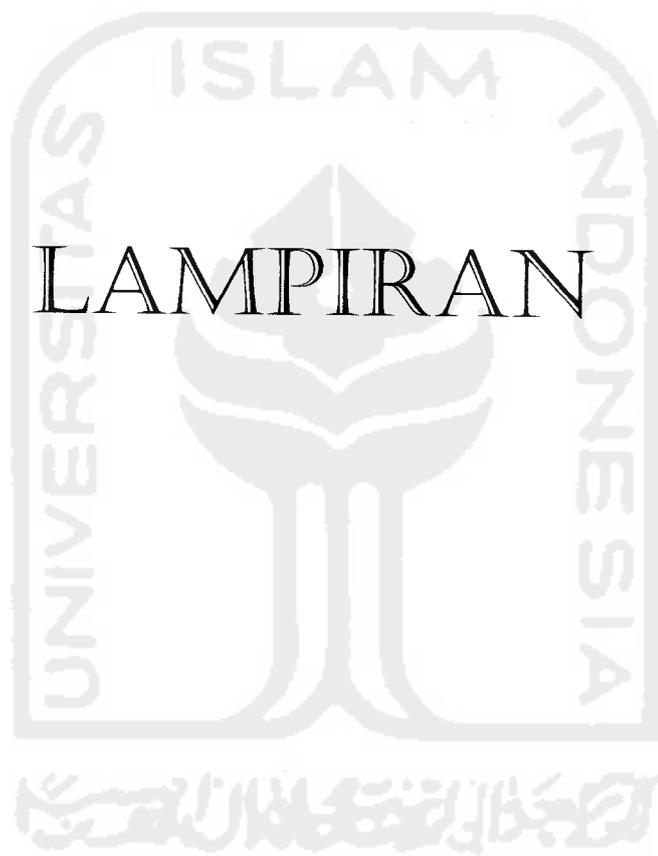
1. Anonim, 2006, *Lembah Hijau Multifarm*, www.lembahhijau.com/profile.htm
2. Anonim, 2004, *Selamat datang di Biogen-Online*, www.BB-Biogen.com
3. Azwar, Azrul, 1995, *Pengantar Kesehatan Lingkungan*, Mutiara Sumber Widya, Jakarta.
4. Grady, Daigger, Lim, 1999, *Biological Wastewater Treatment*, Marcel Dekker Inc, New York.
5. Ir. Giok, Tan Tjeng, 1983, *Rencana Septic Tank*, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
6. Ir. Mufid, Achmad SE, 1989, *Pengelolaan Air Limbah Domestik Dengan Sistem Septic Tank*, Karunia, Surabaya.
7. Kusnoputranto, Haryoto, 1984, *Air Limbah dan Ekskreta Manusia*, FKM-UI, Jakarta.
8. Prof. Sudjana. DR, M.A,MSc, 1996, *Metoda Statistika*, Tarsito, Bandung
9. Soeparman, H.M dan Suparmin, 2001, *Pembuangan Tinja dan Limbah Cair*. EGC, Jakarta.
10. Sujayanto. G, *Mengendalikan Tinja Dengan Mikroba*, Markus. G www.indonesia.com/intisari/
11. Wagner, EG & JN Lanoix, 1958, *Excreta Disposal for Rural Areas and SmallCommunities*, Geneva: WHO.

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 "



LAMPIRAN

STANDAR

SK SNI M-03-1990-F

2



DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM

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 Helligemetri	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



I. DESKRIPSI

1.1 Maksud dan Tujuan

1.1.1 Maksud

Metode pengujian ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam pengujian kualitas fisika air di lapangan dan laboratorium.

1.1.2 Tujuan

Tujuan metode pengujian ini untuk memperoleh hasil uji sifat fisika air.

1.2 Ruang Lingkup

Metode ini memuat pengertian kualitas fisika air, persyaratan pengujian sifat fisika air dan cara pengujian kualitas fisika air yang meliputi prinsip kerja, bahan, peralatan, cara kerja dan perhitungan hasil uji.

1.3 Pengertian

Kualitas fisika air yang dimaksud adalah sifat fisika air seperti :

- 1) suhu air ialah derajat panas air yang dinyatakan dalam satuan panas derajat Celsius ($^{\circ}\text{C}$);
- 2) warna ialah warna nyata dari air yang dapat disebabkan oleh adanya ion metal (besi dan mangan), humus, plankton, tumbuhan air dan limbah industri, yang tidak menggunakan zat warna tertentu setelah dihilangkan kekeruhannya, yang dinyatakan dalam satuan warna skala Pt Co;
- 3) kekeruhan ialah sifat optik dari suatu larutan, yang menyebabkan cahaya yang melaluinya terabsorpsi dan terbias dihitung dalam satuan mg/L SiO_2 atau Unit Kekeruhan Nephelometri (UKN);
- 4) kejernihan ialah dalamnya lapisan air yang dapat ditembus oleh sinar matahari yang dinyatakan dalam satuan cm;
- 5) residu total ialah residu yang tersisa setelah penguapan contoh dan dilanjutkan dengan pengeringan pada suhu tertentu secara merata dan dinyatakan dalam satuan mg/L ;
- 6) residu tersuspensi ialah berat zat padat dalam air yang tertahan pada penyaring dengan kertas saring yang berpori sebesar $0,45 \mu\text{m}$ dan dikeringkan pada suhu tertentu secara merata yang dinyatakan dalam satuan mg/L ;
- 7) residu terlarut ialah berat zat padat yang dapat lolos melalui saringan yang berpori sebesar $0,45 \mu\text{m}$ dan dikeringkan pada suhu tertentu

- 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 dalam 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 $\mu\text{hos/cm}$, 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.

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 berpengalaman 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

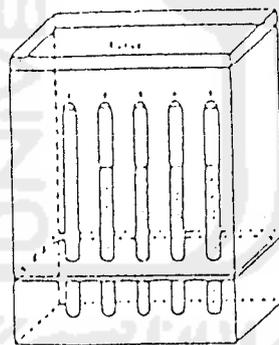
Bahan yang digunakan ialah :

- 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 = 20 mm
- Ø Luar = 24 mm
- l (Tinggi) = 375 mm
- V (Volume) = 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 ke dalam 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 kertasaring 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

Ikhwal 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

Ikhwal 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

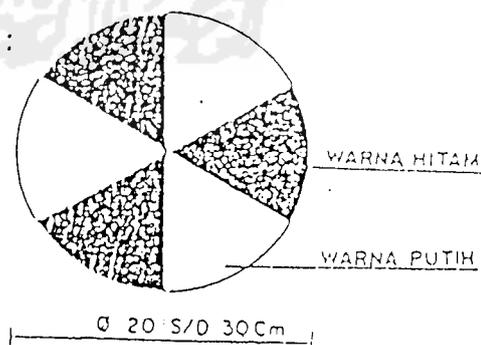
3.4.1 Prinsip Kerja

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 simpangannya.

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 :

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

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/E 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 90 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;

- 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 yang bernori 0,45 μ m: misalnya Gelman tipe A/E atau Whatman tipe 934 AH atau Millipore tipe AP40 atau yang sejenis;
- 9) tempat khusus untuk meletakkan kertas saring yang terbuat dari baja nir karat atau aluminium;
- 10) penjepit cawan.

7.4 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 di dalam tanur 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) penyaringan contoh dilakukan dengan urutan :
 - (1) siapkan kertas saring pada alat penyaring;
 - (2) saring contoh sebanyak 250 mL;
 - (3) ambil filtrat sebanyak 100 mL kemudian tuangkan kedalam cawan yang telah diketahui beratnya dan banyaknya contoh yang diambil disesuaikan dengan kadar residu terlarut di dalam contoh uji sehingga berat residu terlarut yang diperoleh antara 2,5 mg sampai 200 mg;
 - (4) keringkan di dalam oven pada suhu 103-105 °C selama 1 jam;
 - (5) dinginkan dalam desikator selama 15 menit;
 - (6) timbang cawan berisi residu terlarut tersebut dengan neraca analitik;
 - (7) ulangi langkah (4) sampai (6) hingga diperoleh berat tetap (kehilangan berat <4%) misalnya A mg.

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 :

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

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

dengan penjelasan :

A = Berat cawan berisi residu total dalam mg

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

B = 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 selama waktu tertentu, kemudian diukur banyak endapannya dalam mL atau mg/L.

3.9.2 Gangguan

Gangguan dalam pemeriksaan ini adalah zat yang mengempang, 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 nitrat 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;

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

- 2) cara gravimetri;

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

dengan penjelasan :

A = residu tersuspensi (mg/L)

B = residu tidak mengendap (mg/L)

3.10 Derajat Keasaman

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 kedalam 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

Ikhwal 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.

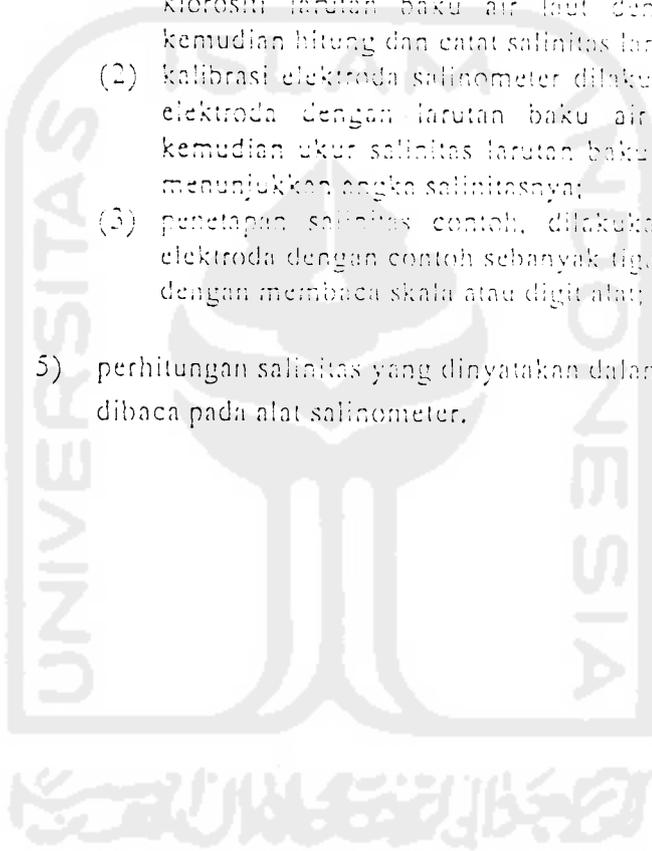
- (2) salinitas/kegaraman;
 $‰_{\infty} = Clo \times 1,8 \dots\dots\dots(14)$

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.



IV. CARA PEMBUATAN LARUTAN

4.1 Pembuatan Larutan Untuk Pengujian Warna

4.1.1 Larutan Induk Skala Warna 500 mg/L PtCo

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 klorida 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 $((NH_2)_2 \cdot H_2SO_4)$ 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) diamkan 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 Kekерuhan 40 UKN

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

4.2.3 Larutan Suspensi Baku Encer

Cara pembuatannya dengan mengencerkan suspensi baku kekерuhan 40 UKN sesuai keperluannya dengan menggunakan air bebas kekерuhan. 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 pembuatan larutan ini adalah dengan melarutkan 0,7456 gram KCl bebas air kristal ke dalam air suling dan tepatkan menjadi 1000 mL. DHL larutan ini 1.413 $\mu\text{mhos/cm}$ 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 $\mu\text{mhos/cm}$ 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 $\mu\text{mhos/cm}$ 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.

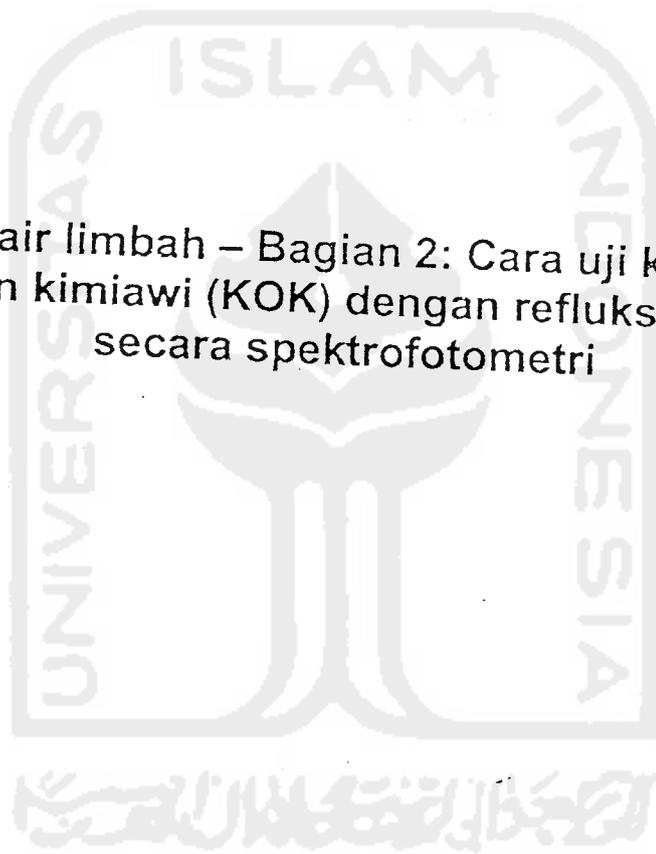
4.5.4 Standarisasi Perak Nitrat

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 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

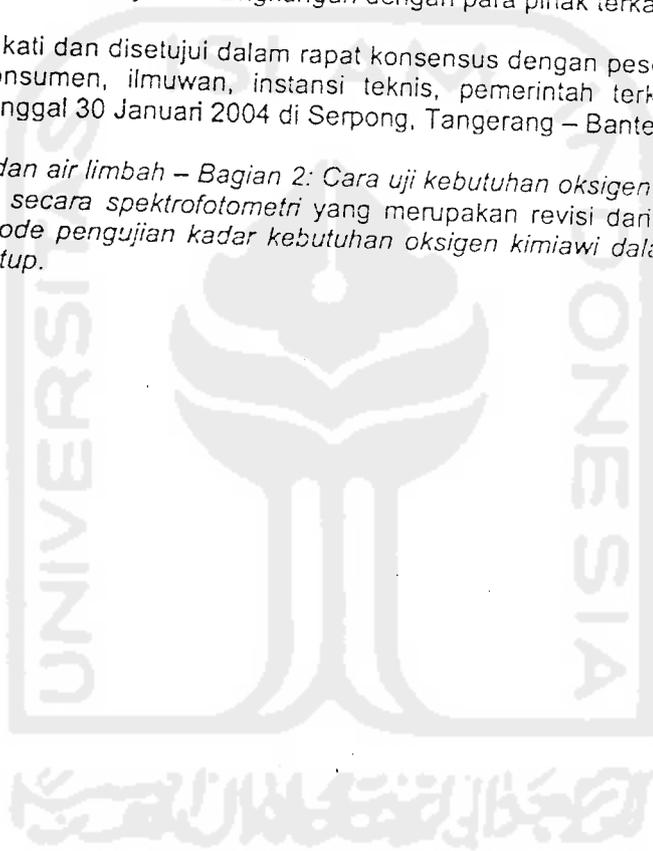
Prakata

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 maupun 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 dengan 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; 300 mg/L; 400 mg/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

2.9

CRM (*Certified Reference Material*)

bahan standar bersertifikat yang tertelusur ke sistem nasional atau internasional

3 Cara uji

3.1 Prinsip

KOK (*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.

3.2 Bahan

- a) Air suling bebas klorida dan bebas organik.
- b) 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.
- c) 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.
- d) 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.
- e) 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.
- f) 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 μg O_2 /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 refluks 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 refluks 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) Optimalkan 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.
- f) Ukur absorbansi blanko yang tidak direfluks yang mengandung dikromat, dengan pereaksi air sebagai pengganti contoh uji, akan memberikan absorbansi dikromat awal.
- g) Perbedaan absorbansi antara contoh yang direfluks dan yang tidak direfluks adalah pengukuran KOK contoh uji.
- h) Plot perbedaan absorbansi antara blanko yang direfluks dan absorbansi larutan standar yang direfluks terhadap nilai KOK untuk masing-masing standar.
- i) Lakukan analisa duplo.

3.8 Perhitungan

Nilai KOK : sebagai mg /L O₂

- a) Masukkan hasil pembacaan absorbansi contoh uji ke dalam kurva kalibrasi
- b) Nilai KOK adalah hasil pembacaan konsentrasi contoh uji dari kurva kalibrasi.

4. Jaminan mutu dan pengendalian mutu

4.1 Jaminan mutu

- a) Gunakan bahan kimia pro analisa (pa).
 - b) Gunakan alat gelas bebas kontaminasi.
 - c) Gunakan alat ukur yang terkalibrasi.
 - d) Gunakan air suling bebas organik untuk pembuatan blanko dan larutan kerja.
 - e) 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

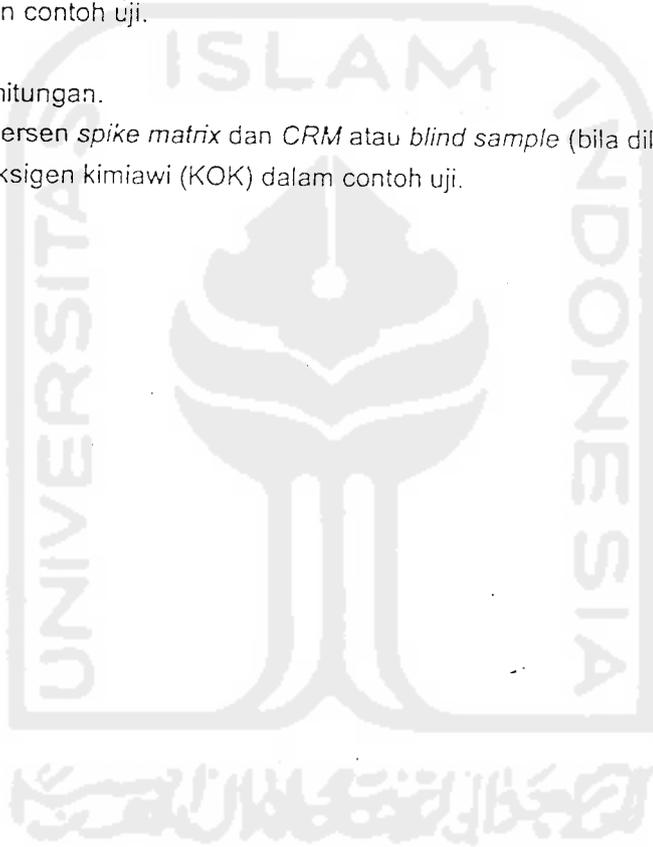
Kontrol akurasi dapat dilakukan dengan salah satu dari berikut ini:

- 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

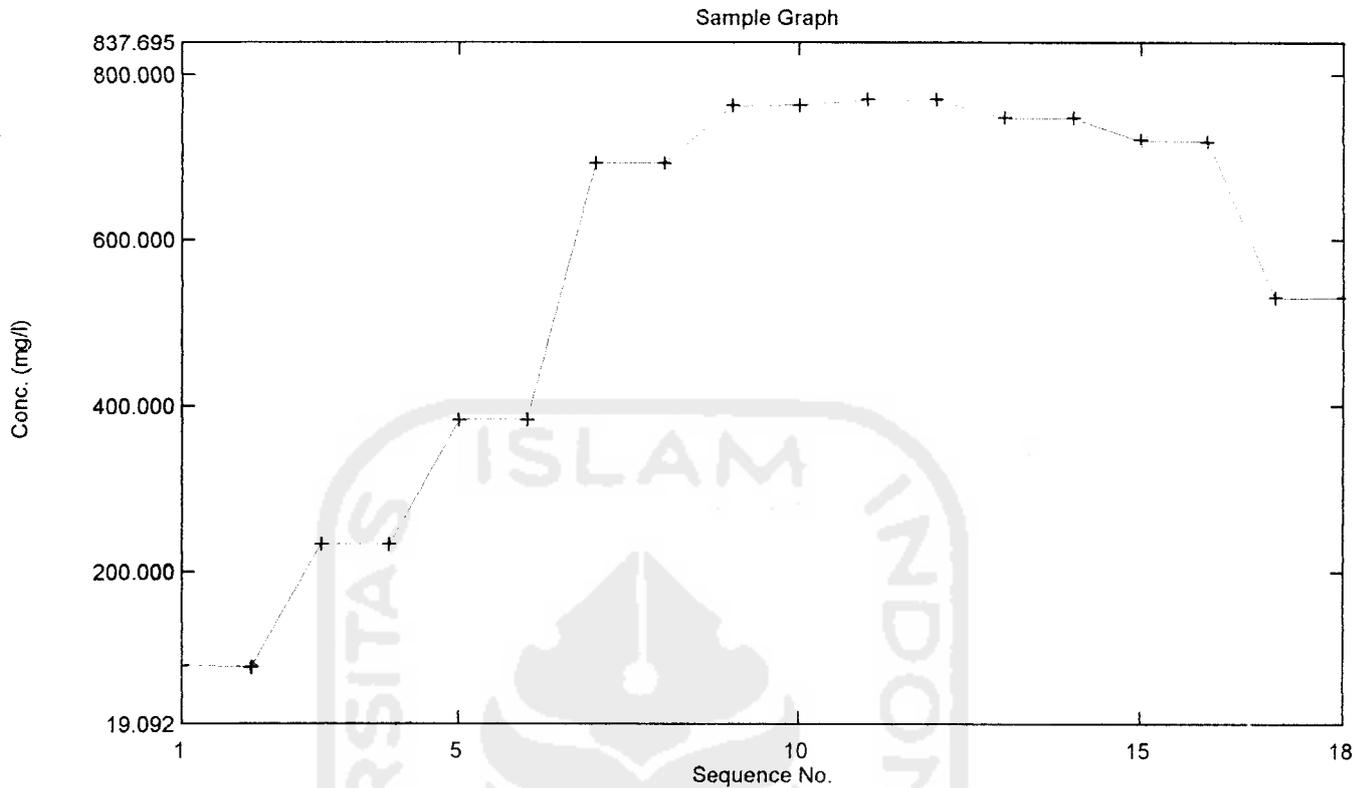
Lenore S.Clesceri et al. "Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water", 20th Edition, 1998, Metode 5220 D (Closed Reflux, Colorimetric Method)



Sample Table Report

09/18/2006 01:36:06 PM

File Name: F:\Anungkontrol 30 gr COD.pho



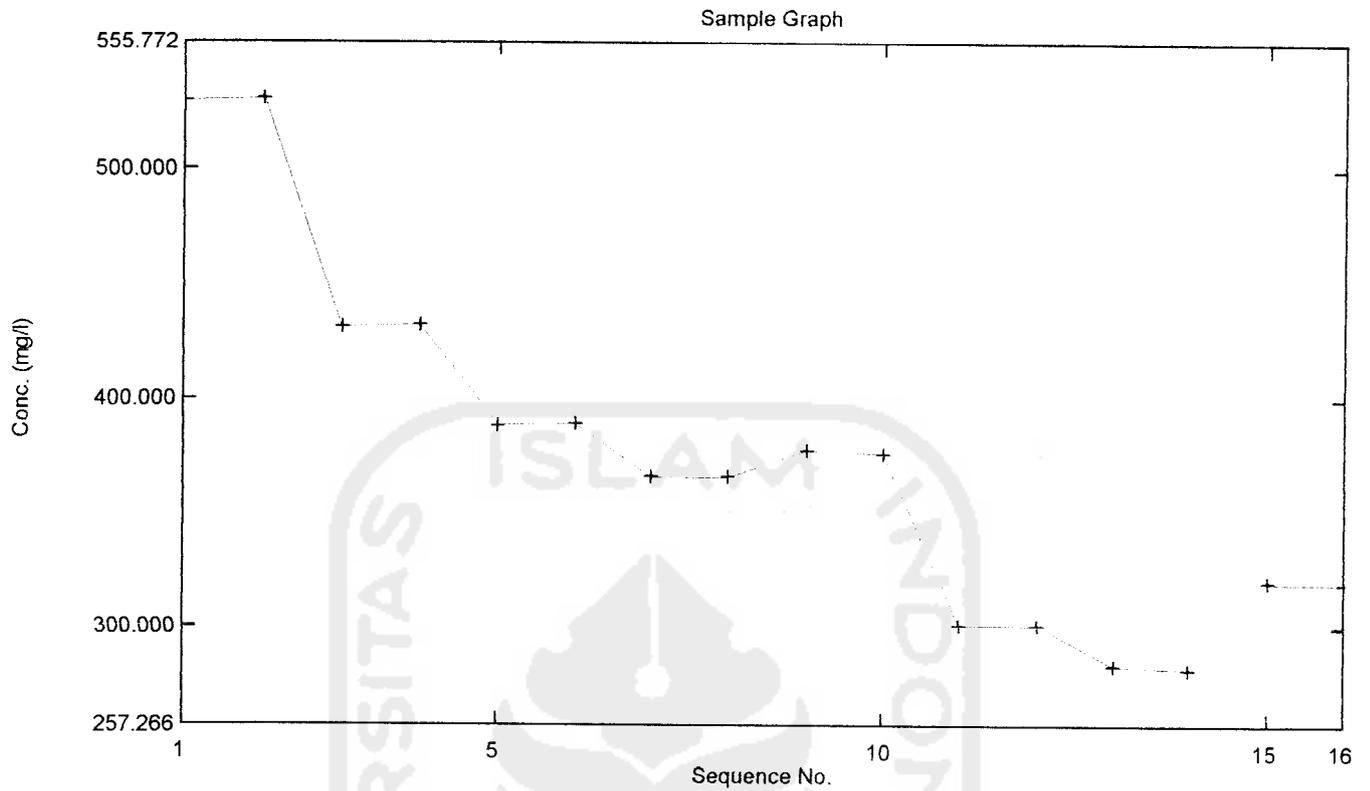
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
1	Kontrol in 1.1	Unknown		89.344	0.018	5x
2	Kontrol in 1.2	Unknown		87.309	0.018	5x
3	Kontrol H1.1	Unknown		234.324	0.053	5x
4	Kontrol H1.2	Unknown		234.324	0.053	5x
5	Kontrol H2.1	Unknown		384.391	0.089	5x
6	Kontrol H2.2	Unknown		384.391	0.089	
7	Kontrol H3.1	Unknown		693.173	0.163	Tanpa Pengenceran
8	Kontrol H3.2	Unknown		693.173	0.163	-
9	Kontrol H4.1	Unknown		762.356	0.180	
10	Kontrol H4.2	Unknown		763.373	0.180	
11	Kontrol H5.1	Unknown		769.478	0.182	
12	Kontrol H5.2	Unknown		769.478	0.182	
13	Kontrol H6.1	Unknown		747.604	0.176	
14	Kontrol H6.2	Unknown		747.604	0.176	
15	Kontrol H7.1	Unknown		720.643	0.170	
16	Kontrol H7.2	Unknown		720.134	0.170	
17	kontrol in 40 1.	Unknown		530.388	0.124	
18	kontrol in 40 1.	Unknown		530.897	0.124	

Sample Table Report

09/18/2006 01:38:53 PM

File Name: F:\Anung\Kontrol 40 gr Ony.pho



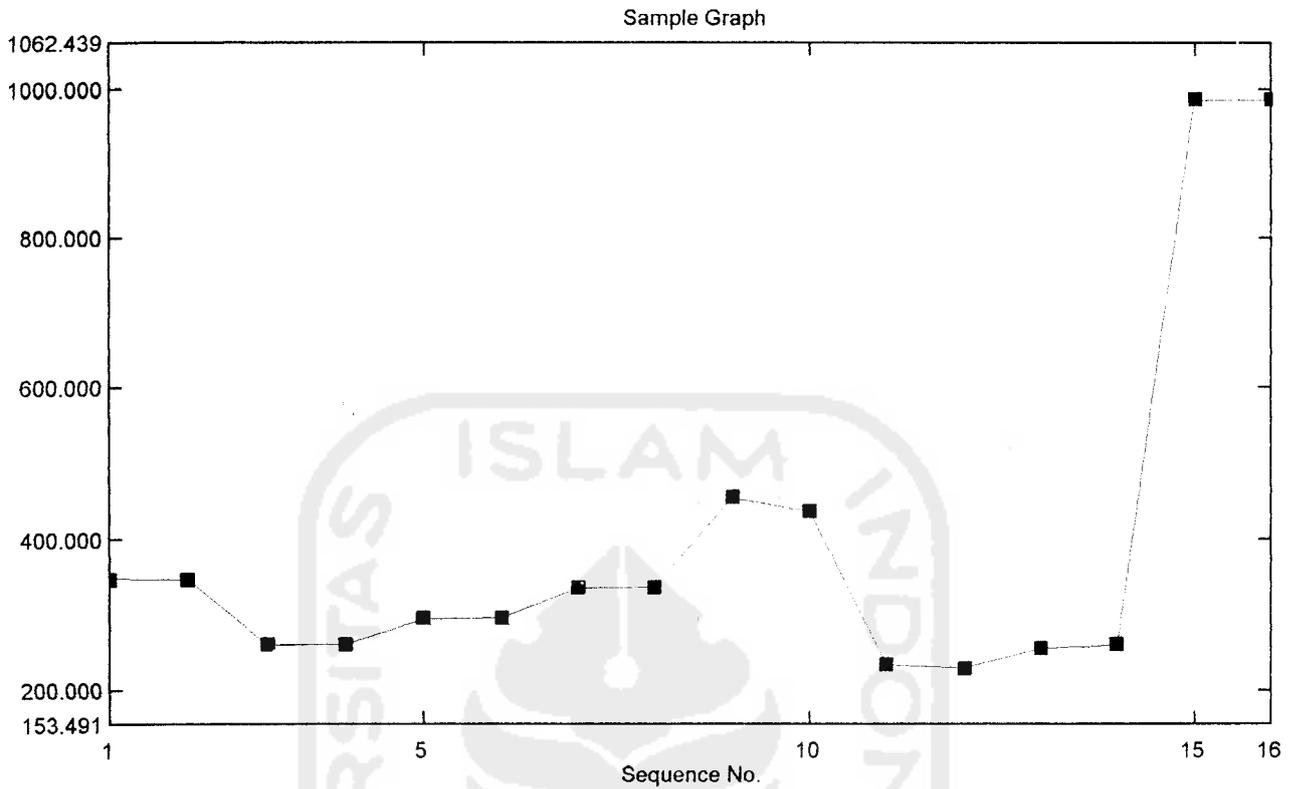
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
1	kontrol in 40 1.	Unknown		530.388	0.124	
2	kontrol in 40 1.	Unknown		530.897	0.124	
3	kontrol 40 1.1	Unknown		431.700	0.101	
4	kontrol 40 1.2	Unknown		432.209	0.101	
5	kontrol 40 2.1	Unknown		388.461	0.090	
6	kontrol 40 2.2	Unknown		388.969	0.090	
7	kontrol 40 3.1	Unknown		366.078	0.085	
8	kontrol 40 3.2	Unknown		366.078	0.085	
9	Kontrol 40 4.1	Unknown		377.778	0.088	
10	Kontrol 40 4.2	Unknown		376.252	0.087	
11	Kontrol 40 5.1	Unknown		301.473	0.069	
12	Kontrol 40 5.2	Unknown		301.473	0.069	
13	Kontrol 40 6.1	Unknown		283.668	0.065	
14	Kontrol 40 6.2	Unknown		282.142	0.065	
15	Kontrol 40 7.1	Unknown		320.295	0.074	
16	Kontrol 40 7.2	Unknown		319.786	0.074	
17						

Sample Table Report

09/18/2006 01:39:12 PM

File Name: F:\Anung\Kontrol 50 Anung Dkk.pho



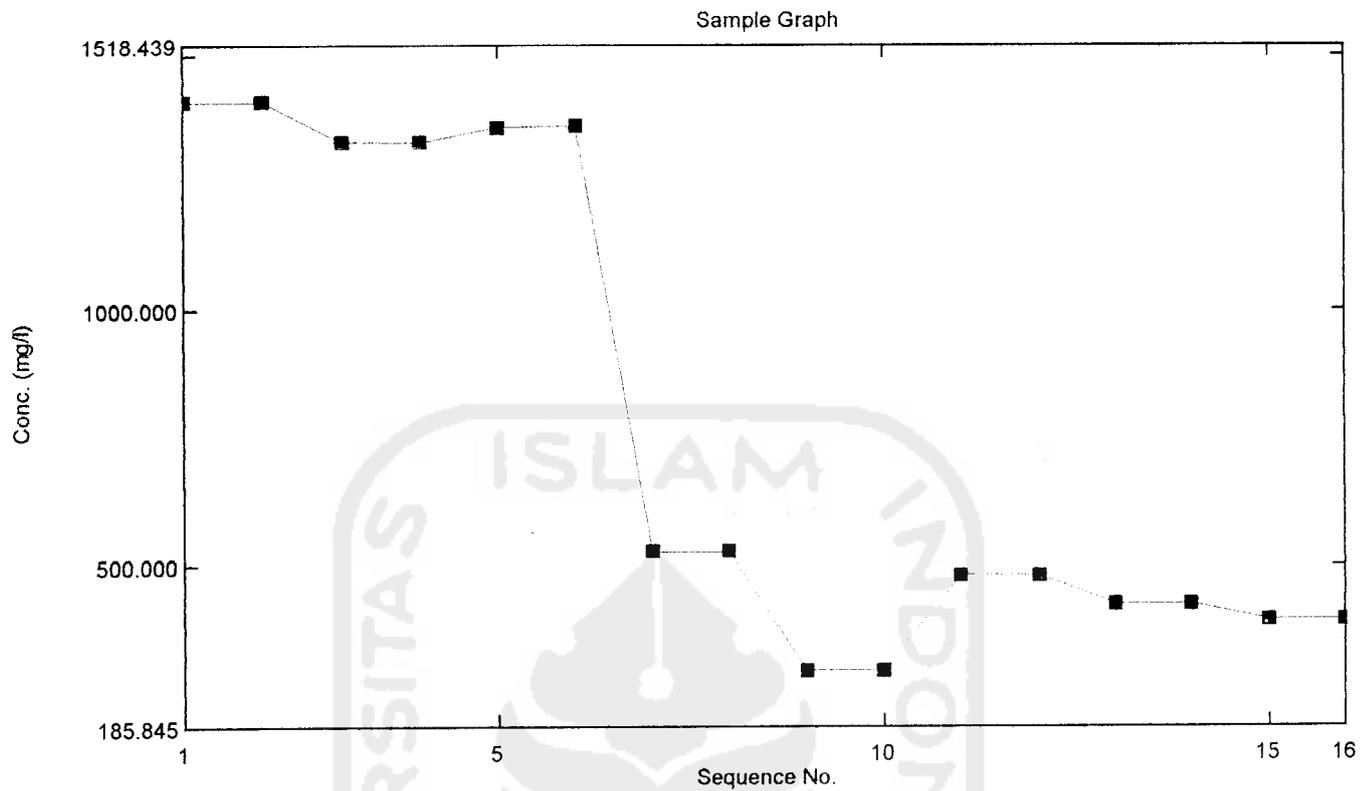
Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
Kontrol In Hr 1.1	Unknown		347.764	0.080	
Kontrol in Hr 1.2	Unknown		346.747	0.080	
Kontrol Hr 1.1	Unknown		259.759	0.059	
Kontrol Hr 1.2	Unknown		260.776	0.060	
Kontrol Hr 2.1	Unknown		294.351	0.068	
Kontrol Hr 2.2	Unknown		295.877	0.068	
Kontrol Hr 3.1	Unknown		335.047	0.077	
Kontrol Hr 3.2	Unknown		336.573	0.078	
Kontrol Hr 4.1	Unknown		455.609	0.106	
Kontrol Hr 4.2	Unknown		436.787	0.102	
Kontrol Hr 5.1	Unknown		232.798	0.053	
Kontrol Hr 5.2	Unknown		229.237	0.052	
Kontrol Hr 6.1	Unknown		255.181	0.058	
Kontrol Hr 6.2	Unknown		259.759	0.059	
Kontrol Hr 7.1	Unknown		986.185	0.234	
Kontrol Hr 7.2	Unknown		986.693	0.234	

Sample Table Report

09/18/2006 01:41:50 PM

File Name: F:\Anung\Kontrol COD 60gr.pho



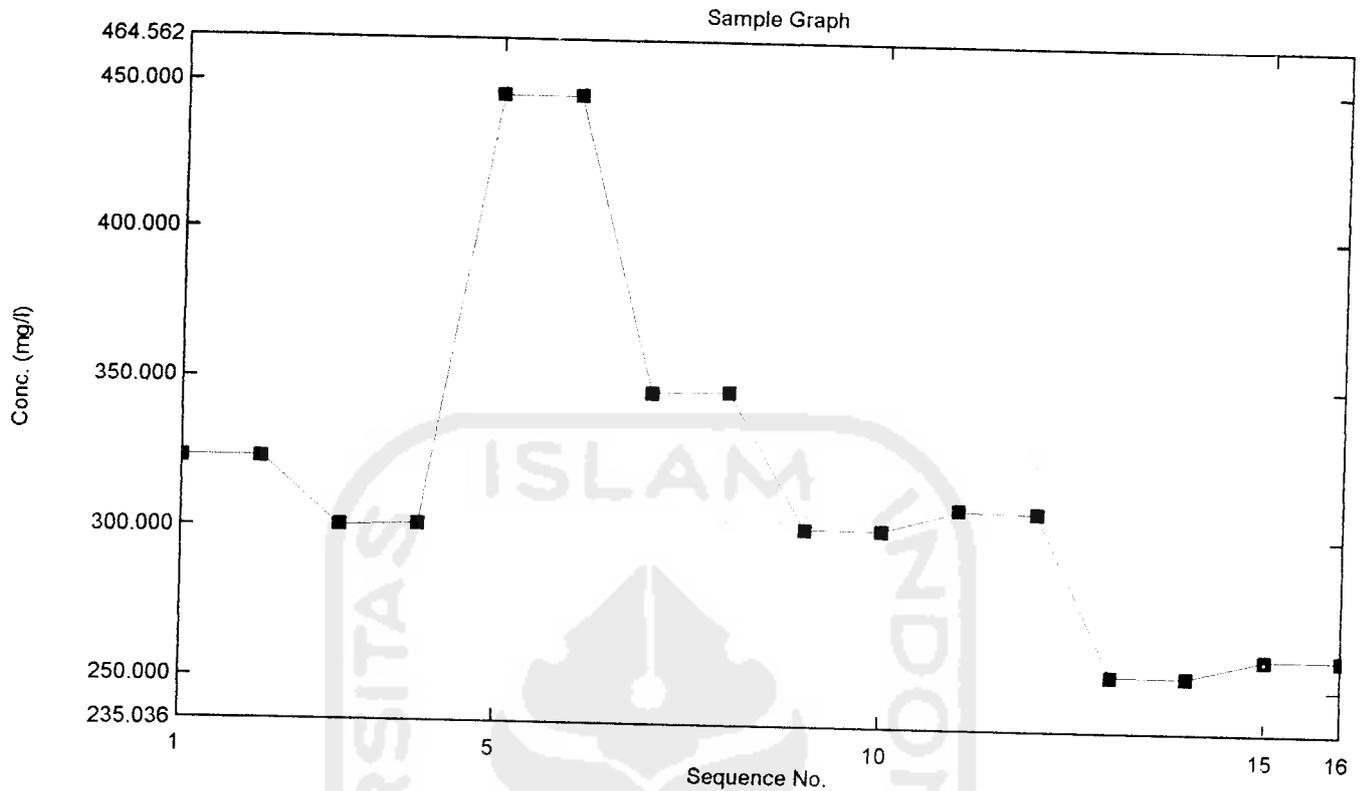
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
1	Kontrol in 1	Unknown		1407.390	0.335	
2	Kontrol in 2	Unknown		1407.390	0.335	
3	Kontrol H 1.1	Unknown		1329.558	0.316	
4	Kontrol H 1.2	Unknown		1329.050	0.316	
5	kontrol H 2.1	Unknown		1359.063	0.323	
3	Kontrol H 2.2	Unknown		1360.589	0.323	
7	kontrol H 3.1	Unknown		526.319	0.123	
3	kontrol H 3.2	Unknown		526.319	0.123	
9	kontrol H 4.1	Unknown		296.894	0.068	
10	kontrol H 4.2	Unknown		297.403	0.068	
11	kontrol H 5.1	Unknown		482.062	0.113	
12	kontrol H 5.2	Unknown		481.553	0.113	
13	kontrol H 6.1	Unknown		425.596	0.099	
14	kontrol H 6.2	Unknown		425.596	0.099	
15	kontrol H 7.1	Unknown		395.582	0.092	
16	kontrol H 7.2	Unknown		395.582	0.092	
17						

Sample Table Report

09/18/2006 01:40:15 PM

File Name: F:\Anung\Kontrol 70 gr COD.pho



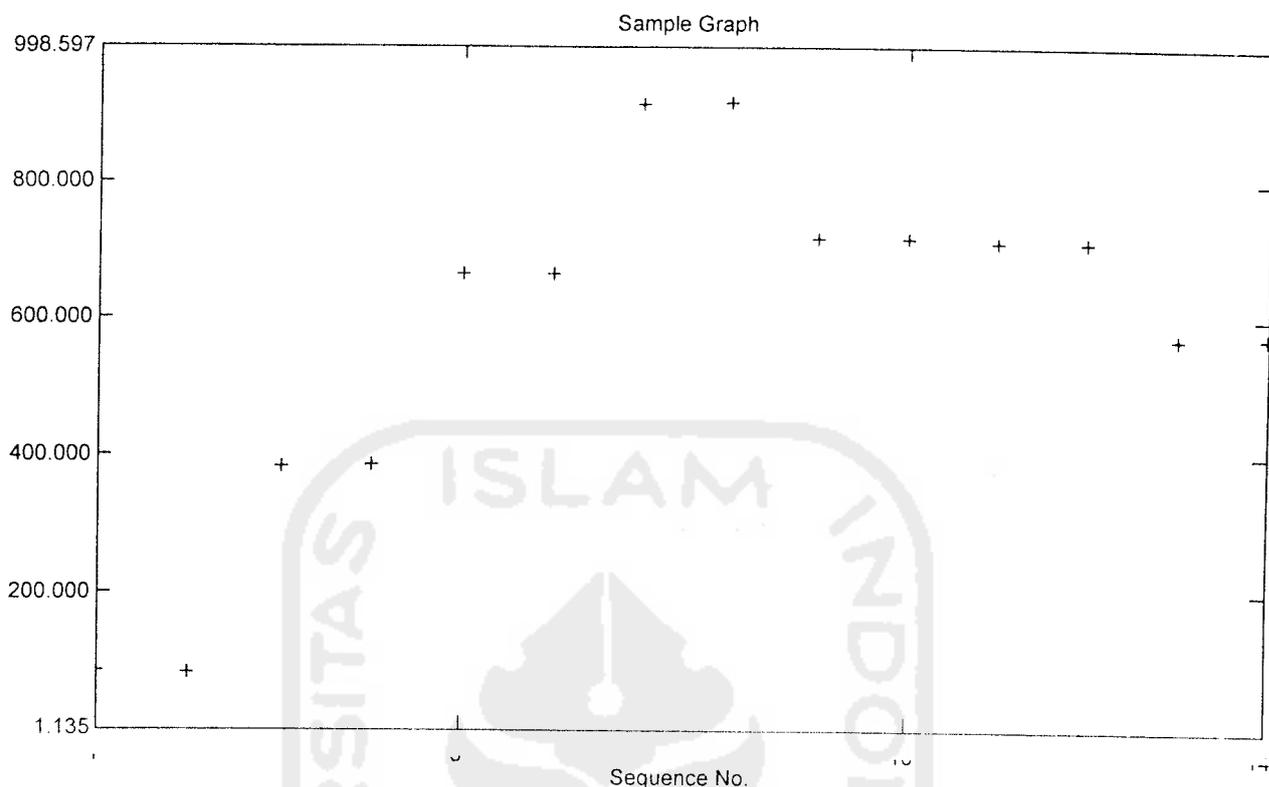
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
	inlet 1.1	Unknown		323.347	0.075	
	inlet 1.2	Unknown		323.347	0.075	
	kontrol 1.1	Unknown		300.455	0.069	
	kontrol 1.2	Unknown		301.473	0.069	
	kontrol 2.1	Unknown		445.435	0.104	
	kontrol 2.2	Unknown		445.435	0.104	
	kontrol 3.1	Unknown		346.238	0.080	
	kontrol 3.2	Unknown		346.747	0.080	
	kontrol 4.1	Unknown		301.473	0.069	
0	kontrol 4.2	Unknown		301.473	0.069	
1	kontrol 5.1	Unknown		308.594	0.071	
2	kontrol 5.2	Unknown		308.086	0.071	
3	kontrol 6.1	Unknown		254.163	0.058	
4	kontrol 6.2	Unknown		254.163	0.058	
5	kontrol 7.1	Unknown		260.268	0.059	
6	kontrol 7.2	Unknown		260.268	0.059	
7						

Sample Table Report

01/29/2007 09:56:41 AM

File Name: C:\Program Files\Shimadzu\UVProbe\Data\Ony\Ony 30 gr COD.pho



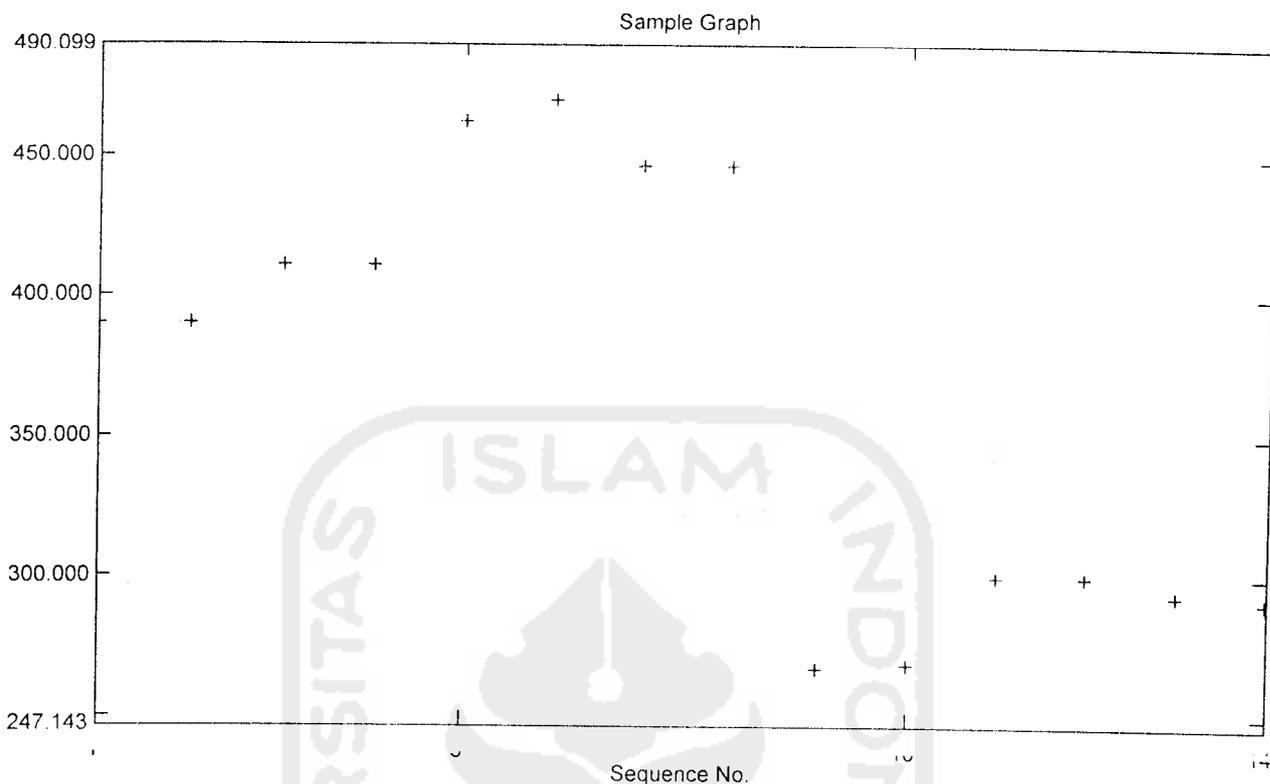
Sample Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
Ony 1.1	Unknown		85.274	0.017	10x
Ony 1.2	Unknown		84.257	0.017	10x
Ony 2.1	Unknown		382.356	0.089	5x
Ony 2.2	Unknown		382.865	0.089	5x
Ony 3.1	Unknown		665.194	0.157	Tanpa Pengenceran
Ony 3.2	Unknown		665.194	0.157	
Ony 4.1	Unknown		914.967	0.217	Tanpa Pengenceran
Ony 4.2	Unknown		915.475	0.217	
Ony 5.1	Unknown		716.573	0.169	
Ony 5.2	Unknown		716.573	0.169	-
Ony 6.1	Unknown		710.977	0.168	
Ony 6.2	Unknown		710.977	0.168	
Ony 7.1	Unknown		572.610	0.134	
Ony 7.2	Unknown		573.119	0.135	

Sample Table Report

01/29/2007 09:57:45 AM

File Name: C:\Program Files\Shimadzu\UVProbe\Data\Ony\Ony 40 gr COD.pho



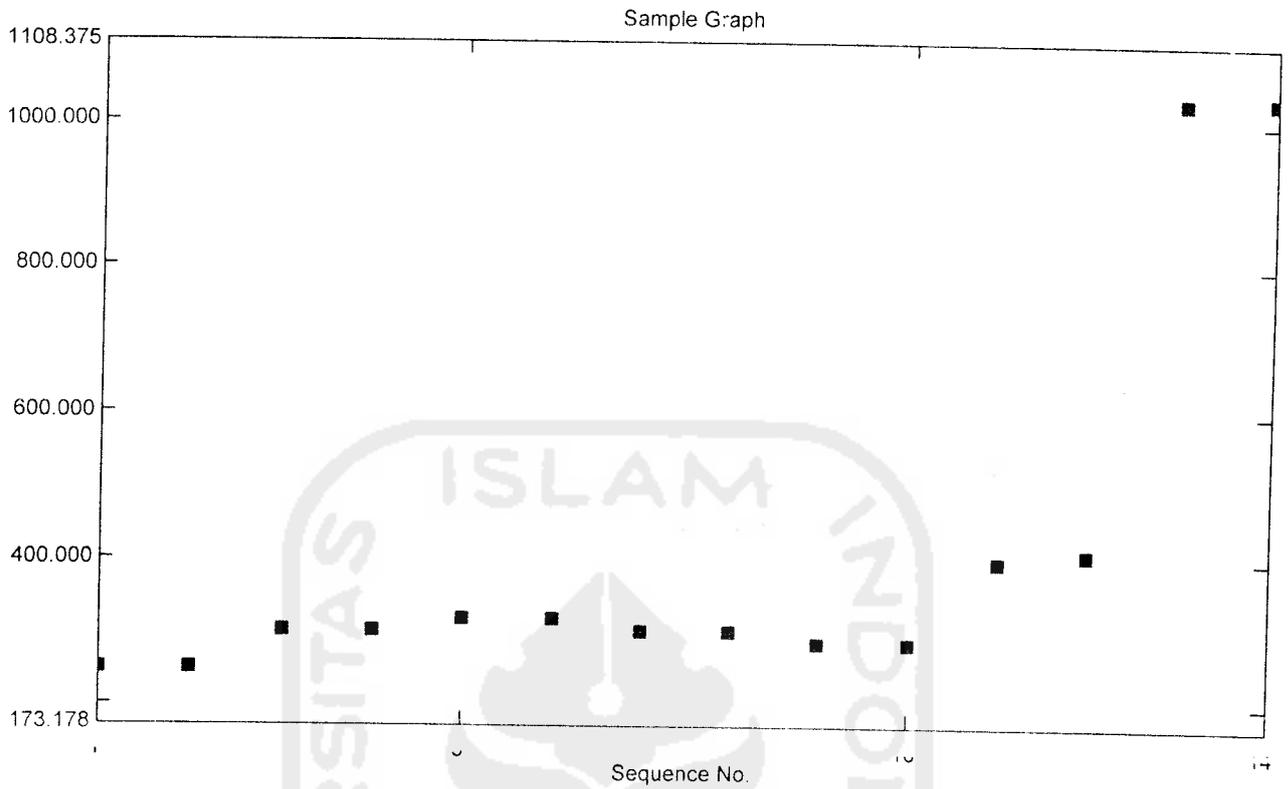
Sample Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
Ony 40 1.1	Unknown		390.495	0.091	
Ony 40 1.2	Unknown		390.495	0.091	
Ony 40 2.1	Unknown		411.352	0.096	
Ony 40 2.2	Unknown		411.352	0.096	
Ony 40 3.1	Unknown		462.222	0.108	
Ony 40 3.2	Unknown		469.853	0.110	
Ony 40 4.1	Unknown		446.961	0.104	
Ony 40 4.2	Unknown		446.452	0.104	
Ony 40 5.1	Unknown		267.390	0.061	
Ony 40 5.2	Unknown		268.407	0.061	
Ony 40 6.1	Unknown		299.946	0.069	
Ony 40 6.2	Unknown		299.946	0.069	
Ony 40 7.1	Unknown		293.333	0.067	
Ony 40 7.2	Unknown		291.299	0.067	

Sample Table Report

01/29/2007 09:54:28 AM

File Name: C:\Program Files\Shimadzu\UVProbe\Data\Oni 50 COD.pho



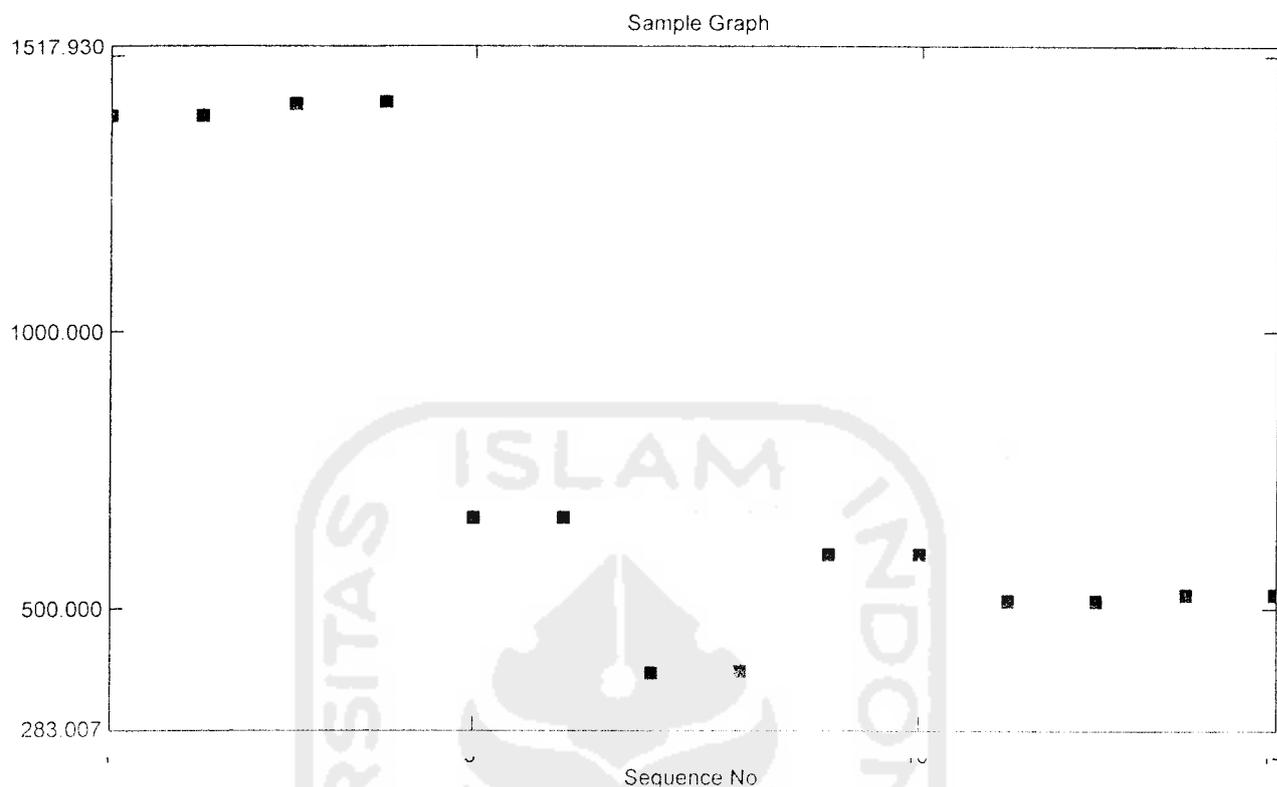
Sample Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
Ony 50 H 1.1	Unknown		251.111	0.057	
Ony 50 H 1.2	Unknown		251.111	0.057	
Ony 50 H 2.1	Unknown		302.999	0.070	
Ony 50 H 2.2	Unknown		302.999	0.070	
Ony 50 H 3.1	Unknown		319.786	0.074	
Ony 50 H 3.2	Unknown		318.260	0.073	
Ony 50 H 4.1	Unknown		302.490	0.070	
Ony 50 H 4.2	Unknown		302.999	0.070	
Ony 50 H 5.1	Unknown		286.720	0.066	
Ony 50 H 5.2	Unknown		286.212	0.066	
Ony 50 H 6.1	Unknown		397.617	0.092	
Ony 50 H 6.2	Unknown		408.300	0.095	
Ony 50 H 7.1	Unknown		1029.424	0.244	
Ony 50 H 7.2	Unknown		1030.442	0.244	

Sample Table Report

01/29/2007 09:59:06 AM

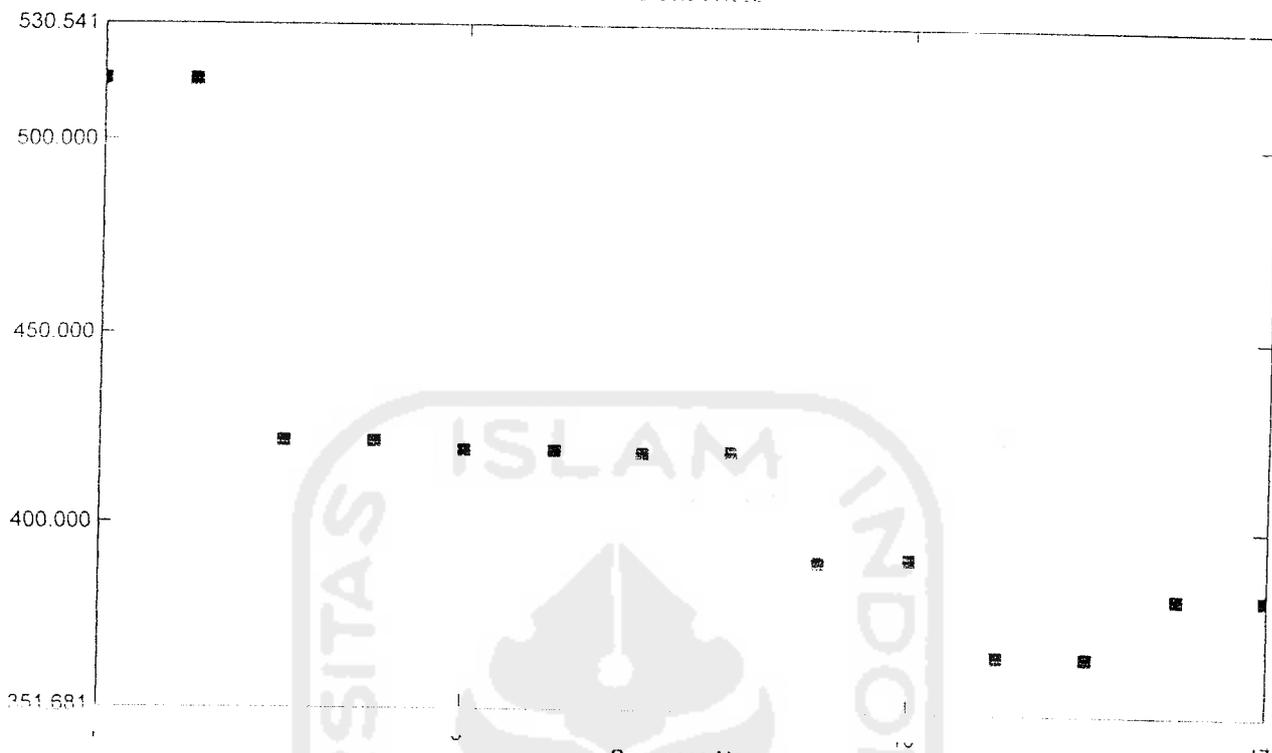
File Name: C:\Program Files\Shimadzu\UVPProbe\Data\Ony\Ony 60gr COD.pho



Sample Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
Ony 60 1.1	Unknown		1391.111	0.331	
Ony 60 1.2	Unknown		1392.637	0.331	
Ony 60 2.1	Unknown		1412.985	0.336	
Ony 60 2.2	Unknown		1415.020	0.337	
ony 60 3.1	Unknown		663.668	0.156	
ony 60 3.2	Unknown		664.685	0.156	
ony 60 4.1	Unknown		385.917	0.090	
ony 60 4.2	Unknown		386.426	0.090	
ony 60 5.1	Unknown		598.554	0.141	
ony 60 5.2	Unknown		598.554	0.141	
ony 60 6.1	Unknown		514.618	0.120	
ony 60 6.2	Unknown		513.601	0.120	
ony 60 7.1	Unknown		526.319	0.123	
ony 60 7.2	Unknown		526.319	0.123	

File Name: C:\Program Files\Shimadzu\IMProbel\Data\Ony\Ony 70 gr COD.pho



Sample Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
Ony 70 gr 1.1	Unknown		515.636	0.121	Ony 2
Ony 70 gr 1.2	Unknown		515.636	0.121	"
Ony 70 gr 2.1	Unknown		421.526	0.098	Ony 3
Ony 70 gr 2.2	Unknown		421.526	0.098	"
Ony 70 gr 4.1	Unknown		419.491	0.098	
Ony 70 gr 4.2	Unknown		419.491	0.098	
Ony 70 gr 5.1	Unknown		418.983	0.098	
Ony 70 gr 5.2	Unknown		419.491	0.098	
Ony 70 gr 6.1	Unknown		390.495	0.091	
Ony 70 gr 6.2	Unknown		391.513	0.091	
Ony 70 gr 7.1	Unknown		366.586	0.085	
Ony 70 gr 7.2	Unknown		366.586	0.085	
Ony 1.1	Unknown		382.356	0.089	
Ony 1.2	Unknown		382.356	0.089	

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

No.	NAMA	NO. MURAH	PRODI
1.	Oly Firdianto	01511002	Teknik Lingkungan
2.			

JUDUL TUGAS AKHIR: Efektivitas Starbo Plus dalam Menurunkan BOD dan COD Pada Limbah Dalam Septic Tank

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, 26 Agustus 2006
Koordinator TA

(Eko Siswoyo, ST)

Catatan

Seminar :
Sidang :
Pendadaran :

CATATAN KONSTELASI TOGA KEBIR

No	Tanggal	Catatan Konstelasi	Landa Lintang	
			Pamf I	Pamf II
	16/10 '06	Libanus Capricorn Aquarius Vesperis	Jhu	
	17/10 '06	- Acc with Sidy	Jhu	