PERPUSTAKAAN FTSP UII
HADIAH/BELI
TGL. TERIMA : 10 Mei 2007
NO. JUDUL : 00 2418
NO. INV. : 612000241800 1
NO. INDUK :

TA/TL/2006/0145

TUGAS AKHIR

EFEKTIFITAS BIO H+ DALAM MENURUNKAN TSS, DAN COD PADA AIR LIMBAH *SEPTIC TANK*

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia

Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat Sarjana S-1 Teknik Lingkungan

Disusun oleh :

ANUNG TRI MAHARDIKA

01 513 048

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JOGJAKARTA

2006

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

EFEKTIFITAS BIO H^+ DALAM MENURUNKAN TSS, DAN COD PADA AIR LIMBAH *SEPTIC TANK*

Nama	: ANUNG TRI MAHARDIKA
No. Mahasiswa	: 01 513 048
Program Studi	: Teknik Lingkungan

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Ir. H. Kasam, MT

Tanggal : 8-3-07

Dosen Pembimbing II

Hudori, ST

Tanggal :

EFEKTIFITAS BIO H$^+$ DALAM MENURUNKAN TSS, DAN COD PADA AIR LIMBAH *SEPTIC TANK*

Anung Tri Mahardika [1)] : Ir. H. Kasam, MT[2)] : Hudori, ST[3)]

Jurusan Teknik Lingkungan

ABSTRAKSI

Septik Tank merupakan salah satu bangunan pengolahan air limbah domestik (IPAL) 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, oleh sebab itu pengunaan bahan pengurai organik (Bio H$^+$) pada studi ini adalah untuk mengetahui bagaimana Bio H+ dapat meremoval bahan-bahan yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga pada septik tank sehingga aman bagi lingkungan terutama untuk kandungan COD dan TSS

Dari hasil pengujian analisis air limbah domestik pada septik tank antara inlet dan oulet dengan penggunaan bahan pengurai bahan organik (Bio H$^+$) pada variasi dosis yang berbeda yaitu 30 gr, 40 gr, 50 gr, 60 gr dan 70 gr per 50 ml air sampel, dan untuk mengetahui kandungan COD dan TSS inlet dan outlet menggunakan metode statistik secara excel untuk nilai efisiensi dan nilai rata-rata apakah terdapat perbedaan antara kenaikkan dan penurunan terbesar pada COD dan TSS.

Dan untuk pemeriksaan COD menggunakan metode spektrofometri secara Closed reflux, SNI 06-6989.2-2004. Pemeriksaan TSS menggunakan metode gravimetri, SNI 06-6989.3-2004.

Dan hasil pengujian didapatkan bahwa COD mengalami penurunan terbesar yaitu dengan nilai efisiensi sebesar 54.757 % pada dosis ke-60 gr, ini terjadi karena adanya proses degradasi bahan organik oleh mikroorganisme untuk memenuhi kebutuhan nutrien dan nergi bagi pertumbuhan dan perkembangbiakannya. Sedangkan untuk TSS mengalami penurunan terbesar yaitu dengan nilai efisiensi sebesar 60.531 % pada dosis ke-50 gr, ini terjadi karena adanya pendegradasian bahan organik oleh mikroorganisme di dalam Bio H$^+$ dan adanya proses pengendapan bahan-bahan organik.

Dengan demikian maka penggunaan bahan pengurai limbah organik (Bio H$^+$) pada septik tanki berhasil menurunkan kadar COD dan TSS maka didapatkan dosis yang optimum per 50 ml air sampel, sehingga limbah septik tank yang dihasilkan akan aman untuk lingkungan sekitarnya.

Kata kunci : COD, TSS, Septik tank anaerobik,dan Bio H$^+$

EFECTIVELY OF BIO H+ TO REDUCE TSS AND COD FOR WASTEWATER IN *SEPTIC TANK*

Anung Tri Mahardika. [1)] ; Ir.H. Kasam, MT [2)] ; Hudori, ST [3)]
Environmental Engineering
Civil and Planning Faculty, Islamic University of Indonesia

ABSTRACT

Septic Tank is one of things about building as such as Wastewater Treatment Plant (WWTP). Septic tank usage almost gived on positif impact to removing soil pollutants and soil water by bacterial and microorganism like from faeces. In spite of there is several things like disturbed wastewater treatment procceses from septic tank, because of that material decomposed organic usage (Bio H^+) on this study is to knowed how is Bio H+ can removal substances like resulted from domestic activities on septic tank, so can be safety for the environment as mainly for COD and TSS contents.

From the result of this analys it was domestic wastewater on septic tank between inlet and outlet with decomposed organic mater (Bio H^+) on difference dosing variance is 30 gr, 40 gr, 50 gr, 60 gr and 70 gr per 50 ml water sample, and to knowed COD and TSS contens among inlet and outlet used statistically method like as excel for efficiencies value and average value which was found differences among highly incresed and decreased on COD and TSS.

To COD determinant used Closed reflux Spectrofotometric method, SNI 06-6989.2-2004. while TSS determinant used gravimetric method SNI 06-6989.3-2004.

From the result of this analys it was found that COD is highly decreased with afficiencies value about 54.757 % on dosng at 60 gr while amonium stabil relatively not removable. It was happened because degradation proccesses organic mater by microorganism to fulfil nutrient demand and power to growth and metamorfose. While for TSS was happened highly removal is with efficiencies value about 60.531 % on dosing at 50 gr, it was be happened because degradation organic mater by mikroorganism on Bio H^+ and sedimentation process organic substances.

In this case decomposed mater domestic waste usage (Bio H^+) on septic tank succes to remove COD and TSS concentrations so was founded optimum dosing per 50 ml water sample, and now septic tank waste like as resulted will be safety for environment surroundings

Key word : COD, TSS, Septic tank, anaerobic, and Bio H^+

LEMBAR PERSEMBAHAN

Seluruh hasil kerja keras untuk meraih gelar ST ini semua tak lepas dari restu-Nya, Allah SWT Yang Maha Besar.....



Ayahanda
Terima kasih atas kasih sayang dan doa yang selalu menuntunku untuk menjadi lebih dewasa dan lebih bijaksana, karena tiap kata ynag terucap adalah dorongan buatku.... Maaf jika perkataanku dan segala tingka lakuku ini selalu menyusain Bapak.....



Ibunda Tercinta
Terima kasih atas kasih sayang dan doa yang selalu kau berikan tanpa tiada henti, tanpa doa serta restumu saya takkan berhasil. Dan tanpa nasehatmu untuk selalu menghargai hidup walaupun susah sekalipun, karya kecilku ini untuk Ibundaku yang tercinta.....!! Terimah kasih Bu...Andanda akan selalu ingat nasehat-nasehatmu.

Mas Budi
Terimah kasih atas perhatian, doa dan dukungan yang mas berikan buatku...Walaupun kita jarang bertemu, mas Budi adalah kakak segaligus sahabat yang Allah SWT berikan padaku yang selalu memberikan semangat dan dorongan yang akan selalu ku ingat.....



Mbak Ari Wahyuni
Terima kasih atas doa dan dukungannya mbak memang yang terbaik buatku....Walaupun apapun yang terjadi, mbak selalu memberikan dorongan dan semangat yang patut aku junjung dan kesabaran yang tiada duanya akan selalu ku ingat.....



Adi Nugroho
Terimah kasih atas doa dan dukungannya, kamu memang teman, sahabat, n' saudara yang selalu ada saat aku susah, sedih dan senang.....dan kamu mau membantuku memberikan dorongan, semangat, walaupun apapun yang terjadi. Terimah kasih ya coy.....Akhirnya saya bisa nyusul kamu he..he..he...

Ponakan ku yang lucu "Azka Khairunnisa"

SPECIAL THANKS FOR:



Temen-teman Teknik Lingkungan 2001

Terima kasih atas kerjasamanya atas keb'samaan n' banyak ilmu yang telah kudapatkan dari kalian semua serta atas dorongan dan doa kalian sampai akhirnya dapat menyelesaikan TA-ku ini. Maaf bila sebagian foto2 kalian aku pasang n' bila ada yg kurang b'arti gak terdeteksi ya, maaf.....!!?

Alhamdulillah akhirnya penantian panjang kita telah berakhir.....!!!!?

KKN friends SL-05 : Maya, Puput, Fiti, Ninik, Diana, Ryan (gondrong), Danang, Tatas, Arif, Harry, dan Bayu
Akhirnya saya bisa nyusul kalian2 juga
"Sukses selalu dan tetap "SEMANGAT"

Sahabat2 yang ku CinTa'i

Caesar Club : Sharul (blajarlah tuk mcintai sesorang n' hentikan semua kbiasaamu itu..), Shaiful (klu bisa kurangi main Game Online mu...cepat2lah urus KPmu), Dul (km adl teman yg slalu mbantu & mnemaniku dari qt msk kuliah ampe skarang, cpt selesaikan Lap TAmu biar kita bisa lulus sm2...)

Dewi-Dewi Cinta : Bu Sherly (slalu tetap semangat nyelesain lap TA sambil ngurus denok anakmu, ngomong2 ijazah TL ni jgn dpakai buat bungkus kacang ya....), Wiwin (terima kasih dah jd teman & sahabatku ya...), Evi (kurangi sifat manjamu jdlah Evi yg dhrpkan oleh org tuamu & kurangin hobi yg suka tidur ya...), Ayu (he..he..aku dak akan lupa dg senyum & tawamu dan aku dah menepati janji kita mudah2an kita lulus sm2 n' foto2 deh pas wisuda ok...)

Partner TA ku : Oni (terima kasih dah mau bantu TA ku smpi slsi dan sgala informasi yg kamu berikan), Lukito (diet dong..biar kurusan dikit n' klu dpt kerjaan bagi2 ya...)

Anak2 BaseCamp TL'01 yg tdk bs sebutin satu-satu "ngirit tinta..." (terimah kasih sdh mau menerima saya jd salah satu teman kalian). Kalian semua adl teman2 ku yg tak akan kulupakan n' ngomong2 klu ada lowongan kerjaan bagi2 dong...)

"Fanri Collection Families"
Terima kasih buat Bapak n' Ibu Suleman dan dek Amri, dek Fanny karena kalian telah menerimaku sebagai salah satu bagian dalam keluarga dan memberiku tempat berteduh di jogja hingga saat ini.....!!!?

Mas Tasyono n' Mas Iwan

Makasih banget ya.... udah bantuin saya sampling n' analisa laboratorium, maaf jika selama ngeLab sering repotin mas-mas berdua. Bantuan dari mas gak pernah saya lupain. Semoga kita semua disatukan oleh tali-Nya. Dalam limpahan berkah dan anugerah
Amin ya robbal alamin.....!!!

MOTTO

"Sesunggunya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila telah selesaI (salah satu urusan) kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain. Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap"

(Q.S Al-Insyirah: 6-8)

Belajarlah tentang apa yang kamu kehendaki, Jika kamu belajar tentang sesuatu maka Allah akan memberi pahala kepadamu sehingga kamu mengamalkan (ilmu yang kamu pelajari)

(Al Hadist)

Pelajarilah ilmu pengetahuan,
Sesungguhnya mempelajari ilmu adalah tanda takut terhadap Allah, Menuntut ilmu adalah ibadah, mengingat-ingat adalah jihad, Mengajarkan kepada orang lain adalah sedekah. Dan menyebarkannya adalah pengorbanan

(Al Hadist)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Alhamdulillahi robbil alamin, puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang telah diberikan kepada hambanya, serta shalawat dan salam senantiasa terlimpah kepada junjungan kita Nabi besar Rasulullah Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat-sahabatnya.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rangkaian ucapan terima kasih yang besar-besarnya pada semua pihak yang telah membantu dalam proses penelitian dan penyusunan laporan Tugas Akhir (TA) dengan judul " Efektifitas Bio H^+ Dalam Menurunkan TSS, Dan COD Pada Air Limbah Di Dalam *Septic Tank* ".

Dalam pembuatan laporan Tugas Akhir ini, tak lepas dari bimbingan dan pengarahan dari beberapa pihak yang terkait, pada kesempatan ini kami mengucapkan terimah kasih kepada :

1. Bapak Lukman Hakim, ST,M.Si selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan
2. Bapak Ir. H. Kasam, MT selaku Dosen Pembimbing I
3. Bapak Hudori, ST selaku Dosen Pembimbing II
4. Bapak Eko Siswoyo, ST selaku Koordinator Tugas Akhir
5. Bapak Andik Yulianto, ST selaku Dosen Jurusan Teknik Lingkungan
6. Saudara Agus Prananto selaku bagian penganjaran urusan administrasi tugas

7. Bapak Tasyono, A.Md dan Mas Iwan selaku Laboran Laboratorium Kualitas Lingkungan Universitas Islam Indonesia.
8. Petugas Perpustakaan Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan (STTL).
9. Petugas Perpustakaan Universitas Islam Indonesia.

Kami sadar dalam pembuatan laporan ini banyak kekurangan oleh karena itu kami mengharapkan kritik dan saran untuk perbaikan dan penyempurnaan penulisan dalam laporan ini. Dan kami berharap semoga laporan ini menjadi kajian didalam meningkatkan kualitas lingkungan dan tentunya akan bermanfaat bagi kita semua Amin.....

Jogjakarta, Januari 2007

Penyusun

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i

HALAMAN PENGESAHAN ii

ABSTRAKSI iii

HALAMAN PERSEMBAHAN v

HALAMAN MOTTO viii

KATA PENGANTAR ix

DAFTAR ISI xi

DAFTAR TABEL xiiii

DAFTAR GAMBAR xvi

DAFTAR LAMPIRAN xviiii

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Perumusan Masalah 3

1.3 Tujuan Penelitian 3

1.4 Manfaat Penelitian 4

1.5 Batasan Masalah 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5

2.1 Air Buangan Domestik 5

2.2 Komposisi dan Sifat-sifat Air Buangan Domestik 6

2.2.1 Karakteristik Air Limbah 11

2.3 Sumber Air Limbah Rumah Tangga..... 12

2.4 Pengolahan Air Limbah Domestik secara Biologis..... 13

2.5 Diskripsi Bio H+..... 21

2.5.1 Bakteri pada Bio H^+..... 23

2.6 Septik Tank..... 26

2.6.1 Sejarah Septik Tank..... 26

2.7 Dasar-dasar Pembuangan Tinja..... 35

2.8 Bahan Organik dalam Air Buangan..... 39

2.8.1 COD (Chemical Oxygen Demand)..... 39

2.8.2 TSS (Total Suspended Solid)..... 40

2.9 Dekomposisi Tinja..... 42

2.10 Pertumbuhan Mikrobiologi..... 45

2.10.1 Laju Pertumbuhan Bakteri..... 55

2.10.2 Kurva Pertumbuhan Bakteri..... 56

2.11 Hipotesa..... 58

BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... 59

3.1 Tempat Penelitian..... 59

3.2 Waktu Penelitian..... 59

3.3 Pengumpulan Data..... 59

3.3.1 Data Primer..... 59

3.3.2 Data Sekunder..... 60

3.4 Variabel Penelitian..... 60

3.4.1 Variabel Bebas..... 60

3.4.2 Variabel Terikat..... 60

3.5 Langka-langka Penelitian 61
3.6 Cara Penelitian 61
3.6.1 Bahan-bahan yang digunakan 61
3.6.2 Peralatan untuk Menguji TSS 62
3.6.3 Peralatan untuk menguji COD 63
3.7 Metode Analisis 63
3.7.1 Analisis Laboratorium 63
3.7.2 Perencanaan Reaktor Batch Septik Tank 64
3.7.2.1 Desain Septik Tank 64
3.7.2.2 Desain Reaktor 65
3.7.3 Analisis Data 66
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 68
4.1 Hasil Analisis Sampel 68
4.1.1 Hasil Pengukuran Parameter COD 68
4.1.2 Hasil Penelitian Parameter TSS 83
4.2 Pembahasan 98
4.2.1 Penurunan COD 99
4.2.2 Penurunan TSS 110
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 123
5.1 Kesimpulan 123
5.2 Saran 123
DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1	Karakteristik kimiawi air buangan domestik.....	9
Tabel 2.2	Kualitas air limbah non kakus (*Grey Water*) di Indonesia.....	12
Tabel 2.3	Kualitas Air limbah rumah tangga dari WC/kakus di Indonesia.....	13
Tabel 2.4	Jenis-jenis genus bakteri metana1	17
Tabel 2.5	Hasil produk pemecahan komponen anaerobik dan aerobik.....	20
Tabel 2.6	Faktor-faktor yang berpengaruh dalam proses anaerobik.....	21
Tabel 2.7	Perbandingan efluen pada septik tank antara satu kompartemen dan dua kompartemen.....	28
Tabel 2.8	Perbandingan efluen pada septik tank antara satu kompartemen dan dua kompartemen.....	28
Tabel 2.9	Komposisi tipikal air limbah domestik yang tidak terolah.....	28
Tabel 2.10	Perbandingan karakteristik dari air limbah tercampur dengan Sumber lain.....	29
Tabel 2.11	Konstruksi septik tank dengan 2 *chamber* atau lebih.....	31
Tabel 2.12	Kriteria desain septik tank.....	33
Tabel 2.13	Karakteristik effluen dari septik tank konvensional.....	34
Tabel 2.14	Karakteristik kandungan limbah.....	34
Tabel 2.15	Baku mutu air limbah domestik.....	34
Tabel 2.16	Karakteristik efluen septik tank.....	35
Tabel 2.17	Perbandingan Rata-rata angka BOD_5 / COD.....	40

Tabel 2.18	Klasifikasi media pertumbuhan microbial	47
Tabel 2.19	Penggolongan bakteri menurut suhu	49
Tabel 2.20	Contoh Pembelahan biner Bakteri tiap 15 menit	56
Tabel 2.21	Ciri dan Fase pada Kurva Pertumbuhan	57
Tabel 4.1	Hasil Konsentrasi COD dan Kontrol inlet dan outlet dengan dosis 30 gr	69
Tabel 4.2	Hasil Konsentrasi COD dan Kontrol inlet dan outlet dengan dosis 40 gr	72
Tabel 4.3	Hasil Konsentrasi COD dan Kontrol inlet dan outlet dengan dosis 50 gr	75
Tabel 4.4	Hasil Konsentrasi COD dan Kontrol inlet dan outlet dengan dosis 60 gr	78
Tabel 4.5	Hasil Konsentrasi COD dan Kontrol inlet dan outlet dengan dosis 70 gr	81
Tabel 4.6	Hasil Konsentrasi TSS dan Kontrol inlet dan outlet dengan dosis 30 gr	84
Tabel 4.7	Hasil Konsentrasi TSS dan Kontrol inlet dan outlet dengan dosis 40 gr	87
Tabel 4.8	Hasil Konsentrasi TSS dan Kontrol inlet dan outlet dengan dosis 50 gr	90
Tabel 4.9	Hasil Konsentrasi TSS dan Kontrol inlet dan outlet dengan dosis 60 gr	93
Tabel 4.10	Hasil Konsentrasi TSS dan Kontrol inlet dan outlet dengan dosis 70 gr	96

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1	Skema Pengelompokan Bahan yang Terkandung dalam Air Limbah	6
Gambar 2.2	Komposisi air buangan domestik	7
Gambar 2.3	Substrat dalam fermentasi anaerobik metana1	18
Gambar 2.4	Skema Septik tank	31
Gambar 2.5	Grafik pertumbuhan bakteri	57
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	61
Gambar 3.2	Reaktor septik tank yang digunakan	62
Gambar 3.3	Kegiatan penelitian parameter TSS dan COD	62
Gambar 4.1	Grafik konsentrasi COD dengan Kontrol inlet dan outlet. pada dosis 30 gr	71
Gambar 4.2	Grafik konsentrasi COD dengan Kontrol inlet dan outlet pada dosis 40 gr	74
Gambar 4.3	Grafik konsentrasi COD dengan Kontrol inlet dan outlet pada dosis 50 gr	77
Gambar 4.4	Grafik konsentrasi COD dengan Kontrol inlet dan outlet pada dosis 60 gr	80
Gambar 4.5	Grafik konsentrasi COD dengan Kontrol inlet dan outlet pada dosis 70 gr	83
Gambar 4.6	Grafik konsentrasi TSS dengan Kontrol inlet dan outlet pada dosis 30 gr	86

Gambar 4.7 Grafik konsentrasi TSS dengan Kontrol inlet dan outlet pada dosis 40 gr 89

Gambar 4.8 Grafik konsentrasi TSS dengan Kontrol inlet dan outlet pada dosis 50 gr 92

Gambar 4.9 Grafik konsentrasi TSS dengan Kontrol inlet dan outlet pada dosis 60 gr 95

Gambar 4.10 Grafik konsentrasi TSS dengan Kontrol inlet dan outlet pada dosis 70 gr 98

Gambar 4.11 Grafik hasil konsentrasi COD pada reaktor pengujian dan reaktor kontrol dengan dosis 30 gr 100

Gambar 4.12 Grafik hasil konsentrasi COD pada reaktor pengujian dan reaktor kontrol dengan dosis 40 gr 102

Gambar 4.13 Grafik hasil konsentrasi COD pada reaktor pengujian dan reaktor kontrol dengan dosis 50 gr 104

Gambar 4.14 Grafik hasil konsentrasi COD pada reaktor pengujian dan reaktor kontrol dengan dosis 60 gr 106

Gambar 4.15 Grafik hasil konsentrasi COD pada reaktor pengujian dan reaktor kontrol dengan dosis 70 gr 107

Gambar 4.16 Grafik hasil konsentrasi TSS pada reaktor pengujian dan reaktor kontrol dengan dosis 30 gr 111

Gambar 4.17 Grafik hasil konsentrasi TSS pada reaktor pengujian dan reaktor kontrol dengan dosis 40 gr 113

Gambar 4.18 Grafik hasil konsentrasi TSS pada reaktor pengujian dan reaktor kontrol dengan dosis 50 gr 115

Gambar 4.19 Grafik hasil konsentrasi TSS pada reaktor pengujian dan reaktor kontrol dengan dosis 60 gr 117

Gambar 4.20 Grafik hasil konsentrasi TSS pada reaktor pengujian dan reaktor kontrol dengan dosis 60 gr 119

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

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

Berbagai dampak negative pada kehidupan manusia dan lingkungan yang dapat ditimbulkan oleh 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 senagai individu atau kelompok, ditentukan oleh manusia itu sendiri. Atas dasar itu, dalam dalam rangka pembangunan yang berwawasan lingkungan secara berkesinambungan, ilmu pengetahuan dan teknologi pembuangan tinja perlu dimasyarakatkan, baik di lingkungan pendidikan maupun masyarakat umum, pengusaha industri, hotel rumah sakit, kawasan perdagangan, kawasan wisata, dan sebagainya.

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 produk Bio H+ 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 bergerak di saluran. Produk dari Bio H+, yang mengandung mikroba pengurai dan berfungsi untuk mempercepat proses dekomposisi atau penguraian bahan organik.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diatas maka, dapat di rumuskan masalah yaitu :

a. Seberapa besar kemampuan Bio H+ dalam menurunkan TSS, dan COD?
b. Berapa dosis Bio H+ yang efisien dalam menurunkan TSS, dan COD?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Untuk mengetahui besarnya kemampuan Bio H+ dalam menurunkan kadar TSS, dan COD dalam *septic tank.*
b. Untuk mengetahui berapa dosis yang efisien untuk menurunkan TSS, dan COD

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

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

1.5. Batasan Masalah

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

a. Variasi Dosis yang digunakan adalah 30 gr, 40 gr, 50 gr, 60 gr, 70 gr dalam per 50 lt air sampel.
b. Sumber tinja yang digunakan adalah tinja yang berasal dari *Septik tank* di U.D. Seva jaya Jl. Pandega Marta 66 Yogyakarta.
c. Paramater yang diukur adalah TSS dan COD.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Buangan Domestik

Air buangan dapat diartikan sebagai kejadian masuknya atau dimasukkannya benda padat, cair dan gas dengan sifat berupa endapan atau padat tersuspensi, terlarut sebagai kolid ataupun emulsi yang menyebabkan air yang dimaksud harus dipisahkan atau dibuang (Tjokrokusumo, 1995).

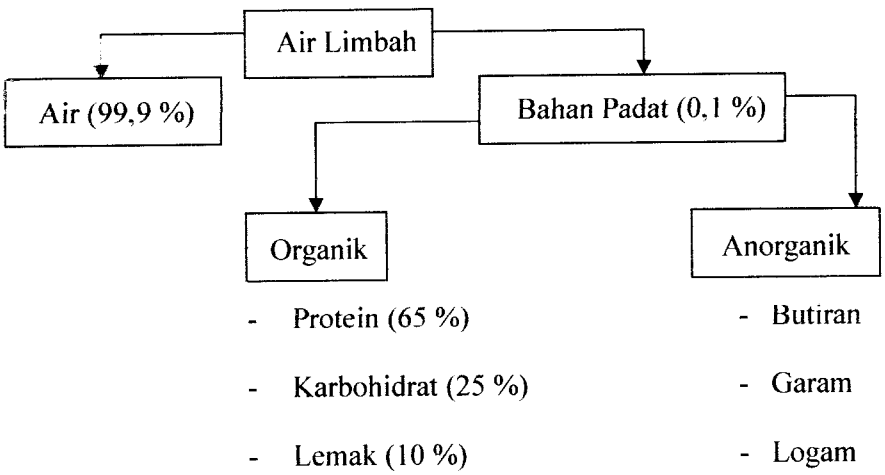
Dalam beberapa literatur dinyatakan bahwa air limbah adalah, air buangan yang dihasilkan oleh suatu kegiatan makhluk hidup atau kelompok baik kelompok usaha atau kelompok kehidupan lain. Pada awalnya air limbah ini adalah air bersih dari suatu sumber air yang kemudian digunakan untuk suatu proses produktif seperti pada kegiatan rumah tangga, kemasyarakatan, industri, pertanian, rumah sakit dan lainnya yang kemudian dibuang setelah digunakan (Moelyo, 1989).

Pada daerah pemukiman biasanya air limbah disalurkan melalui sistem drainase, yang kemudian dibuang dan dibersihkan di daerah tertentu yang jauh dari daerah pemukiman tersebut. Namun demikian, pada kenyataannya masih banyak air limbah yang dibuang ke badan air tanpa proses pengolahan terlebih dahulu. Hal ini yang dijadikan dasar pemikiran setiap usaha dalam pengendalian pencemaran air di Indonesia, karena pengertian pencemaran air disini adalah masuknya komponen lain ke dalam air sebagai akibat kegiatan manusia. Sehingga

pencemaran air mengakibatkan kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tersebut tidak berfungsi lagi karena tidak sesuai dengan peruntukannya (Moelyo, 1989).

Sedangkan kalau dilihat dari pengertian air buang domestik itu sendiri adalah air buangan yang berasal dari kamar mandi, dapur, tempat cuci serta WC (Sugiharto, 1987).

Sesuai dengan sumber asalnya, maka air limbah mempunyai komposisi yang bervariasi Akan tetapi secara besarnya zat-zat yang terdapat dalam air limbah dapat dikelompokkan sebagaimana berikut :



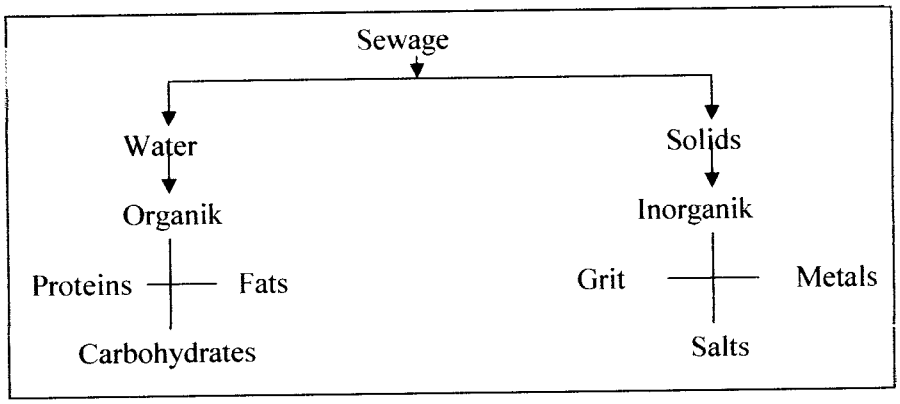
Gambar 2.1 Skema Pengelompokan Bahan yang Terkandung dalam Air Limbah (Sugiharto, 1987)

2.2 Komposisi Dan sifat-sifat Air Buangan Domestik

Air buangan domestik merupakan campuran yang rumit antara bahan organik dan anorganik dalam bentuk, seperti partikel-partikel benda padat besar dan kecil atau sisa-sisa bahan larutan dalam bentuk koloid (Mahida, 1986). Air

buangan ini juga mengandung unsur-unsur hara, sehingga dengan demikian merupakan wadah yang baik sekali untuk pembiakan mikroorganisme.

Untuk mengetahui air buangan domestik secara luas diperlukan pengetahuan yang mendetail tentang komposisi atau kandungan yang ada didalamnya. Setelah diadakan analisis ternyata diketahui bahwa sekitar 75 % dari benda-benda terapung dan 40 % benda-benda padat yang dapat disaring adalah berupa bahan organik. Komposisi utama bahan-bahan organik tersebut tersusun oleh 40-60 % protein, 25-50 % karbohidrat dan 10 % sisanya berupa lemak. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada diagram berikut ini :



Gambar 2.2 Komposisi air buangan domestik (Tebbutt, 1970)

Sifat-sifat yang dimiliki oleh air buangan domestik adalah sifat fisik, kimia dan biologis.

- Sifat Fisik

Sebagian besar air buangan domestik tersusun atas bahan-bahan organik. Pendegradasian bahan-bahan organik pada air buangan akan menyebabkan kekeruhan. Selain itu kekeruhan yang terjadi akibat lumpur, tanah liat, zat koloid

dan benda-benda terapung yang tidak segera mengendap. Pendegradasian bahan-bahan organik juga menimbulkan terbentuknya warna. Parameter ini dapat menunjukan kekuatan pencemaran.

Komponen bahan-bahan organik tersusun atas protein, lemak, minyak dan sabun. Penyusun bahan-bahan organik tersebut cenderung mempunyai sifat berubah-ubah (tidak tetap) dan mudah menjadi busuk. Keadaan ini menyebabkan air buangan domestik menjadi berbau.

- Sifat Kimia

Pengaruh kandungan bahan kimia yangada di dalam air buangan domestik dapat merugikan lingkungan melalui beberapa cara. Bahan-bahan terlarut dapat menghasilkan DO atau oksigen terlarut dan dapat juga menyebabkan timbulnya bau *(Odor)*. Protein merupakan penyebab utama terjadinya bau ini, sebabnya ialah struktur protein sangat kompleks dan tidak stabil serta mudah terurai menjadi bahan kimia lain oleh proses dekomposisi (Sugiharto, 1987).

Didalam air buangan domestik dijumpai karbohidrat dalam jumlah yang cukup banyak, baik dalam bentuk gula, kanji dan selulosa. Gula cenderung mudah terurai, sedangkan kanji dan selulosa lebih bersifat stabil dan tahan terhadap pembusukan (Sugiharto, 1987).

Lemak dan minyak merupakan komponen bahan makanan dan pembersih yang banyak terdapat didalam air buangan domestik. Kedua bahan tersebut berbahaya bagi kehidupan biota air dan keberadaannya tidak diinginkan secara estetika selain dari itu lemak merupakan sumber masalah utama dalam pemeliharaan saluran air buangan. Dampak negatif yang ditimbulkan oleh kedua

bahan ini adalah terbentuknya lapisan tipis yang menghalangi ikatan antara udara dan air, sehingga menyebabkan berkurangnya konsentrasi DO. Kedua senyawa tersebut juga menyebabkan meningkatnya kebutuhan oksigen untuk oksidasi sempurna.

Selain lemak bahan pembersih lainnya adalah senyawa fosfor. Senyawa ini juga terdapat pada urin. Di dalam air buangan domestik fosfor berada dalam kombinasi organik, yaitu kombinasi fosfat (PO_4) yang bersifat mudah terurai.

Senyawa lain yang ada dalam air buangan domestik adalah Nitrogen organik dan senyawa Amonium. Oksidasi Nitrogen dan Amonium menghasilkan nitrit dan nitrat.

Dan biasanya kualitas atau sifat kimiawi dari air buangan domestik dinyatakan dalam bentuk organik dan anorganik dan biasanya dengan perbandingan 50 % zat organik dan 50 % zat anorganik.

Komposisi kimia air buangan domestik dapat dilihat pada tabel :

Tabel 2.1 Karakteristik kimiawi air buangan domestik

Parameter	**Konsentrasi (mg/L)**		
	Kuat	**Medium**	**Lemah**
Total zat padat (TS)	1200	720	350
Zat padat terlarut (DS)	850	500	250
Zat padat tersuspensi (SS)	350	220	100
BOD5	400	220	110
TOC	290	160	80
COD	1000	500	250
N total	85	40	20
P total	15	8	4
Cl	100	50	30
Alkalinity (CaCO3)	200	100	50
Lemak	150	100	50

(Sumber : Djajadiningrat, 1992)

- Sifat Biologis

Keterangan tentang sifat biologis air buangan domestik diperlukan untuk mengukur tingkat pencemaran sebelum dibuang ke badan air penerima.

Mikroorganisme-mikroorganisme yang berperan dalam proses penguraian bahan-bahan organik di dalam air buangan domestik adalah bakteri, jamur, protozoa dan algae.

Bakteri adalah mikroorganisme bersel satu yang menggunakan bahan organik dan anorganik sebagai makanannya. Berdasarkan penggunaan makanannya, bakteri dibedakan menjadi bakteri autotrof dan heterotrof. Bakteri autotrof menggunakan karbondioksida sebagai sumber zat karbon, sedangkan bakteri heterotrof menggunakan bahan organik sebagai sumber zat karbonnya. Bakteri yang memerlukan oksigen untuk mengoksidasi bahan organik disebut bakteri aerob, sedangkan yang tidak memerlukan oksigen disebut bakteri anaerob.

Selain bakteri, jamur juga termasuk dekomposer pada air buangan domestik. Jamur adalah mikroorganisme nonfotosintesis, bersel banyak, bersifat aerob dan bercabang atau berfilamen yang berfungsi untuk memetabolisme makanan. Bakteri dan jamur dapat memetabolisme bahan organik dari jenis yang sama.

Protozoa adalah kelompok mikroorganisme yang umumnya motil, bersel tunggal dan tidak berdinding sel. Kebanyakkan protozoa merupakan predator yang sering kali memangsa bakteri. Peranan protozoa penting bagi penanganan limbah organik karena protozoa dapat menekan jumlah bakteri yang berlebihan. Selain itu protozoa dapat mengurangi bahan organik yang tidak dapat di

metabolisme oleh bakteri ataupun jamur dan membantu menghasilkan effluen yang lebih baik.

Karakteristik biologis adalah banyaknya zat-zat biologis yang terkandung dalam air buangan. Zat-zat biologis ini umumnya berupa mikroorganisme yang dapat dikelompokkan menjadi tiga bagian (Linsey, Franzini & Saongko, 1986) yaitu :

a. Protista, terdiri dari bakteri, fungi, protozoa dan algae
b. Tumbuhan, terdiri dari macam-macam lumut
c. Hewan invertebrata dan vertebrata terdiri dari bertulang belakang, kerang-kerangan, kutu dan larva.

2.2.1. Karakteristik Air Limbah

Seperti diuraikan sebelumnya bahwa dalam air limbah terkandung sejumlah senyawa organik dan anorganik, dimana semakin tinggi kandungan senyawa tersebut akan semakin tinggi pula biaya pengolahan limbahnya. Hal ini akan memberi pengaruh pula pada sistem analisa kualitas air secara lengkap, sehingga dengan penerapan IPTEK yang tepat kendala pemeriksaan kualitas air limbah yang lengkap akan dapat diatasi.

Dengan penerapan IPTEK serta analisa yang sesuai karakteristik air limbah, akan dapat dengan mudah dilakukan pemisahan analisis menurut kelompokparameternya, sebagai contoh analisis logam berat menurut dengan logam konsentrasi tinggi demikian pula dengan analisis senyawa toksik lainnya.

2.3 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 imbah, 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*)

Sedangkan air limbah rumah tangga non kakus berdasarkan hasil penelitian. Puslitbang Permukiman seperti pada tabel 2.3 sebagai berikut :

Tabel 2.2. Kualitas air limbah non kakus (*Grey Water*) di Indonesia

No	Parameter	Satuan	Konsentrasi
1	pH	-	8,5
2	Temperatur	oC	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	CO2	Mg/L	44
9	HCO3	Mg/L	107
10	DO	Mg/L	4,01
11	BOD5	Mg/L	189
12	COD	Mg/L	317
13	Khlorida	Mg/L	47
14	Zat Organik	Mg/L KMno4	554
15	Detergen	Mg/L MBAS	2,7
16	Minyak	Mg/L	<0,05

(Sumber : Balai Lingkungan Permukiman "Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga")

Tabel 2.3. Kualitas Air limbah rumah tangga dari WC/kakus di Indonesia

No	Parameter	Satuan	Konsentrasi
1	pH	-	6,5 – 7,0
2	Temperatur	oC	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	CO2	Mg/L	
9	HCO3	Mg/L	120
10	BOD5	Mg/L	220
11	COD	Mg/L	610
12	Khlorida	Mg/L	45
13	Total Coli	MPN	3X10 5

(Sumber : Balai Lingkungan Permukiman "Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga")

2.4 Pengolahan Air Limbah Domestik Secara Biologis

Proses tersebut adalah proses penghilangan berbagai senyawa yang tidak dikehendaki kehadirannya dengan cara memanfaatkan aktivitas dekomposer yang memetabolisme bahan-bahan organik yang terkandung di dalam air buangan.

Proses penguraian yang terjadi yang dilakukan oleh mikroorganisme itulah yang diharapkan terjadi sehingga penurunan kadar bahan organik yang terkandung dalam air limbah dapat diturunkan. Dalam hal ini peran mikroorganisme sebagai subjek penting dalam menurunkan konsentrasi air buangan sangatlah penting sehingga keberadaannya perlu dijaga dan diperhatikan dengan baik. Seperti hal layaknya makhluk hidup lainnya mikroorganisme memerlukan makanan dan kondisi yang ideal untuk melakukan proses penguraian bahan organik tersebut.

Adapun hal-hal yang sangat diperlukan oleh mikroorganisme dalam penguraian bahan organik yaitu :

- N, S, P, C sebagai makanan
- O_2
- Suhu yang ideal

Proses pengolahan biologis adalah proses pengolahan yang melibatkan mikroorganisme sebagai alat untuk menurunkan kadar air buangan. Untuk proses pengolahan biologis dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu :

a. Proses pengolahan biologis secara aerobik

proses pengolahan biologis secara aerobik berarti proses pengolahan biologis yang melibatkan oksigen didalamnya.

b. Proses pengolahan biologis secara anaerobik

Proses anaerob pada hakekatnya adalah proses pengubahan bahan buangan menjadi metana dan karbondioksida dalam keadaan hampa udara oleh aktivitas mikrobiologi. Konversi asam organik menjadi gas metana menghasilkan sedikit energi, sehingga laju pertumbuhan organisme lambat. (Benefield, 1980).

Proses pengolahan biologis secara aerobik berarti suatu proses biologis yang tanpa melibatkan oksigen didalamnya. Pada dekomposisi anaerobik hasil proses penguraian bahan organik memproduksi biogas yang mengandung metana (50 – 70 %), CO_2 (25 – 45 %), dan sejumlah kecil unsur $H_2N_2H_2S$ (Ye-Shi Cao, 1994).

Reaksinya dapat dijelaskan sebagai berikut :

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow CH_4 + CO_2 + H_2 + N_2 + H_2S \quad \ldots\ldots (2.1)$$

Secara umum biasanya dekomposisi anaerobik ini dalam penguraiannya mengalami dua fase yaitu proses yang menghasilkan asam dan metana.

Proses penguraian bahan organik dengan sistem anaerobik berlangsung terus-menerus karena adanya proses pemutusan rantai-rantai polimer komplek menjadi rantai-rantai sederhana yang dipengaruhi oleh kerja bakteri anaerob dan enzim-enzim, serta tanpa memerlukan oksigen.

Penguraian secara anaerobik sering disebut fermentasi metan, karena proses penguraian bahan-bahan organik dengan produk akhirnya menghasilkan gas metan (Ibnu singgih Purnomo, 2002).

Proses anaerobik pada dasarnya merupakan proses yang terjadi karena aktivitas mikroba dilakukan pada saat tidak terdapat oksigen bebas. Analognya, proses ini meniru mekanisme proses yang terjadi pada perut binatang yaitu proses pencernaan secara anaerobik. Produk akhir dari proses fermentasi ini adalah gas metan (CH_4).

Mikroorganisme anaerob tertentu tidak hidup bila ada oksigen teriarut (obligat anaerob). Contoh mikroorganisme ini adalah bakteri metana yang umum ditemukan dalam digester anaerobik maupun filter anaerobik. Anaerob memperoleh energinya dari oksidasi bahan organik kompleks tanpa menggunakan oksigen terlarut, tetapi menggunakan senyawa-senyawa lain sebagai pengoksidasi. Senyawa pengoksidasi selain oksigen yang dapat digunakan oleh mikroorganisme contohnya adalah karbondioksida, sulfat, dan nitrat. Proses dimana bahan organik diurai tanpa adanya oksigen sering disebut fermentasi.

Sebagian besar mikroorganisme dapat hidup baik dengan atau tanpa oksigen, hanya beberapa saja organisme adalah obligat anaerob atau aerob. Organisme yang hidup pada kondisi baik anaerobik maupun aerobik adalah organisme fakultatif. Apabila tidak ada oksigen dalam lingkungannya, mereka mampu memperoleh energi dari degradasi bahan organik dengan mekanisme anaerobik, tetapi bila terdapat oksigen terlarut, mereka akan memecah bahan organik lebih sempurna. Organisme dapat memperoleh energi lebih banyak dengan oksidasi aerobik daripada oksidasi anaerobik, sebagian besar mikroorganisme dalam proses pengolahan limbah secara biologik adalah organisme fakultatif.

Fermentasi yang berlangsung secara anaerobik akan menghasilkan produk akhir pada kondisi pH netral. Contoh dari produk akhir tersebut adalah asam-asam volatil dengan berat molekul rendah seperti asetat dan laktat. Asam volatil dan alkohol tersebut dapat digunakan sebagai sumber energi atau sumber karbon oleh beberapa bakteri yang bersifat obligat anaerobik seperti halnya bakteri metana. Bakteri-bakteri ini dalam proses metabolismenya menghasilkan produk akhir berupa gas metan (CH_4).

Berdasarkan *substrat*, bakteri yang aktif berperan dalam proses anaerobik ada 4(empat) jenis yaitu :

1. Bakteri hidrolitik

   Berperan dalam menguraikan bahan organik dalam air buangan menjadi asam-asam organik, penguraian bakteri organik tersebut akan menghasilkan H_2 dan CO_2.

2. Bakteri Acidogen (penghasil asam)

   Mengubah asam-asam organik yang ada menjadi asam-asam volatil (asam-asam selain asetat) yaitu asam format.

3. Bakteri Acitogen (Pembentuk asam asetat)

   Bakteri ini membentuk asetat tapi tidak membentuk methan dan karbondioksida.

4. Bakteri Methanogenik (Pembentuk methan)

   Yakni hasil-hasil pada tahap acitogenesis dimanfaatkan untuk menghasilkan gas methan. Tahap ini merupakan langkah akhir dalam proses degradasi anaerobik. Bakteri pada tahap ini sangat sensitif dibandingkan dengan bakteri lainnya dalam sistem operasi anaerobik.

Tabel 2.4 Jenis-jenis genus bakteri metana

No.	Bakteri	Bentuk
1.	methanobacterium	berbentuk batang dan tidak membentuk spora.
2.	methanobacillus	bentuk batang dan membentuk spora
3.	methanococcus	bentuk kokus
4.	methanosarcina	bentuk sarcinae

(Sumber : Ibnu, 2002)

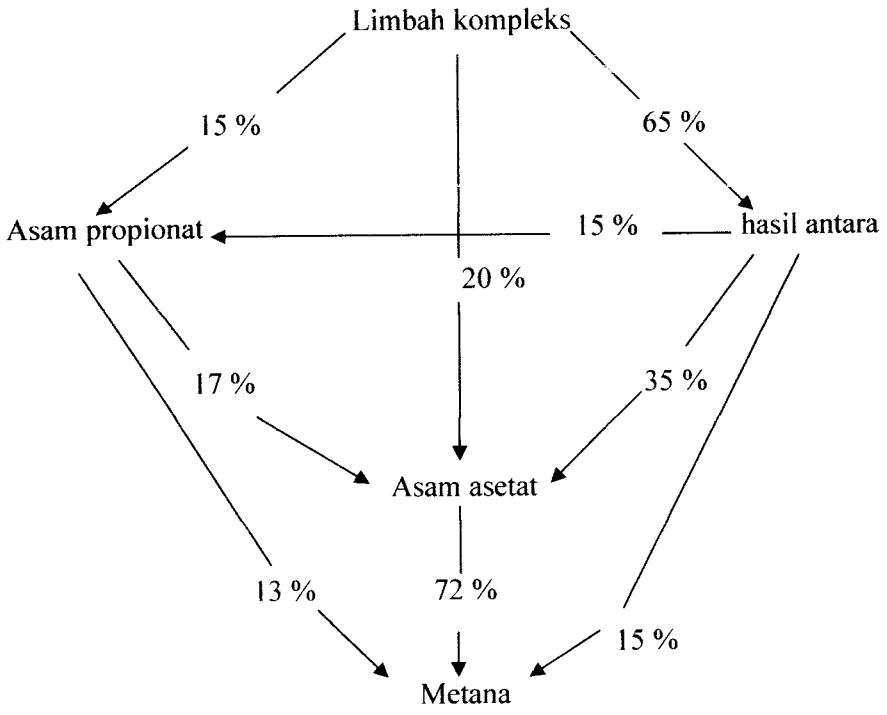
Proses fermentasi metana pada air limbah dapat menghasilkan komponen organik yang sangat beragam yang dapat dioksidasi oleh bakteri, karena bakteri metan yang aktif juga sangat beragam dan saling berinteraksi. Asam volatil akan pecah menjadi asam lainnya dengan berat molekul yang lebih kecil dan asam tersebut bertindak sebagai mediator-penyebab pembentukan metana.

Tahapan reaksi yang penting dalam fermentasi adalah reaksi asam asetat yang juga dapat digunakan oleh bakteri metana. Selama proses fermentasi oleh aktivitas bakteri metana juga terjadi proses pembentukan sel karena karbon yang memasuki sistem tidak semuanya berfungsi hanya sebagai substrat saja tetapi juga sebagai bahan pembentuk sel. Reaksi selengkapnya adalah sebagai berikut (Betty, 1995) :

$$\text{Bahan organik + nutrisi} \xrightarrow{\text{bakteri}} \text{sel + asam volatil + alkohol + } H_2 + CO_2 \quad .....(2.3)$$

$$\text{Asam volatil + alkohol + } H_2 + CO_2 + \text{nutrisi} \longrightarrow \text{Sel + } CH_4 + CO_2 \quad .....(2.4)$$

Sebagai *substrat* untuk pembentukan metana dapat juga digunakan asam propionat, asam asetat dan komponen lainnya dengan proporsi dan peruraian seperti gambar dibawah ini :



Gambar 2.3 *Substrat* dalam fermentasi anaerobik metana (Ibnu, 2002)

Pada sistem produksi asam atau metana biasanya keduanya berlangsung secara simultan. Hal ini menyebabkan sel yang terbentuk selama proses sulit untuk dipisahkan dari substratnya. Selain itu dengan sistem ini sel yang dihasilkannyapun sangat rendah yaitu hanya sekitar 0,05 gram/g COD yang terdapat pada sistem.

Laju fermentasi pada sistem anaerobik lazimnya selalu lebih rendah dibandingkan dengan sistem aerobik. Hal ini disebabkan karena kesetimbangan antara *substrat* dan produk sulit dipertahankan, yakni CO_2 yang terbentuk yang akan mempengaruhi laju fermentasi tidak dapat keluar dari sistem sehingga terakumulasi dan meningkat, terutama bila laju pembentukan metana lambat. Contoh lainnya adalah sulitnya mengatur laju pembentukan metana yang sebanding dengan laju fermentasi asam. Methanbacterium umumnya tumbuh lebih lambat jika dibandingkan dengan bakteri yang dalam aktivitasnya akan membentuk asam. Waktu regenerasi bakteri metana umumnya mencapai 12 jam, sedangkan untuk bakteri yang bersifat fakultatif, waktu regenerasi hanya 0,3 atau kurang.

Sebagai akibat menurunnya oksigen terlarut didalam air adalah menurunnya kehidupan hewan dan tanaman air. Hal ini disebabkan karena makhluk-makhluk hidup tersebut banyak yang mati atau melakukan migrasi ke tempat lain yang konsentrasi oksigennya masih cukup tinggi. Jika konsentrasi oksigen terlarut sudah terlalu rendah, maka mikroorganisme aerobik tidak dapat hidup dan berkembang biak, tetapi sebaliknya mikroorganisme yang bersifat anaerobik akan menjadi aktif memecah bahan-bahan tersebut secara anaerobik

karena tidak adanya oksigen. Pemecahan komponen-komponen secara anaerobik akan menghasilkan produk-produk yang berbeda seperti dibawah ini :

Tabel 2.5 Hasil produk pemecahan komponen anaerobik dan aerobik

Kondisi aerobik		Kondisi anaerobik	
C	CO_2	C	CH_4
N	$NH_3 + HNO_3$	N	NH_3 + amin
S	H_2SO_4	S	H_2S
P	H_3PO_4	P	PH_3 + komponen fosfor

(Sumber : Ibnu, 2002)

Senyawa-senyawa hasil penguraian secara aerobik seperti amin, H_2S dan komponen fosfor mempunyai bau yang menyengat, misal amin berbau anyir sedangkan H_2S berbau busuk. Oleh karena itu perubahan badan air dari kondisi aerobik menjadi anaerobik tidak dikehendaki.

Beberapa alasan yang dapat dipakai untuk penggunaan proses anaerobik dalam pengolahan limbah antara lain adalah kegunaan dari produk akhirnya, stabilisasi dari komponen organik dan memberikan karakteristik tertentu pada daya ikat air produk yang menyebabkan produk dapat dikeringkan dengan mudah.

Tabel 2.6 Faktor-faktor yang berpengaruh dalam proses anaerobik

No.	Komponen	Keterangan
1.	pH	pH yang optimal untuk berlangsungnya proses anaerobik berkisar antara 6,5-7,5. Pada sistem anaerobik, asam organik sudah akan terbentuk pada pertama fermentasi. Apabila proses oksidasi asam organik tersebut lebih lambat dari proses pembentukannya maka dapat dimengerti bila konsentrasi asam organik dalam sistem akan meningkat dan mempengaruhi pH (pH turun).
2.	Suhu	Suhu yang optimum untuk proses fermentasi metan adalah sekitar 37° C–40°C. Bakteri-bakteri anaerobik yang bersifat mesofilik biasanya dapat tumbuh pada suhu 20°C–45° C, pada suhu diatas 40°C produksi gas metan akan menurun drastis.
3.	Pencampuran	Adanya ion logam yang berlebihan tidak dikehendaki pada proses fermentasi metan, karena akan menyebabkan keracunan bagi mikroba pada konsentrasi tertentu. Ion-ion logam yang bersifat toksik tersebut adalah Na+, K+, Ca 2+, Mg2+ yakni bila konsentrasinya lebih dari 1000 mg/l. Sedangkan bila konsentrasi ion logam tersebut hanya berkisar 50–200 mg/l maka pengaruh yang ditimbulkannya adalah pengaruh yang menguntungkan karena memberikan pengaruh stimulasi.
4.	Waktu retensi (HRT)	Waktu retensi minimum untuk proses anaerobik umumnya 24 jam
5.	Kapasitas dan bahan-bahan nutrisi yang diperlukan untuk proses	Bahan-bahan organik biasanya mengandung nutrisi yang cukup baik untuk pertumbuhan mikroba. Pada proses anaerobik ini media yang mempunyai kandungan nutrisi tertentu yang optimum akan sangat mempengaruhi proses. Perbandingan unsur nitrogen, karbon, fosfat layak untuk diperhatikan yaitu biasanya dalam perbandingan : karbon : nitrogen : fosfat = 150 : 55 : 1.

(Sumber : Ibnu, 2002)

2.5 Deskripsi Bio $H^{+ (plus)}$

Bio H+ adalah serbuk inokula pengurai limbah organik didalamnya terkandung starter bakteri dan bahan – bahan alami yang dapat menghasilkan *bifido bacteria* (bakteri yang menguntungkan) untuk mempercepat proses pembusukan limbah organic.

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

Bio H+ mempunyai beberapa manfaat yang dapat digunakan untuk menguraikan tinja adalah :

1. Mengatasi WC/*Septic Tank* penuh atau mampat, karena :
   - Struktur tanah yang padat (pori-pori kecil), sehingga tinja sulit meresap;
   - Naiknya permukaan air tanah akibat musim hujan;
   - Jumlah bakteri pengurai dalam *Septic Tank* pada umumnya sangat kurang dibanding dengan kecepatan penumpukannya; dan/atau
   - *Septic Tank* mengandung lysol/karbol/sabun/deterjen dalam jumlah banyak, sehingga bakteri pengurai terbunuh.
2. Menghilangkan bau.
3. Menjaga kualitas air sumur dekat WC/*Septic Tank*
4. Membunuh kuman (disentri, kholera, typus, dll)

Pemakaian Bio H+ untuk mendegradasi air limbah pada septik tank dengan kebutuhan dan sesuai dengan petunjuk pemakaian yang ada yaitu sesuai dengan kriteria penggunaannya Bio H+ yang merupakan serbuk mikroba pengurai limbah organik yang berwujud seperti tanah humus berasal dari rerumputan dan tanah hutan Indonesia. Bio H+ bekerja memakan dan menguraikan tinja menjadi zat-zat yang lebih sederhana, dan yang tinggal cuma cairan yang mudah diserap oleh tanah resapan serta menhilangkan bau yang menyengat.

Untuk penggunaannya cukup dengan 1 - 2 m^3 volume *septic tank* dan taburkan bubuk mikroba itu langsung ke dalam *septic tank* atau lewat kloset sedikit demi sedikit. Dapat pula dengan mencampurkan air pada 1 - 2 ember air sebelum digunakan. Untuk pemeliharaan disarankan untuk memberikan lagi dengan takaran sama antara 3 - 6 bulan sekali. Bio H+ tidak mengandung bahan-bahan kimia ataupun senyawa yang berbahaya bagi manusia dan makhluk hidup lainnya.

2.5.1 Bakteri pada Bio H^+

Bahan Pengurai limbah organik (Bio H+) pada septik tank mengandung 2 bakteri yaitu *Bacillus cereus* dan *Staphyloccus sp* dan untuk lebih jelasnya tentang kedua bakteri tersebut dapat dilhat dibawah ini :

- *Bacillus cereus*

  Bacillus cereus merupakan bakteri yang sangat endemis, dan sering tinggal pada tempat yang kotor, bakteri ini juga merupaka positif gram yang berbentuk seperti batang dan dapat menyebabkan timbulnya penyakit yang berasal dari makanan. Bakteri *B. cereus* merupakan bagian dari anggota genus *Bacillus* yang mana dapat menghasilkan pertahanan pada endospories.

  Pathogenitas *Bacillus cereus*

  Bacillus cereus mayoritas dapat menyebabkan penyakit yang dihasilkan dari makanan sebanyak (2 – 5%). Ini dapat diketahui dari ciri-ciri yang terkena penyakit *Bacillus cereus* yaitu sakit kepala yang terlalu berat, muntah-muntah dan faktor kegemukan yang tidak sehat. Pada umumnya *Bacillus cereus* merupakan penyakit yang dikarenakan dari makanan oleh

karena itu untuk menghilangkan benih bakteri harus memasak makanan sebaik mungkin. Problem ini dapat dapat menyerang pada makanan yang sudah dingin/basi dan berjamur. Hasil pertumbuhan dari bakteri *Bacillus cereus* adalah enterotoxin : yang pada waktu tertentu dapat menghasilkan racun yang tidak dapat di hilangkan, karena bakteri *Bacillus cereus* mempunyai 2 tipe yang dapat menyebabkan keracunan makanan antara lain :

1. Tipe diarrheal adalah berhubungan dengan banyaknya jumlah makanan, mempunyai waktu inkubasi 8 – 16 jam . Dan juga dapat diketahui lama waktunya inkubasi dilihat dari bentuk *Bacillus cereus* yang mana makanannya mengandung racun, ini sangat sulit untuk membedakan adanya ada tidaknya keracunan makanan.
2. Tipe ematic pada umumnya disebabkan dari cara memasak nasi yang tidak sesuai sehingga jika memakannya akan menimbulkan sakit kepala dan muntah-muntah selama 1 – 5 jam lebih. Tipe ini sangat sulit untuk dikenali dari asal makanan yang terkena bakteri patogen.

Klasifikasi ilmiah Bacillus cereus :

- *Kingdom : Bacteria*
- *Phylum : Firmicutes*
- *Class : Bacili*
- *Order : Bacillales*
- *Family : Bacillaceae*
- *Genus : Bacillus*

- *Staphyloccus sp*

Staphyloccus sp adalah bakteri yang sering tinggal pada kulit atau didalam hidung seseorang. Ini dapat menyebabkan penyakit dan kurang lebig pada infeksi kulit (seperti: bengkak, bisul, dan bernanah). Penyakit ini mengancam kehidupan seperti pada *pneomonia, mengitis, endocarditis, Toxic shock sydrome* dan *septicemia.* Bakteri *Staphyloccus sp* berbentuk bulat dan sangat berbahaya karena tiap tahun sebanyak 500,000 pasien di rumah sakit Amerika terkena infeksi *staphylococcial.*

Staphyloccus sp dilihat dari Mikrobiologi

Staphyloccus sp adalah gram positif *coccus* yang mana akan kelihatan seperti biji dan bentuknya besar pada sekitarnya jika dilihat dengan mikroskop.

Staphyloccus sp adalah katalis positif dan dengan mudahnya berubah menjadi hydrogen peroxide (H2O2) untuk air dan oksigen, yang mana dapat digunakan tes katalis untuk membedakan staphylococci dan enterococci. *Staphyloccus sp* dapat dibedakan dari banyaknya staphylococci oleh tes katalis. *Staphyloccus sp* sebagai katalis positif tapi ada juga spesies *Staphyloccus sp* yang mempunyai koagulan negatif.

Klasifikasi ilmiah *Staphyloccus sp :*

- *Kingdom : Bacteria*
- *Phylum : Firmicutes*
- *Class : Bacilli*
- *Order : Bacillales*
- *Family : Staphylococcaceae*
- *Genus : Staphyloccus*

2.6 Septik Tank

2.7.1 Sejarah Septik Tank

Pada tahun 1895 seseorang kelahiran dari Negara Inggris bernama Donald Cameron lebih banyak mengoreksi penjelasan dari proses-proses yang terjadi di dalam septik tank. (Crites and Tchobanoglous, 1997). Setelah itu konfigurasi dari jenis tangki telah dikembangkan meskipun mengingat konsepnya tetap sama, yang pada dasarnya sebagai tempat untuk proses fisik, kimiawi dan biologis pada pengolahan air limbah.

Penggunaan septik tank sebagai pengolahan primer pada limbah domestik pertama kali dimulai di Amerika serikat pada tahun 1880. tetapi yang lebih mengherankan lagi septik tank itu sendiri dikenal sejak 60 tahun yang lalu atau menjadi sebuah tempat aktivitas masyarakat yang mana didalamnya terdapat pemisahan dari efluen di bawah permukaan tanah. (Kreissl, 2003). Pada tahun 1950 mulai dikenalkan kelompok perumahan yang statusnya dibawah tren dari kota yang berkembang sangat luas mendekati dari pengertian dari *sewer* itu sendiri.

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 didalam tangki. Fungsinya bukan untuk memurnikan air limbah tetapi untuk mencegah bau dan menghancurkan kandungan bahan padat. (Salvato, 1992).

Septik tank mempunyai beberapa fungsi diantaranya:

1. Sedimentasi

   Fungsi yang paling pokok dari septik tank adalah kemampuannya mereduksi kandungan bahan padat terlarut (SS) pada limbah cair domestik.

2. Penyimpanan

   Septik tank diharapkan menampung akumulasi endapan.

3. Penguraian

   Penguraian lumpur oleh bakteri secara anaerobik merupakan akses dari lama waktu penyimpanan endapan dalam tangki. Bakteri akan menghasilkan oksigen yang akan terlarut jika ia mengurai bahan organik yang terkandung didalam limbah. Bakteri ini juga akan mengurai bahan organik kompleks dan mereduksinya menjadi selulosa dan menghasilkan gas meliputi H_2, CO_2, NH_3, H_2S dan CH_4.

4. Menahan laju aliran

   Septik tank akan mereduksi terjadinya beban aliran puncak.

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 (Mara, 1978).

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. (Salvato, 1992).

Tabel 2.7 Perbandingan efluen pada septik tank antara satu kompartemen dan dua kompartemen

karakteristik	Satu ruang			Dua ruang		
	influen	efluen	% removal	influen	efluen	% removal
BOD mg/L	184	85	54 %	184	99	46 %
TSS mg/L	234	44	81 %	234	123	48 %
SS ml/L	16,9	0,2	98,8 %	16,9	0,6	96,9 %

(Sumber : Seabloom, 1982).

Tabel 2.8 Perbandingan efluen pada septik tank antara satu kompartemen dan dua kompartemen

karakteristik	Satu ruang			Dua ruang		
	influen	efluen	% removal	influen	efluen	% removal
BOD mg/L	288	195	32,3 %	267	184	31,1 %
TSS mg/L	310	64	79,5 %	306	57	81,5 %
SS ml/L	-	-	-	-	-	-

(Sumber : Boyer and Rock, 1992).

Tabel 2.9 Komposisi tipikal air limbah domestik yang tidak terolah

kontaminan	unit	konsentrasi		
		minimum	medium	Maksimum
TSS	mg/L	120	210	400
COD	mg/L	250	430	800
Nitrogen (Total as N)	mg/L	20	40	70

(Sumber : Metchalf & Eddy, 1991)

Tabel 2.10 Perbandingan karakteristik dari air limbah tercampur dengan sumber lain

	unit	Curah hujan	Range konsentrasi dari parameter		
			Air runoff	Air buangan tercampur	Air buangan domestik
TSS	mg/L	< 1	67 – 101	270 – 550	120 – 370
COD	mg/L	9 – 16	40 – 73	260 – 480	260 – 900
TKN	mg/L		0,43 – 1,00	4 – 17	20 - 705

(Sumber : Metchalf & Eddy, 1977 , Huber, 1984 , US. EPA, 1983).

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 (Mouras Automatic Scavenger, 1860) dan kemudian mempelajari proses yang terjadi dan memberi nama "*Septic Tank*" (Donal Cameron,1895)

Septik tank tersebut mulai digunakan di Amerika Serikat pada tahun 1895, tetapi diperlukan 60 tahun lagi untuk menjadikan *subsurface dispersal* proses yang umum.

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. (1996 USEPA)

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

Ditinjau dari segi kuantitasnya air buangan yang masuk ke dalam Septik tank berupa *Sullage* (*Grey water)* yang berasal dari aktivitas pencucian, dapur, kamar mandi. *Black water (human body waste)* yang berasal dari *feces* dan *urine.*

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

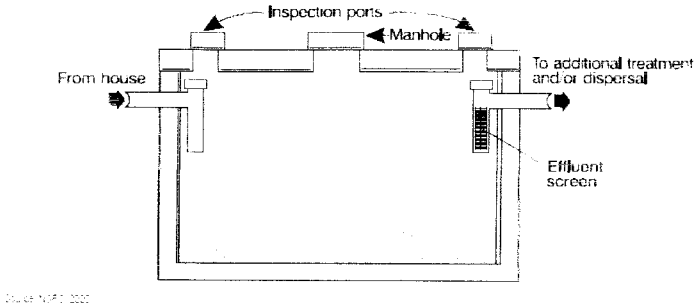
Instalasi pengolahan lumpur tinja adalah salah satu bentuk bangunan yang dibuat untuk mengolah lumpur tinja disedot dari septik tank penduduk (Sri redzeki, 2001).

Kandungan air dari tinja bervariasi tergantung dari berat tinja, makin tinggi berat tinja, maka kandungan air yang diperlukan makin banyak. Volume tinja yang diperhitungkan untuk pengolahan dapat diketahui dari jumlah tinja tambah air *urine* tambah air untuk pembersih dubur dan lingkungan sekitarnya. Beberapa masalah yang dihadapi pada saat sekarang ini antara lain pembuangan limbah tinja sangat berpengaruh terhadap lingkungan khususnya pada lingkungan fisik terutama pada tanah dan air. (Kusnaputranto, 1993).

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

disebabkan umumnya vektor tersebut mempunyai kebiasaan hidup pada tempat-tempat yang berbau busuk. (Oscar Tabaoda, 1976).

Tinja dapat berpengaruh terhadap manusia terutama bila pengolahannya tidak baik, hal ini disebabkan tinja sebagai sumber infeksi bagi manusia.(Dep.Kes RI, 1990/1991).



Gambar 2.5 Skema Septik tank

Tabel 2.11 Konstruksi septik tank dengan 2 *chamber* atau lebih.

***Treatment chamber* 1**	***Treatment chamber* 2**
- Sekitar 70 % (2/3) dari total volume desain karena sebagian besar dari *sludge* dan *scum* akan terjadi diruang ini - lumpur yang mengendap pada bagian bawah dan untuk seterusnya *sludge* ini akan terurai lewat proses anaerobik. - Supernatant ialah cairan yang terkurangi unsur padatannya dan untuk seterusnya akan mengalir menuju ke *chamber* 2. - *Scum* (buih) ialah bahan yang lebih ringan dari minyak, lemak. *Scum* ini semakin lama semakin tebal, oleh karena itu perlu dihilangkan secara periodik (minimal 1 tahun sekali). *Scum* sebenarnya tidak menganggu reaksi yang terjadi selama proses pengolahan akan tetapi bila terlalu tebal akan memakan tempat hingga kapasitas treatment berkurang.	- kira-kira 30 % (1/3) total volume untuk menangkap partikel padatan yang lolos dari *chamber* 1. - endapan lumpur, khsususnya partikel yang tidak mengendap *dichamber* 1 - *supernatan* yang seterusnya menjadi effluent untuk dibuang ke alam atau diresapkan ke dalam tanah.

(Sumber : Ibnu, 2002)

Septik tank ini terdiri dari 2-3 ruang *(chamber).* Digunakan pada air buangan yang mengandung SS, terutama air buangan domestik sederhana, tahan lama dibutuhkan ruang yang kecil karena terletak dibawah tanah dan sangat efisien dalam perbandingan harga. Efisiensi pengolahan rendah (15 % - 45 % BOD), effluent tidak berbau (jika terjadi pada proses anaerobik) dan bila effluent masih berbau karena mengandung bahan yang belum terdekomposisi sempurna). Prinsip dua pengolahan tersebut (sedimentasi dan stabilisasi) adalah pengolahan mekanik dengan pengendapan dan pengolahan biologi dengan kontak antara limbah baru dan lumpur aktif di dalam septik tank. Pengendapan optimal terjadi ketika aliran tenang *(laminar)*dan tidak terganggu. Pengolahan biologi dioptimalkan oleh percepatan dan kontak intensif antara aliran baru dan lumpur lama, apalagi bila aliran mengalami *turbulen.*

Dengan aliran yang tenang dan tidak terganggu, *supernatant* (cairan yang telah terkurangi unsur padatannya) yang tertinggal di *septik tank* lebih segar dan baunya tidak terlalu menyengat, yang menunjukan bahwa penguraian belum berlangsung. Dengan aliran turbulen, penguraian larutan dan penghancuran pada zat padat berlangsung cepat dikarenakan adanya kontak intensif antara limbah segar dan yang sudah aktif. Meski demikian, ketenangan untuk pengendapan tidak mencukupi, sehingga padatan terlarut yang berlebih akan keluar oleh cairan *turbulen.* Buangan tersebut berbau karena padatan aktif dalam bak belum terfermentasi secara sempurna.

Tabel 2.12 Kriteria desain septik tank

Septik tank	Kriteria Desain
HRT minimum 1 harinya diperkirakan	6 jam 1,5-0,3 log (debit air limbah dalam lite)
Interval minimum pengurasan	1-1,5 tahun
Akumulasi lumpur per kapita	35 liter / p.e tahun
Volume total tangki	Volume retensi cairan+volume penyimpanan lumpur / buih
Kedalaman cairan optimal dalam septik tank	1,5 meter
Ruang diantara tinggi air dan dibawah permukaan	0,3 meter
Kedalaman minimum tangki dan pengurasan	0,6 meter
-Total rasio panjang / lebar -Rasio panjang tangki primer/sekunder -panjang tangki primer	3 /1 2 /1 2/3 total panjang-panjang tangki sekunder = 1/3 total panjang

(Sumber : YUDP Yogyakarta, 1996).

Waktu Detensi yang terjadi di dalam septik tank itu sendiri terbagi dua yaitu waktu detensi air dan waktu detensi lumpur. Pada umumnya efisensi lumpur yang mengendap mencapai 70 %, hal ini tergantung dari waktu detensi, jarak antara inlet dan outlet. Lumpur yang segar akan mengendap dalam ruang lumpur dan selanjutnya terjadi proses mineralisasi, dimana lumpur segar yang terdiri dari zat-zat organik diuraikan oleh bakteri aerobik menjadi mineral. Lama proses pembusukan antara 60–100 hari.

Proses pengolahan pada septik tank adalah sedimentasi dan stabilisasi lumpur lewat proses anaerobik. Untuk jenis limbah yang diolah pada septik tank adalah limbah yang mengandung padatan terendapkan, khususnya limbah domestik.

Table 2.13 Karakteristik effluen dari septik tank konvensional

Parameter	Range	Rata-rata
COD,mg/l	165 - 1,487	296
COD filtered,mg/l	12 - 78	29
BOD,mg/l	50 - 440	165
TS,mg/l	236 - 1,383	599
TSS,mg/l	62 – 1.100	290
Alkalinity,mg/l as CaCO3	240-365	275
pH	7 - 7.7	7.3
TKN,mg/l	34-60	43
TP,mg/l	7-31	17
Faecal coliforms, MPN/100mL	$5 \times 10^4 - 5.8 \times 10^5$	4.3×10^5

(Sumber : Metchalf & Eddy, 2003)

Tabel 2.14 Karakteristik kandungan limbah

Komponen	Range konsentrasi	Tipikal Konsentrasi
TSS	155–330 mg/L	250 mg/L
BOD_5	155–286 mg/L	250 mg/L
pH	6 -9	6,5

(Sumber : Seabloom, 1982)

Sesuai dengan KepMenLH 112/2003 tentang Baku Mutu Limbah Domestik, baku mutu air limbah domestik dalam keputusan ini hanya berlaku bagi :

a. Semua kawasan permukiman *(real estate)*, kawasan perkantoran, kawasan perniagaan dan apartemen.
b. Rumah makan (restauran) yang luas bangunannya lebih dari 1000 m^2.
c. Asrama yang berpenghuni 100 orang atau lebih.

Baku mutu air limbah domestik untuk perumahan yang diolah secara individu akan ditentukan sebagai berikut :

Tabel 2.15 Baku mutu air limbah domestik

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6 – 9
BOD	mg/L	100
TSS	mg/L	100
Minyak dan lemak	mg/L	10

(Sumber : KepMenLH 112/2003)

Tabel 2.16 Karakteristik efluen septik tank

Komponen	Range konsentrasi	Tipikal konsentrasi
TSS	36–85 mg/L	60 mg/L
BOD_5	118–189 mg/L	120 mg/L
pH	6,4–7,8	6,5
Fecal Coliform	$10^6 - 10^7$ CFU / 100 m/L	10^6 CFU / 100 mL

(Sumber : EPA, 2002)

2.7 Dasar-dasar Pembuangan Tinja

Pembuangan tinja atau exreta manusia merupakan bagian yang penting dari sanitasi lingkungan. Pembuangan tinja manusia yang terinfeksi yang dilaksanakan tidak layak atau tanpa memenuhi persyaratan sanitasi dapat menyebabkan terjadinya pencemaran tanah dan sumber-sumber penyediaan air. Disamping itu juga akan memberikan kesempatan bagi serangga seperti lalat dan spesies yang lain untuk beertelur dan bersarang. Penanganan pembuangan tinja yang baik perlu dilakukan untuk memenuhi persyaratan sanitasi. Tujuannya adalah untuk menampung serta mengisolir tinja sedemikian rupa sehingga dapat mencegah terjadinya hubungan langsung maupun tidak langsung antara manusia dan tinja dan dapat dicegah terjadinya penularan penyakit dari penderita kepada orang yang sehat maupun pencemaran lingkungan pada umumnya, (Dep Kes RI, 1990).

Prosedur pembuangan tinja yang dapat dilakukan sangat bervariasi dan dipengaruhi oleh berbagai faktor yang ada pada masyarakat, salah satu faktor yang sangat penting adalah faktor penerimaan masyarakat akan salah satu jenis sarana yang akan diterapkan dalam suatu program sanitasi yang pada umumnya dipengaruhi oleh kebiasaan masyarakat.

Faktor-faktor utama yang perlu diperhatikan :

a. Faktor Teknis:

1. Faktor dekomposisi exreta manusia

Fenimena yang terjadi proses dekomposisi exreta manusia memegang peranan penting dalam perencanaan sistem sarana pembuangan tinja.

Dekomposisi exreta yang merupakan proses biologis dan berlangsung secara alamiah ini melaksanakan tiga aktivitas sebagai berikut :

- Pemecahan senyawa organik kompleks seperti protein dan urea kedalam bentuk yang lebih sederhana dan stabil.
- Pengurangan volume dan massa bahkan yang mengalami dekomposisi dengan menghasilkan gas seperti methan, karbondioksida, amonia, dan nitrogen yang dibebaskan ke atmosfer dan dengan menghasilkan bahan-bahan yang terlarut yang dalam keadaan tertentuakan meresap kedalam tanah.
- Penghancuran organisme patogen yang dalam beberapa hal tidak dapat bertahan hidup dalam proses dekomposisi atau serangan kehidupan biologik yang sangat banyak terdapat dalam massa yang mengalami dekomposisi baik aerobik maupun anaerobik.

2. Faktor kuantitas tinja manusia
3. Faktor pencemaran tanah dan air tanah
4. Faktor penempatan sarana pembuangan tinja

b. Faktor Non teknis :

1. Faktor manusia

2. Faktor biaya

Sarana pembangunan tinja harus saniter dan aman bagi kesehatan lingkungan disekitarnya, adapun tipe jamban atau sarana pembanguna tinja yang akan dipilihada disekitarnya dan memenuhi persyaratan sanitasi maka perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut (Sugiharto, 1987) :

a. Dinding septik tank hendaknya dibuat dari bahan yang rapat air
b. Untuk membuang air limbah hasil pencernaan dari septik tank perlu dibuat saluran peresapan.
c. Septik tank direncanakan untuk membunagkotoran rumah tangga dengan jumlah air limbah sekitar 100 liter/orang/hari.
d. Waktu tinggal air limbah didalam septik tank diperkirakan minimal 24 jam.
e. Besarnya ruang lumpur diperkirakan untuk menampung lumpur yang dihasilkan dari proses pencernaan dengan patokan banyaknya lumpur sebesar 30 liter/orang/hari, sedangkan waktu pengambilan lumpur dipertimbangkan minimal 4 tahun.
f. Lantai dasar septik tank harus dibuat miring kearah ruang lumpur.
g. Pipa air masuk kedalam septik tank hendaknya selalu lebih tinggi kurang lebih 2.5 cm dari pipa keluarnya.
h. Septik tank dilengkapi dengan lubang pemeriksaan dan lubang penghawaan untuk membung gas hasil pencernaan.

i. Untuk menjamin terpakainya bidang resapan maka dipakai siphon otomatis yang sangat bermanfaat agar air limbah yang dibuang ke daerah resapan dapat terbuang secara berkala.

Didalam tangki septik tank, tinja akan berada selama satu sampai tiga hari tergantung kapasitas tangki selama waktu tinja akan mengalami dua proses yaitu :

1. Proses Mekanik

Akibat penghancuran, massa tinja akan direduksi dan sebagian besar (60 – 70%) zat-zat padat akan mengendap didasar tangki sebagai sludge. Zat-zat yang tidak dapat dihancurkan bersama-sama lemak dan busa akan mengapung dan membentuk suatu lapisan yang menutupi permukaan air limbah dalam tangki. Lapisan ini sering disebut sebagai scum dan berfungsi untuk mempertahankan suasana anaerob dari cairan dibawahnya.

2. Proses Biologi

Terjadinya proses dekomposisi melalui aktivitas anaerob dan fakultatif anaerob yang memakan zat-zat organik dalam sludge dan scum. Hasil nyata dari proses ini selain terbentuk gas dan zat cair lainnya ada pengurangan volume dari sludge sehingga memungkingkan septik tank beroperasi 1 – 4 tahun atau lebih. Cairan effluen walaupun masih sedikit keruh praktis sudah tidak mengandung lagi bagian-bagian dari tinja lagi dan mempunyai BOD dan SS yang relatif rendah (Haryoto, 1985).

Sumur peresapan atau seepage pit adalah suatu lubang sumuran yang berdinding pipa dan mempunyai sambungan terbuka dimana air kotor dirembeskan kedalam tanah yang ada disekitarnya. Sumur peresapan berguna

terutama untuk membuang kotoran berupa bekas cucian. Umumnya merupakan suplemen dari septik tank dimana letak sumur peresapan harus memenuhi syarat sebagai berikut :

- Sedikit-dikitnya 35 meter dari sumber air
- Sedikit-dikitnya 7 meter dari bangunan rumah
- Sedikit-dikitnya 31/2 dari garis milik

Pembuatan saluran peresapan diusahakan sedikit mungkin dapat berpengaruh terhadap kesehatan lingkungan sekitar

2.8. Bahan Organik Dalam Air Buangan

Air buangan merupakan zat yang terdiri dari berbagai macam zat-zat organik maupun zat kimia. Oleh karena itu untuk mengetahui parameter-parameter apa saja yang terkandung dalam air buangan sangatlah sulit karena memerlukan pengujian yang sangat banyak dan memerlukan biaya yang cukup besar. Oleh karena itu dalam penelitian ini dibatasi dalam meneliti hanya parameter COD *(Chemical Oxygen Demand),* dan TSS *(Total Suspended Solid)*

2.8.1 COD *(Chemical Oxygen Demand)*

COD adalah jumlah oksigen (mg O_2) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam 1 liter sampel air, dimana pengoksidasian $K_2Cr_2O_7$ digunakan sebagai sumber oksigen *(Oxidizing agent).*

COD *(Chemical oxygen demand)* adalah banyaknya oksigen dalam miligram perliter yang dibutuhkan dalam kondisi khusus untuk menguraikan benda organik secara kimia (Sugiharto, 1987).

Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi secara kimiawi, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air. COD digunakan untuk menghitung kadar bahan organik dalam air buangan dan air alami. *Equivalent* oksigen *dari* bahan organik yang dapat dioksidasi dihitung dengan menggunakan bahan kimia oksidator kuat dalam media asam. Kadar COD air buangan secara umum lebih besar dari BOD karena lebih banyak senyawa dapat dioksidasi secara kimia daripada biologis.

Analisa COD berbeda dengan analisa BOD namun perbandingan antara angka COD dengan BOD dapat ditetapkan yaitu :

Tabel 2.17. Perbandingan Rata-rata angka BOD_5 / COD

Jenis Air	BOD_5 / COD
Air buangan domestik	0,4 – 0,6
Air buangan domestik setelah pengendapan primer	0,6
Air buangan domestik setelah pengolahan biologis	0,2
Air sungai	0,1

(Sumber : Metode Penelitian Air)

2.8.2. TSS *(Total Suspended Solid)*

Zat padat tersuspensi atau *Suspended Solid* adalah sejumlah berat dalam miligram penyaringan dengan membran berukuran 0,045 mikron. Dimana filter membran tersebut mengandung bahan tersuspensi yang dikeringkan pada suhu 105 °C selama 2 jam (Sumestri, 1987).

TSS *(Total suspended solid)* adalah zat padat tersuspensi yang menyebabkan kekeruhan pada air, tidak terlarut dan tidak dapat mengendap langsung. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari pada sedimen. Air lumpur tinja mempunyai jumlah padatan tersuspensi yang sangat bervariasi tergantung dari karakteristik limbah. Seperti halnya padatan terendap, padatan tersuspensi akan mengurangi penetrasi sinar cahaya kedalam air sehingga mempengaruhi regenerasi oksigen secara fotosintesis (Srikandi Fardiaz, 1992).

Zat padat *(Total Solids)* dalam limbah cair adalah semua zat yang tetap tinggal sebagai residu pada pemanasan 103 °C dalam laboratorium. Partikel padat diklasifikasikan sebagai *suspended solids* atau *filterable solids* yang dapat menembus kertas saring dengan diameter minimal 1 mikron. *Suspended solids* meliputi zat padat yang dapat mengendap selama 60 menit pada *imhoff cone.* Zat padat tersaring / *filterable solids* terdiri zat koloidal dan *dissolved solids.* Zat koloidal terdiri dari zat partikulat dengan kisaran diameter dari 1 milikron hingga 1 mikron. *Dissolved solids* atau zat padat terlarut terdiri dari molekul atau ion organik dan anorganik. Zat koloidal tidak dapat dihilangkan melalui pengendapan. Umumnya untuk menghilangkan partikel tersebut secara biologi ataupun koagulasi diikuti sedimentasi. (Sugiharto, 1987).

2.9. 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 (a*qua privy*), tangki pembusukan (*septic tank*), atau pada dasar lubang yang dalam, atau secara aerobik, seprti 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, prosesanaerobik berlangsung dlam 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.

Ukuran kumpulan bakteri dominan di dalam septic tank(ziebel,1974) adalah total fecal,total coliform,fecal strepcocci,lactid acid bacteria,anaerob dan lainnya.total populasi bakteri bisa mencapai 230,000,000 per ml (tyler 1978). Taber (1976) membagi bakteri menjadi 2 kelompok, memisahkan bakteri yang methanogenic, atau metana (gas) terdahulu, dari bakteri yang methanogenic tersebut. kemudian beberapa bakteri dikelompokkan dalam masing – masing kelompok :

- Yang termasuk bakteri non methanogenic :

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

- Yang termasuk bakteri methanogenic :

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

Proses dekomposisi berlangsung pada semua bahan organik mati yang berasal dari tumbuhan atau hewan, terutama pada komponen nitrit, sulfat, atau

karbonat yang dikandungnya. Pada kotoran manusia yang merupakan campuran tinja dan air seni yang relatif kaya akan senyawa nitrat, proses dekomposisi terjadi melalui siklus nitrogen. Pada siklus ini pertama – tama, senyawa dipecahkan menjadi amonia dan bahan sederhana lainnya. Kemudian diubah oleh bakteri nitrit (*nitrifyng 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 rat – 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 hamoarkan diluar dan mengering. Bakteri patogen tidak dapat hidup lebih lama dari dua bulan pada isi lubang jamban yang dibiarkan begitu saja.

Hasil akhir proses dekomposisi mengandung nutrien tanah yang bermanfaat dan dapat memberikan keuntungan bila digunakan sebagai pupuk penyubur tanaman (*fertilizer*). Kadang – kadang petani mengeluh karena sedikitnya kandungan nitrogen pada tinja yang telah mengalami dekomposisi. Tinja segar memang mengandung lebih banyak nitrogen, namun bahan itu tidak

dapat digunakan oleh tanaman pada susunannya yang asli, tanaman hanya dapat menggunakan nitrogen senbagai 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.

2.10 Pertumbuhan Mikrobiologi

Mikrobiologi tersusun dari 3 kata, yaitu *micros* (kecil, renik), *bios* (hidup) dan *logos* (ilmu, pengetahuan). Jadi 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. Mikroba memiliki peranan yang yang sangat penting dalam kehidupan manusia, ada yang menguntungkan dan ada yang merugikan.

Dianatara peranan mikroba yang merugikan adalah :

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



Diantara peranan mikroba yang menguntungkan adalah :

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

Seiring dengan semakin majunya perkembangan ilmu mikrobiologi, maka penerapan mikrobiologi semakin meluas pada hampir semua bagian bidang. Diantaranya :

- Pada Industri Pertanian : mikrobiologi berperan penting di dalam mencegah penyakit tanaman, membantu proses penyuburan tanah, dan lain lain.
- Pada Industri Makanan : mikrobiologi berperan di dalam proses pengawetan makanan, fermentasi makanan, dan lain lain.
- Pada Industri Medis/Kesehatan : mikrobiologi sangat berperan penting di dalam antibiotik, antiseptis, kemoterapi, vaksinasi, dan lain sebagainya. Sebagaimana yang telah disinggung sebelumnya, bahwa mikroba seperi makhluk hidup lainnya memerlukan nutrisi pertumbuhan. Pengetahuan akan nutrisi pertumbuhan ini akan membantu di dalam mengkultivasi, mengisolasi dan mengidentifikasi mikroba. Mikroba memiliki karakteristik dan ciri yang berbeda-beda di dalam persyaratan pertumbuhannya. Ada mikroba yang bisa hidup hanya pada media yang mengandung sulfur dan ada pula yang tidak

mampu hidup dan seterusnya. Karakteristik persyaratan pertumbuhan mikroba inilah yang menyebabkan bermacam-macamnya media penunjang pertumbuhan mikroba.

Klasifikasi media pertumbuhan mikrobila terangkum dalam tabel di bawah ini :

Tabel 2.18 Klasifikasi media pertumbuhan microbial

Klasifikasi	Nama/Sebutan	Contoh
Sumber Nutrien	Alamiah	Susu, kaldu
	Buatan/Artifisial	Campuran zat kimia
Keadaan Fisik	Padat-Ireversibel	Serum darah terkoagulasi
	Padat-Reversibel	Agar nutrien
	Setengah padat	Agar lunak
	Cair	Kaldu nutrien
Komponen Kimiawi penyusun	Kompleks (komposisi "unknown")	Agar nutrien
	Kimiawi-Sintetik (komposisi "known")	Amonium sulfat, medium garam, glukosa.
Persyaratan nutrisi bakteri	*Enrichment Media* (media diperkaya)	Kaldu Infusi Jantung
	Differential media (Media diferensial)	Agar Eosin-biru metilen
	Selected Media (media terpilih)	Agar deoksikolat
	Test Media (media uji)	Media uji Vit B_{12}

(Sumber : Artikel Muhammad Rachdie Pratama)

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.**

1. SuplaiNutrisi

   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 higinis 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 higinis adalah untuk mengeliminir dan meminimalisir sumber nutrisi bagi mikroba agar pertumbuhannya terkendali.

3. Suhu/Temperatur

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

a. Apabila suhu naik maka kecepatan metabolisme naik dan pertumbuhan dipercepat. Sebaliknya apabila suhu turun, maka kecepatan metabolisme akan menurun dan pertumbuhan diperlambat.
b. Apabila suhu naik atau turun secara drastis, tingkat pertumbuhan akan terhenti, kompenen 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 :

a. Suhu minimum yaitu suhu yang apabila berada di bawahnya maka pertumbuhan terhenti.

b. Suhu optimum yaitu suhu dimana pertumbuhan berlangsung paling cepat dan optimum. (Disebut juga suhu inkubasi)

c. Suhu maksimum yaitu suhu yang apabila berada di atasnya maka pertumbuhan tidak terjadi. Sehubungan dengan penggolongan suhu d atas, maka mikroba digolongkan menjadi :

Tabel 2.19 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.

(Sumber : Artikel Muhammad Rachdie Pratama)

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

a. Peka terhadap panas, apabila semua sel rusak apabila dipanaskan pada suhu 60°C selama 10-20 menit.

b. Tahan terhadap panas, apabila dibutuhkan suhu 100°C selama 10 menit untuk mematikan sel.

c. Thermodurik, dimana dibutuhkan suhu lebih dari 60°C selama 10-20 menit tapi kurang dari 100°C selama 10 menit untuk mematikan sel.

3. 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

4. Ketersediaan Oksigen

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

   a. Aerobik : hanya dapat tumbuh apabila ada oksigen bebas.
   b. Anaerob : hanya dapat tumbuh apabila tidak ada oksigen bebas.
   c. Anaerob fakultatif : dapat tumbuh baik dengan atau tanpa oksigen bebas.
   d. Mikroaerofilik : dapat tumbuh apabila ada oksigen dalam jumlah kecil.

Oleh karena itu pengendalian mikroorganisme sangat esensial dan penting di dalam industri dan produksi pangan, obat-obatan, kosmetika dan lainnya. Alasan utama pengendalian organisme adalah :

1. Mencegah penyebaran penyakit dan infeksi.
2. Membasmi mikroorganisme pada inang yang terinfeksi
3. Mencegah pembusukan dan perusakan bahan oleh mikroorganisme.

Mikroorganisme dapat dikendalikan dengan beberapa cara, dapat dengan diminimalisir, dihambat dan dibunuh dengan sarana atau proses fisika atau bahan kimia.

Ada beberapa cara untuk mengendalikan jumlah populasi mikroorganisme, diantaranya adalah sebagai berikut :

a. Cleaning (kebersihan) dan Sanitasi

   Cleaning dan Sanitasi sangat penting di dalam mengurangi jumlah populasi mikroorganisme pada suatu ruang/tempat. Prinsip cleaning dan

sanitasi adalah menciptakan lingkungan yang tidak dapat menyediakan sumber nutrisi bagi pertumbuhan mikroba sekaligus membunuh sebagian besar populasi mikroba.

b. Desinfeksi

Adalah proses pengaplikasian bahan kimia (desinfektans) terhadap peralatan, lantai, dinding atau lainnya untuk membunuh sel vegetatif mikrobial. Desinfeksi diaplikasikan pada benda dan hanya berguna untuk membunuh sel vegetatif saja, tidak mampu membunuh spora.

c. Antiseptis

Merupakan aplikasi senyawa kimia yang bersifat antiseptis terhadap tubuh untuk melawan infeksi atau mencegah pertumbuhan mikroorganisme dengan cara menghancurkan atau menghambat aktivitas mikroba.

d. Sterilisasi

Proses menghancurkan semua jenis kehidupan sehingga menjadi steril. Sterilisasi seringkali dilakukan dengan pengaplikasian udara panas. Ada dua metode yang sering digunakan, yaitu :

1. Panas lembab dengan uap jenuh bertekanan. Sangat efektif untuk sterilisasi karena menyediakan suhu jauh di atas titik didih, proses cepat, daya tembus kuat dan kelembaban sangat tinggi sehingga mempermudah koagulasi protein sel-sel mikroba yang menyebabkan sel hancur. Suhu efektifnya adalah 121°C pada tekanan 5 kg/cm^2 dengan waktu standar 15 menit. Alat yang digunakan : *pressure cooker*, autoklaf (*autoclave*) dan retort.

2. Panas kering, biasanya digunakan untuk mensterilisasi alat-alat laboratorium. Suhu efektifnya adalah 160°C selama 2 jam. Alat yang digunakan pada umumnya adalah oven.

5. Pengendalian Mikroba dengan Suhu Panas lainnya

1. *Pasteurisasi* : Proses pembunuhan mikroba patogen dengan suhu terkendali berdasarkan waktu kematian termal bagi tipe patogen yang paling resisten untuk dibasmi. Dalam proses pasteurisasi yang terbunuh hanyalah bakteri patogen dan bakteri penyebab kebusukan namun tidak pada bakteri lainnya. Pasteurisasi biasanya dilakukan untuk susu, rum, anggur dan makanan asam lainnya. Suhu pemanasan adalah 65°C selama 30 menit.
2. *Tyndalisasi* : Pemanasan yang dilakukan biasanya pada makanan dan minuman kaleng. Tyndalisasi dapat membunuh sel vegetatif sekaligus spora mikroba tanpa merusak zat-zat yang terkandung di dalam makanan dan minuman yang diproses. Suhu pemanasan adalah 65°C selama 30 menit dalam waktu tiga hari berturut-turut.
3. Boiling : Pemanasan dengan cara merebus bahan yang akan disterilkan pada suhu 100°C selama 10-15 menit. Boiling dapat membunuh sel vegetatif bakteri yang patogen maupun non patogen. Namun spora dan beberapa virus masih dapat hidup. Biasanya dilakukan pada alat-alat kedokteran gigi, alat suntik, pipet, dll.

4. *Red heating* : Pemanasan langsung di atas api bunsen *burner* (pembakar spiritus) sampai berpijar merah. Biasanya digunakan untuk mensterilkan alat yang sederhana seperti jarum ose.
5. *Flaming* : Pembakaran langsung alat-alat laboratorium diatas pembakar bunsen dengan alkohol atau spiritus tanpa terjadinya pemijaran.

6. Pengendalian Mikroba dengan Radiasi

   Bakteri terutama bentuk sel vegetatifnya dapat terbunuh dengan penyinaran sinar ultraviolet (UV) dan sinar-sinar ionisasi.

   - *Sinar UV* : Bakteri yang berada di udara atau yang berada di lapisan permukaan suatu benda yang terpapar sinar UV akan mati.
   - *Sinar Ionisasi* : yang termasuk sinar ionisasi adalah sinar X, sinar alfa, sinar beta dan sinar gamma. Sterilisasi dengan sinar ionisasi memerlukan biaya yang besar dan biasanya hanya digunakan pada industri farmasi maupun industri kedokteran.
   - *Sinar X* : Daya penetrasi baik namun perlu energi besar.
   - *Sinar alfa* : Memiliki sifat bakterisidal tetapi tidak memiliki daya penetrasi.
   - *Sinar beta* : Daya penetrasinya sedikit lebih besar daripada sinar X.
   - *Sinar gamma* : Kekuatan radiasinya besar dan efektif untuk sterilisasi bahan makanan.

7. Pengendalian Mikroba dengan Filtrasi

   Ada dua filter, yaitu filter bakteriologis dan filter udara.

   - Filter bakteriologis biasanya digunakan untuk mensterilkan bahan-bahan yang tidak tahan terhadap pemanasan, misalnya larutan gula, serum,

antibiotika, antitoksin, dll. Teknik filtrasi prinsipnya menggunakan penyaringan, dimana yang tersaring hanyalah bakteri saja. Diantara jenis filter bakteri yang umum digunakan adalah : Berkefeld (dari fosil diatomae), Chamberland (dari porselen), Seitz (dari asbes) dan seluosa.

- Filter udara berefisiensi tinggi untuk menyaring udara berisikan partikel (*High Efficiency Particulate Air Filter* atau HEPA) memungkinkan dialirkannya udara bersih ke dalam ruang tertutup dengan sistem aliran udara laminar (*Laminar Air Flow*)

8. Pengendalian Mikroba dengan Bahan Kimia

   Saat ini, telah banyak agen kimia yang berpotensi untuk membunuh atau menghambat mikroba. Penelitian dan penemuan senyawa kimia baru terus berkembang. Agen kimia yang baik adalah yang memiliki kemampuan membunuh mikroba secara cepat dengan dosis yang rendah tanpa merusak bahan atau alat yang didisinfeksi.

   Pada prinsipnya, cara kerja agen kimia ini digolongkan menjadi :

   a. Agen kimia yang merusak membran sel mikroba.
      - Golongan Surfaktans (*Surface Active Agents*), yaitu golongan anionik, kationik dan nonionik.
      - Golongan fenol.

   b. Agen kimia yang merusak enzim mikroba.
      - Golongan logam berat seperti arsen, perak, merkuri, dll.
      - Golongan oksidator seperti golongan halogen, peroksida hidrogen dan formaldehid.

c. Agen kimia yang mendenaturasi protein.

Agen kimiawi yang menyebabkan terjadinya koagulasi dan presipitasi protoplasma, seperti alkohol, gliserol dan bahan-bahan asam dan alkalis.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi efektivitas agen kimia di dalam mengendalikan mikroba, yaitu :

1. Konsentrasi agen kimia yang digunakan. Semakin tinggi konsentrasinya maka efektivitasnya semakin meningkat.
b. Waktu kontak. Semakin lama bahan tersebut kontak dengan bahan yang disterilkan maka hasilnya akan semakin baik.
c. Sifat dan jenis mikroba. Mikroba yang berkapsul dan berspora lebih resisten dibandingkan yang berkapsul dan berspora.
d. Adanya bahan organik dan ekstra. Adanya bahan-bahan organik dapat menurunkan efektivitas agen kimia.
e. pH atau derajat keasaman. Efektivitas bahan kimia dapat berubah seiring dengan perubahan pH.

2.10.1 Laju Pertumbuhan Bakteri

Istilah pertumbuhan bakteri lebih mengacu kepada pertambahan jumlah sel bukan mengacu kepada perkembangan individu organisme sel. Bakteri memiliki kemampuan untuk menggandakan diri secara eksponensial dikarenakan sistem reproduksinya adalah pembelahan biner melintang, dimana tidap sel membelah diri menjadi dua sel. Selang waktiu 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 2.20 Contoh Pembelahan biner Bakteri tiap 15 menit

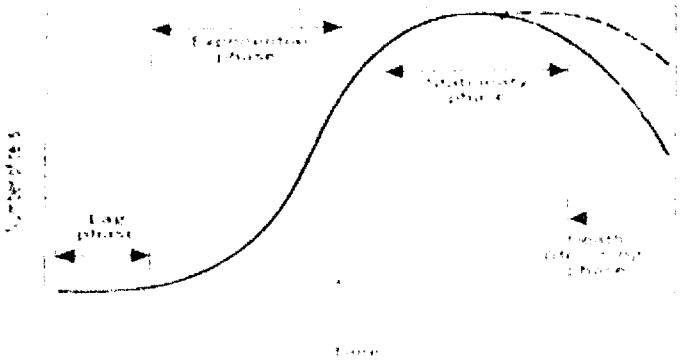
0'	15'	30'	45'	60'	75'	90'	105'	120'	135'
1 sel	2 sel	4 sel	8 sel	16 sel	32 sel	64 sel	128 sel	256 sel	512 sel
2^0	2^1	2^2	2^3	2^4	2^5	2^6	2^7	2^8	2^9

(Sumber : Artikel Muhammad Rachdie Pratama)

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 $1{,}09\times10^{12}$ sel atau lebih dari 1 triliun sel.

2.10.2 Kurva Pertumbuhan Bakteri

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



Gambar 2.5 Grafik pertumbuhan bakteri

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

Tabel 2.21 Ciri dan Fase pada Kurva Pertumbuhan

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

(Sumber : Artikel Muhammad Rachdie Pratama)

Pengetahuan akan kurva pertumbuhan bakteri sangat penting untuk menggambarkan karakteristik pertumbuhan bakteri, sehingga akan mempermudah

di dalam kultivasi (menumbuhkan) bakteri ke dalam suatu media, penyimpanan kultivasi dan penggantian media.

2.11. Hipotesa

Hipotesa yang diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Dengan dosis yang semakin banyak, akan meningkatkan kemampuan *Bio II+* dalam menurunkan kadar TSS dan COD pada tinja didalam *septic tank*.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Agar suatu penelitian dapat disebut dengan penelitian ilmiah maka harus menggunakan metodologi penelitian yang sistematis. Metodologi penelitian yang digunakan dalam bentuk diagram dapat dilihat dalam bentuk lampiran

3.1 Tempat Penelitian

Lokasi pengambilan sampel tinja yaitu di U.D. Seva jaya Jl. Pandega Marta 66 Yogyakarta. Sedangkan tempat analisa sampel dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan – Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

3.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilaksanakan mulai dari studi lapangan, pengambilan sampel, pemeriksaan sampel dan analisis data laboratorium mulai dari bulan Apri - Juli 2006.

3.3 Pengumpulan Data

3.3.1. Data Primer

Data ini merupakan data primer yaitu COD dan TSS yang diperoleh dari hasil pengamatan langsung di lapangan Sedangkan sumber literatur yang

dipergunakan dalam penelitian ini meliputi buku-buku teks, laporan penelitian terkait, jurnal-jurnal dan penelusuran di internet.

3.3.2 Data Sekunder

Data ini merupakan data yang tersedia dari hasil pemeriksaan laboratorium yang dilakukan setiap hari baik dari inlet dan outlet.

3.4 Variabel Penelitian

3.4.1. Variabel bebas (*Independent Variable*)

Dosis yang digunakan pada septik tank yaitu 1kg/m^3 , sehingga dalam skala laboratorium dengan rencana volume 0.05 m^3 maka dosis yang digunakan adalah 50 gr, namun demikian variasi dosis yang akan dilakukan yaitu:

- 30 gr per 50 ml air sampel
- 40 gr per 50 ml air sampel
- 50 gr per 50 ml air sampel
- 60 gr per 50 ml air sampel
- 70 gr per 50 ml air sampel

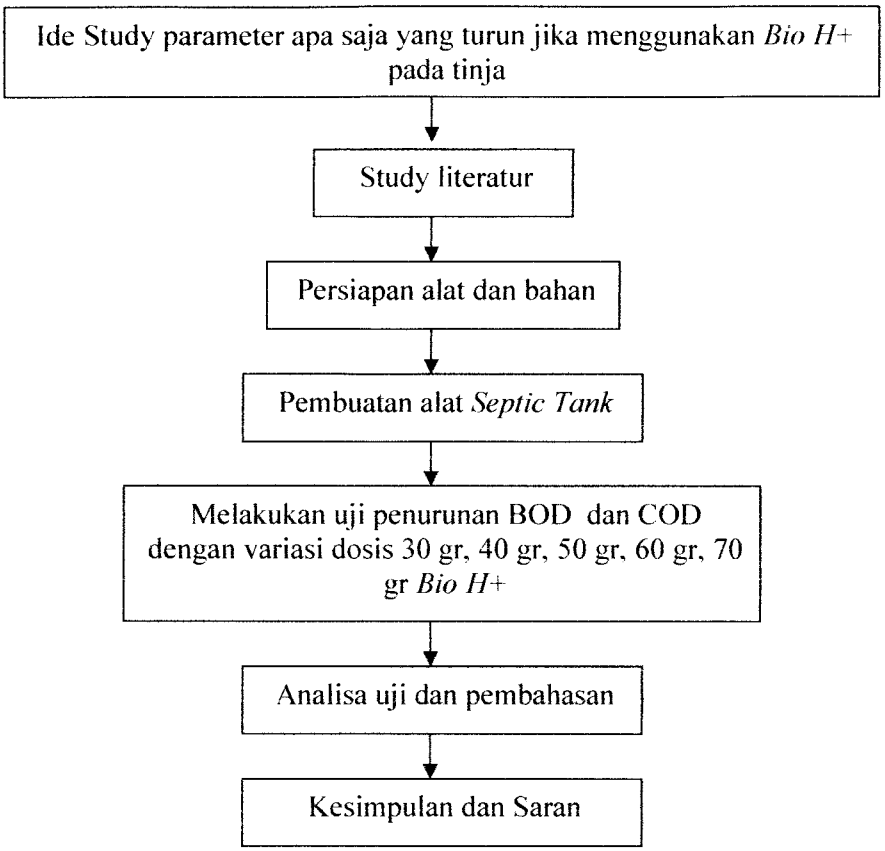
3.4.2. Variabel terikat (*Dependent Variable*)

Parameter yang diteliti adalah :

1. TSS
2. COD.

3.5 Langkah-langkah Penelitian

Dalam penelitian ini memiliki beberapa tahapan-tahapan penelitian seperti dijelaskan dalam alur penelitian dibawah ini :



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

3.6 Cara Penelitian

3.6.1. Bahan yang digunakan

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Serbuk Bio H^+
2. Air Limbah dari septik tank (tinja)
3. Reaktor *Batch.*



Gambar 3.2 Reaktor septik tank yang digunakan



Gambar 3.3 Kegiatan penelitian parameter TSS dan COD

3.6.2. Peralatan untuk menguji TSS

Alat yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Cawan Goch/penyaring yang dilengkapi penghisap atau penekan.

b. Kertas saring berpori 0.45 μm.

c. Oven untuk pemanas 103 – 106 °C.

d. Desikator

e. Neraca analitik dengan kapasitas 200 gram dan ketelitian 0.1 gram.

f. Penjepit.

3.6.3. Peralatan untuk menguji COD

Alat yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Spektrofotometer sinar tampak.

b. Kuvet.

c. Tabung pencerna.

d. Pemanas dengan lubang – lubang penyangga tabung.

e. Mikroburet.

f. Labu ukur : 50 ml, 100 ml, 250 ml, 500 ml, 1000 ml.

g. Pipet volum : 5 ml, 10 ml, 15 ml, 20 ml, 25 ml.

h. Gelas piala

i. Timbangan analitik.

3.7 Metode Analisis

Prosedur Pengerjaan mengacu pada *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, edisi 20. Untuk pemeriksaan COD menggunakan *Closed reflux secara spectrofotometric Method,* pemeriksaan TSS menggunakan *Gravimetric Method.*

3.7.1. Analisis laboratorium

Sampel dianalisa di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UII Yogyakarta menggunakan metode gravimetri untuk 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.

3.7.2. Perencanaan Reaktor *Batch* Septik tank

3.7.2.1 Desain *Septik Tank*

Sebagai makhluk hidup yang butuh penyesuaian diri, mikroorganisme tak langsung efektif memangsa limbah segera setelah dimasukkan ke dalam *septic tank*. Rupanya, setelah "terjebak" di tanah di dalam kemasan plastik mikroorganisme mengalami tidur panjang. Untuk mengaktifkannya dibutuhkan kondisi yang nyaman. Karena itu, saat hendak digunakan, disarankan untuk mendiamkan 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)

3.7.2.2 Desain reaktor

Volume : 0.05 m^3

$V = P \times L \times T$

P : L = 2 : 1

T = 0.4 m

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

L = 0.25 m

P = 0.25 x 2

= 0.5 m

Dalam pelaksanaan penelitian ini digunakan 2 unit reaktor *batch*, dimana 1 reaktor sebagai kontrol sedangkan 1 reaktor lagi sebagai percobaan dengan dimensi yang sama untuk setiap reaktor sebagai berikut :

a. Reaktor 1 (percobaan) dengan volume air tinja 0.05 m^3 dengan diisi serbuk Bio H^1 yang telah memakai variasi dosis 30 gr, 40 gr, 50 gr, 60 gr, dan 70 gr, per 50 ml air sampel dan waktu pengambilan sampel setiap hari dangan running 7 hari sekali.
b. Reaktor 2 (kontrol) dengan volume air tinja 0.05 m^3 tanpa diisi serbuk Bio H^1

3.7.3. 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 datam bentuk tabel dan grafik dan akan dianalisa menggunakan metode rerata atau mean

Perhitungan mean atau rerata :

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

Dimana :

$\overline{X}$ = Rata – rata

$\sum Xi$ = Jumlah semua data

n = Jumlah data

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Analisa Sampel

Hasil dari penelitian ini dilakukan untuk mengetahui secara optimal kemampuan Bio H^+ untuk menguraikan limbah organik (tinja) pada *septik tank* dengan menggunakan sistem *bacth* untuk menurunkan parameter COD dan TSS pada air limbah *septik tank.*

4.1.1 Hasil Pengukuran Parameter COD

Dari hasil pemeriksaan kadar COD yang dilakukan pada *septik tank* dengan variasi dosis 30 gr, 40 gr, 50 gr, 60 gr, dan 70 gr per 50 ml air sampel tiap minggu dengan menggunakan bahan mengurai limbah organik (Bio H^+), penelitian ini dilakukan di Laboratorium FTSP yang mana limbah *septik tank* diambil di U.D. Seva jaya Jl. Pandega Marta 66 Yogyakarta. Berikut hasil penelitian laboratorium untuk pengambilan sampel pada inlet dan outlet COD dengan kontrol didapat data pada tabel 4.1 – 4.5. Untuk perhitungan effisiensi penurunan COD dan kontrol sebagai berikut.

Tabel 4.1 Hasil efisiensi COD dan Kontrol inlet dan outlet dengan dosis 30 gr

No	Dosis	PERHITUNGAN EFISIENSI COD				PERHITUNGAN EFISIENSI KONTROL			
		Konsentrasi COD Inlet (mg/L)	Konsentrasi COD Outlet (mg/L)	To - T1	Efisiensi %	Konsentrasi Kontrol Inlet (mg/L)	Konsentrasi Kontrol Outlet (mg/L)	To - T1	Efisiensi %
1	Inlet	441.633				441.633			
2	30 gr		300.805	140.828	31.888		1171.620	-729.988	-165.293
3	30 gr		924.900	-483.268	-109.428		1921.955	-1480.323	-335.193
4	30 gr		821.888	-380.255	-86.102		3465.865	-3024.233	-684.785
5	30 gr		974.993	-533.361	-120.770		762.865	-321.232	-72.737
6	30 gr		727.764	-286.132	-64.790		769.478	-327.846	-74.235
7	30 gr		694.699	-253.067	-57.303		747.604	-305.972	-69.282
8	30 gr		676.894	-235.262	-53.271		720.389	-278.756	-63.119
Rata-rata		**441.633**	**731.71**	**-290.07**	**-65.68**	**441.633**	1365.682	-924.050	-209.235

(sumber, data primer 2006)

Keterangan : - Menunjukan bahwa terjadi penambahan COD

\+ Menunjukan bahwa terjadi penambahan COD

Berdasarkan dari tabel 4.1 dimana perbandingan tersebut yang dilakukan selama pengukuran COD mengalami kenaikan dan penurunan berdasarkan variasi dosis yaitu 30 gr, jadi pada dosis 30 gr dimana angka yang paling besar untuk kenaikkan COD adalah -533.361 mg/L dengan effisiensi COD sebesar - 120.770 % . Sedangkan angka penurunan COD sebesar 140.828 mg/L dengan effisiensi COD sebesar 31.888 %

Nilai rata-rata konsentrasi COD selama dua kali pengukuran (duplo) didapat nilai rata-rata COD pada inlet sebesar 441.633 mg/L dan COD pada outlet sebesar 731.71 mg/L sehingga dapat dihitung rata-rata effisiensi penurunan COD sebesar :

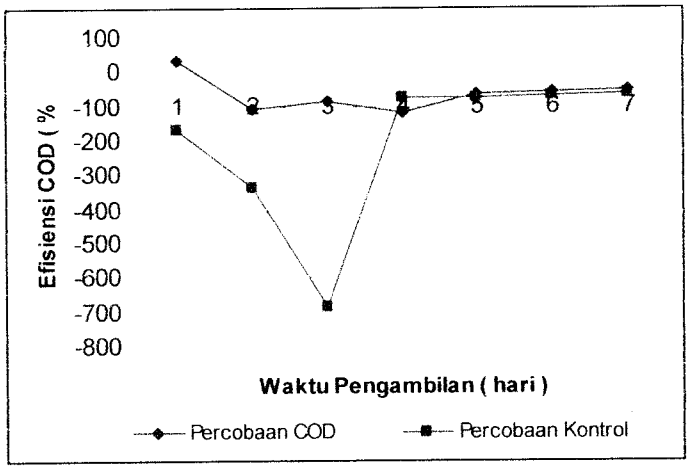
$$\text{Effisiensi (\%)} = \frac{441.633 - 731.71}{441.633} \times 100\ \% = -65.682\ \%$$

Dan perbandingan kontrol yang dilakukan selama pengukuran COD mengalami kenaikan dan penurunan tanpa menggunakan variasi dosis, jadi pada kontrol dimana angka yang paling besar untuk kenaikkan COD adalah -3024.233 mg/L dengan effisiensi COD sebesar -684.785 %. Sedangkan untuk penurunan COD tidak terjadi sama sekali.

Nilai rata-rata pada kontrol selama dua kali pengukuran (duplo) didapat nilai rata-rata bak kontrol pada inlet sebesar 441.633 mg/L dan COD pada outlet sebesar 1365.682 mg/L sehingga dapat dihitung rata-rata effisiensi penurunan COD sebesar :

$$\text{Kontrol Effisiensi (\%)} = \frac{441.633 - 1365.682}{441.633} \times 100\ \% = -209.235\ \%$$

Untuk hasil perbandingan konsentrasi COD dan Kontrol pada inlet dan outlet selama 1 minggu dapat dilihat pada grafik 4.1 berikut ini.



Gambar 4.1 Grafik hasil efisiensi COD dengan Kontrol inlet dan outlet. pada dosis 30 gr

Tabel 4.2 Hasil efisiensi COD dan Kontrol inlet dan outlet dengan dosis 40 gr

No	Dosis	PERHITUNGAN EFISIENSI COD				PERHITUNGAN EFISIENSI KONTROL			
		Konsentrasi COD Inlet mg/L	Konsentrasi COD Outlet mg/L	To - T1	% Efisiensi	Konsentrasi Kontrol Inlet mg/L	Konsentrasi Kontrol Outlet mg/L	To - T1	% Efisiensi
1	Inlet	530.643				530.643			
2	40 gr		414.913	115.730	21.809		431.955	98.688	18.598
3	40 gr		380.067	150.576	28.376		388.715	141.928	26.746
4	40 gr		308.594	222.049	41.845		366.078	164.565	31.012
5	40 gr		376.252	154.391	29.095		377.015	153.628	28.951
6	40 gr		171.245	359.398	67.729		301.473	229.170	43.187
7	40 gr		260.522	270.121	50.904		282.905	247.738	46.686
8	40 gr		317.751	212.892	40.120		320.041	210.602	39.688
Rata - rata		**530.643**	**318.48**	**212.16**	**39.98**	**530.643**	**352.597**	**178.045**	**33.553**

(sumber, data primer 2006)

Keterangan : - Menunjukan bahwa terjadi penambahan COD

\+ Menunjukan bahwa terjadi penambahan COD

Berdasarkan dari tabel 4.2 dimana perbandingan tersebut yang dilakukan selama pengukuran COD mengalami kenaikan dan penurunan berdasarkan variasi dosis yaitu 40 gr, jadi pada dosis 40 gr tidak terjadi kenaikkan untuk COD pada saat pengukuran. Sedangkan untuk angka penurunan tertinggi COD sebesar 359.398 mg/L dengan effisiensi penaikkan COD sebesar 67.729 %.

Nilai rata-rata konsentrasi COD selama dua kali pengukuran (duplo) didapat nilai rata-rata COD pada inlet sebesar 530.643 mg/L dan COD pada outlet sebesar 318.48 mg/L sehingga dapat dihitung rata-rata effisiensi penurunan COD sebesar :

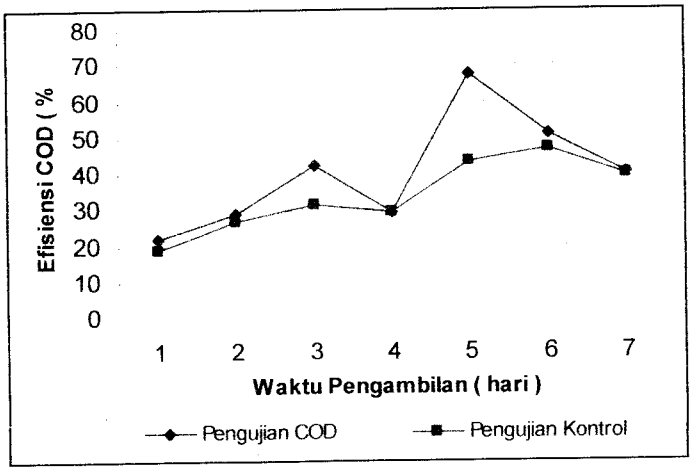
$$\text{Effisiensi (\%)} = \frac{530.643 - 318.48}{530.643} \times 100\ \% = 39.983\ \%$$

Dan perbandingan kontrol yang dilakukan selama pengukuran COD mengalami kenaikan dan penurunan tanpa menggunakan variasi dosis, jadi pada kontrol dimana angka untuk peningkatan COD tidak terjadi kenaikan sama sekali. Sedangkan untuk penurunan terbesar pada COD sebesar 247.738 mg/L dengan effisiensi COD sebesar 46.69 % yang terjadi pada pengukuran ke-6 pada outlet.

Nilai rata-rata pada kontrol selama dua kali pengukuran (duplo) didapat nilai rata-rata bak kontrol pada inlet sebesar 530.643 mg/L dan COD pada outlet sebesar 352.597 mg/L sehingga dapat dihitung rata-rata effisiensi penurunan COD sebesar :

$$\text{Kontrol Effisiensi (\%)} = \frac{530.643 - 352.597}{530.643} \times 100\ \% = 33.553\ \%$$

Untuk hasil perbandingan konsentrasi COD dan Kontrol pada inlet dan outlet selama 1 minggu dapat dilihat pada grafik 4.2 berikut ini.



Gambar 4.2 Grafik hasil efisiensi COD dengan Kontrol inlet dan outlet pada dosis 40 gr

Tabel 4.3 Hasil efisiensi COD dan Kontrol inlet dan outlet dengan dosis 50 gr

No	Dosis	PERHITUNGAN EFISIENSI COD				PERHITUNGAN EFISIENSI KONTROL			
		Konsentrasi COD Inlet mg/L	Konsentrasi COD Outlet mg/L	To - T1	% Efisiensi	Konsentrasi Kontrol Inlet mg/L	Konsentrasi Kontrol Outlet mg/L	To - T1	% Efisiensi
1	Inlet	347.256				347.256			
2	50 gr		587.617	-240.362	-69.217		260.268	86.988	25.050
3	50 gr		330.978	16.278	4.688		295.114	52.142	15.015
4	50 gr		372.182	-24.927	-7.178		335.810	11.446	3.296
5	50 gr		406.774	-59.518	-17.140		446.198	-98.943	-28.493
6	50 gr		309.612	37.644	10.840		231.018	116.238	33.473
7	50 gr		468.581	-121.326	-34.938		257.470	89.786	25.856
8	50 gr		1122.517	-775.261	-223.254		987.939	-640.684	-184.499
Rata - rata		**347.256**	**514.037**	**-166.782**	**-48.028**	**347.256**	401.974	-54.718	-15.757

(sumber, data primer 2006)

Keterangan : - Menunjukan bahwa terjadi penambahan COD

\+ Menunjukan bahwa terjadi penambahan COD

Berdasarkan dari tabel 4.3 dimana perbandingan tersebut yang dilakukan selama pengukuran COD mengalami kenaikan dan penurunan berdasarkan variasi dosis yaitu 50 gr, jadi pada dosis 50 gr dimana angka peningkatan COD terbesar adalah -775.261 mg/L dengan effisiensi COD sebesar -223.254 %. Sedangkan angka untuk penurunan tertinggi COD adalah 37.644 mg/L dengan effisiensi COD sebesar 10.840 %.

Nilai rata-rata konsentrasi COD selama dua kali pengukuran (duplo) didapat nilai rata-rata COD pada inlet sebesar 347.256 mg/L dan COD pada outlet sebesar 514.037 mg/L sehingga dapat dihitung rata-rata effisiensi penurunan COD sebesar :

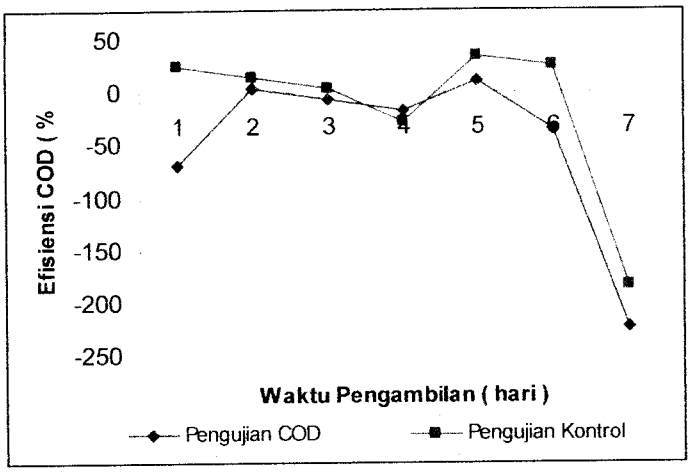
$$\text{Effisiensi (\%)} = \frac{347.256 - 514.037}{347.256} \times 100\ \% = -48.028\ \%$$

Dan perbandingan kontrol yang dilakukan selama pengukuran COD mengalami kenaikan dan penurunan tanpa menggunakan variasi dosis, jadi pada kontrol dimana angka tertinggi untuk peningkatan COD pada bak kontrol di *septik tank* sebesar -640.684 mg/L dengan effisiensi COD sebesar -184.50 %. Sedangkan untuk angka yang paling besar pada penurunan COD adalah 89.7855 mg/L dengan effisiensi penurunan COD sebesar 25.86 %.

Nilai rata-rata pada kontrol selama dua kali pengukuran (duplo) didapat nilai rata-rata bak kontrol pada inlet sebesar 347.256 mg/L dan COD pada outlet sebesar 401.974 mg/L sehingga dapat dihitung rata-rata effisiensi penurunan COD sebesar :

$$\text{Kontrol Effisiensi (\%)} = \frac{347.256 - 401.974}{347.256} \times 100\ \% = -15.757\ \%$$

Untuk hasil perbandingan konsentrasi COD dan Kontrol pada inlet dan outlet selama 1 minggu dapat dilihat pada grafik 4.3 berikut ini.



Gambar 4.3 Grafik hasil efisiensi COD dengan Kontrol inlet dan outlet pada dosis 50 gr

Tabel 4.4 Hasil efisiensi COD dan Kontrol inlet dan outlet dengan dosis 60 gr

No	Dosis	PERHITUNGAN EFISIENSI COD				PERHITUNGAN EFISIENSI KONTROL			
		Konsentrasi COD Inlet mg/L	Konsentrasi COD Outlet mg/L	To - T1	% Efisiensi	Konsentrasi Kontrol Inlet mg/L	Konsentrasi Kontrol Outlet mg/L	To - T1	% Efisiensi
0	Inlet	1407.39				1407.39			
1	60 gr		1250.964	156.426	11.115		1329.304	78.086	5.55
2	60 gr		1285.810	121.580	8.639		1359.826	47.564	3.38
3	60 gr		469.599	937.792	66.633		526.319	881.071	62.60
4	60 gr		294.351	1113.039	79.085		297.1485	1110.242	78.89
5	60 gr		458.916	948.475	67.392		481.8075	925.5825	65.77
6	60 gr		350.308	1057.082	75.109		425.596	981.794	69.76
7	60 gr		347.256	1060.134	75.326		395.582	1011.808	71.89
Rata - rata		1407.390	636.743	770.647	54.757	1407.390	687.940	719.450	51.119

(sumber, data primer 2006)

Keterangan : - Menunjukan bahwa terjadi penambahan COD

\+ Menunjukan bahwa terjadi penambahan COD

Berdasarkan dari tabel 4.4 dimana perbandingan tersebut yang dilakukan selama pengukuran COD mengalami kenaikan dan penurunan berdasarkan variasi dosis yaitu 60 gr, jadi pada dosis 60 gr dimana angka tertinggi untuk penurunan COD sebesar 1113.039 mg/L dengan effisiensi penurunan COD sebesar 79.085 % dan untuk peningkatan COD tidak terjadi selama pengukuran.

Nilai rata-rata konsentrasi COD selama dua kali pengukuran (duplo) didapat nilai rata-rata COD pada inlet sebesar 1407.390 mg/L dan COD pada outlet sebesar 636.743 mg/L sehingga dapat dihitung rata-rata effisiensi penurunan COD sebesar :

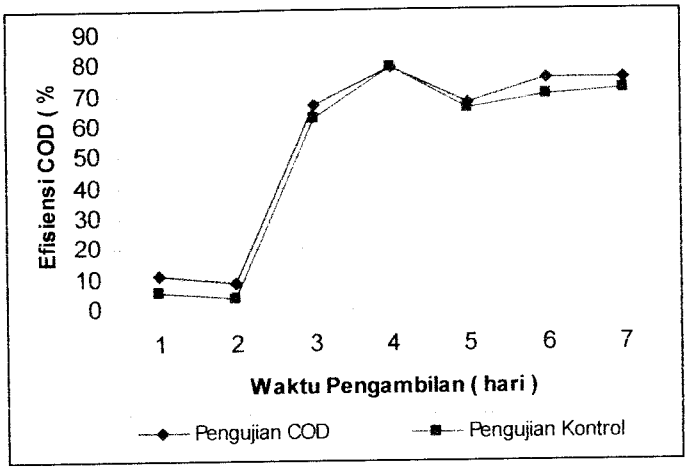
$$\text{Effisiensi (\%)} = \frac{1407.390 - 636.743}{1407.390} \times 100\ \% = 54.757\ \%$$

Dan perbandingan kontrol yang dilakukan selama pengukuran COD mengalami kenaikan dan penurunan tanpa menggunakan variasi dosis, jadi pada kontrol dimana angka tertinggi untuk penurunan bak kontrol pada *septik tank* sebesar 1110.242 mg/L dengan effisiensi penurunan COD sebesar 78.89 % dan untuk peningkatan COD tidak terjadi selama pengukuran.

Nilai rata-rata pada kontrol selama dua kali pengukuran (duplo) didapat nilai rata-rata bak kontrol pada inlet sebesar 1407.390 mg/L dan COD pada outlet sebesar 636.743 mg/L sehingga dapat dihitung rata-rata effisiensi penurunan COD sebesar :

$$\text{Kontrol Effisiensi (\%)} = \frac{1407.390 - 636.743}{1407.39} \times 100\ \% = 51.119\ \%$$

Untuk hasil perbandingan konsentrasi COD dan Kontrol pada inlet dan outlet selama 1 minggu dapat dilihat pada grafik 4.4 berikut ini.



Gambar 4.4 Grafik hasil efisiensi COD dengan Kontrol inlet dan outlet pada dosis 60 gr

Tabel 4.5 Hasil efisiensi COD dan Kontrol inlet dan outlet dengan dosis 70 gr.

No	Dosis	PERHITUNGAN EFISIENSI COD				PERHITUNGAN EFISIENSI KONTROL			
		Konsentrasi COD Inlet mg/L	Konsentrasi COD Outlet mg/L	To - T1	% Efisiensi	Konsentrasi Kontrol Inlet mg/L	Konsentrasi Kontrol Outlet mg/L	To - T1	% Efisiensi
0	Inlet	323.347				323.347			
1	70 gr		357.430	-34.083	-10.541		300.964	22.383	6.92
2	70 gr		344.203	-20.856	-6.450		445.435	-122.088	-37.76
3	70 gr		283.414	39.934	12.350		346.493	-23.1455	-7.16
4	70 gr		251.620	71.727	22.183		301.473	21.874	6.76
5	70 gr		298.675	24.673	7.630		308.340	15.007	4.64
6	70 gr		251.620	71.727	22.183		254.163	69.184	21.40
7	70 gr		243.227	80.121	24.778		260.268	63.079	19.51
Rata - rata		323.347	290.027	33.320	10.305	323.347	316.734	6.613	2.045

(sumber, data primer 2006)

Keterangan : - Menunjukan bahwa terjadi penambahan COD

\+ Menunjukan bahwa terjadi penambahan COD

Berdasarkan dari tabel 4.5 dimana perbandingan tersebut yang dilakukan selama pengukuran COD mengalami kenaikan dan penurunan berdasarkan variasi dosis yaitu 70 gr, jadi pada dosis 70 gr dimana angka tertinggi untuk kenaikkan COD sebesar -34.083 mg/L dengan effisiensi penurunan COD sebesar -10.541 % dan angka yang paling besar untuk penurunan COD adalah 71.727 mg/L dengan effisiensi penurunan COD sebesar - 22.183 % .

Nilai rata-rata konsentrasi COD selama dua kali pengukuran (duplo) didapat nilai rata-rata COD pada inlet sebesar 323.347 mg/L dan COD pada outlet sebesar 290.027 mg/L sehingga dapat dihitung rata-rata effisiensi penurunan COD sebesar :

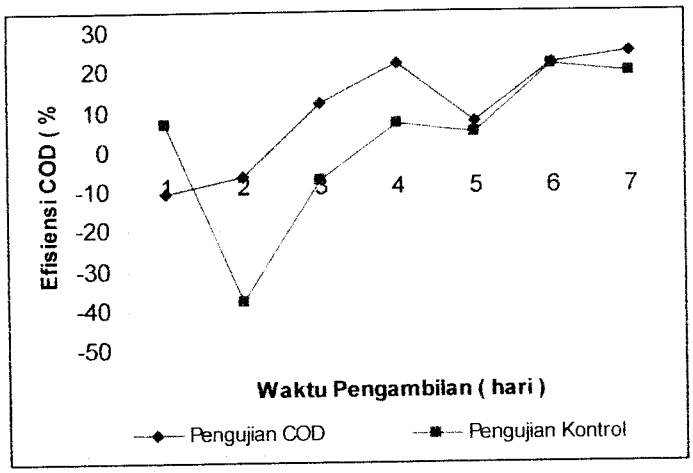
$$\text{Effisiensi (\%)} = \frac{323.347 - 290.027}{323.347} \times 100\ \% = 10.305\ \%$$

Dan perbandingan kontrol yang dilakukan selama pengukuran COD mengalami kenaikan dan penurunan tanpa menggunakan variasi dosis, jadi pada kontrol dimana angka tertinggi untuk penaikkan pada bak kontrol di *septik tank* sebesar -122.088 mg/L dengan effisiensi penurunan COD sebesar -37.76 % dan angka yang paling besar untuk penurunan COD adalah 69.184 mg/L dengan effisiensi penurunan COD sebesar -21.40 %

Nilai rata-rata pada kontrol selama dua kali pengukuran (duplo) didapat nilai rata-rata bak kontrol pada inlet sebesar 323.347 mg/L dan COD pada outlet sebesar 316.734 mg/L sehingga dapat dihitung rata-rata effisiensi penurunan COD sebesar :

$$\text{Kontrol Effisiensi (\%)} = \frac{323.347 - 316.734}{323.347} \times 100\ \% = 2.045\ \%$$

Untuk hasil perbandingan konsentrasi COD dan Kontrol pada inlet dan outlet selama 1 minggu dapat dilihat pada grafik 4.5 berikut ini.



Gambar 4.5 Grafik hasil efisiensi COD dengan Kontrol inlet dan outlet pada dosis 70 gr

4.1.2 Hasil Penelitian Parameter TSS

Hasil analisa laboratorium dalam penelitian ini, dimana dilakukan pengolahan air limbah *septik tank* dengan penambahan bahan pengurai limbah organik (Bio H^+) dengan menggunakan variasi dosis yaitu 30 gr, 40 gr, 50 gr, 60 gr, dan 70 gr per 50 ml air sampel selama 1 minggu untuk variasi dosisnya. Berikut ini hasil pemeriksaan kadar TSS pada *septik tank* dengan menggunakan variasi dosis dan bak kontrol pada inlet dan outlet dapat dilihat pada tabel 4.6 sampai 4.10.

Tabel 4.6 Hasil efisiensi TSS dan Kontrol inlet dan outlet dengan dosis 30 gr

No	Dosis	PERHITUNGAN EFISIENSI TSS				PERHITUNGAN EFISIENSI KONTROL			
		Konsentrasi TSS Inlet mg/L	Konsentrasi TSS Outlet mg/L	To - T1	% Efisiensi	Konsentrasi Kontrol Inlet mg/L	Konsentrasi Kontrol Outlet mg/L	To - T1	% Efisiensi
0	Inlet	153				153			
1	30 gr		118	35	22.88		153	0	0.00
2	30 gr		198	-45	-29.41		290	-137	-89.54
3	30 gr		141	12	7.84		207	-54	-35.29
4	30 gr		187	-34	-22.22		166	-13	-8.50
5	30 gr		234	-81	-52.94		221	-68	-44.44
6	30 gr		259	-106	-69.28		261	-108	-70.59
7	30 gr		105	48	31.37		171	-18	-11.76
Rata - rata		153	177.43	-24.43	-15.97	153	209.86	-56.86	-37.16

(sumber, data primer 2006)

Keterangan : - Menunjukan bahwa terjadi penambahan TSS

\+ Menunjukan bahwa terjadi penambahan TSS

Berdasarkan tabel 4.6 dalam perbandingan konsentrasi antara TSS dengan bak Kontrol yang diambil dari inlet dan outlet selama 1 minggu dengan menggunakan dosis 30 gr Bio H^{+} dan selama pengukuran TSS mengalami kenaikan dan penurunan berdasarkan variasi dosis yaitu 30 gr, jadi pada dosis 30 gr dimana angka tertinggi untuk kenaikkan TSS sebesar -106 mg/L dengan effisiensi TSS sebesar -69.28 % yang terjadi pada pengukuran ke-6 pada outlet dan sedangkan angka yang paling besar untuk penurunan TSS adalah 48 mg/L dengan effisiensi penurunan TSS sebesar 31.37 % yang terjadi di outlet pada pengukuran ke-7.

Nilai rata-rata konsentrasi TSS selama tiga kali pengukuran (triplo) didapat nilai rata-rata TSS pada inlet sebesar 153 mg/L dan TSS pada outlet sebesar 177.43 mg/L sehingga dapat dihitung rata-rata effisiensi penurunan TSS sebesar :

$$\text{Effisiensi (\%)} = \frac{153 - 177.43}{153} \times 100\ \% = -15.966\ \%$$

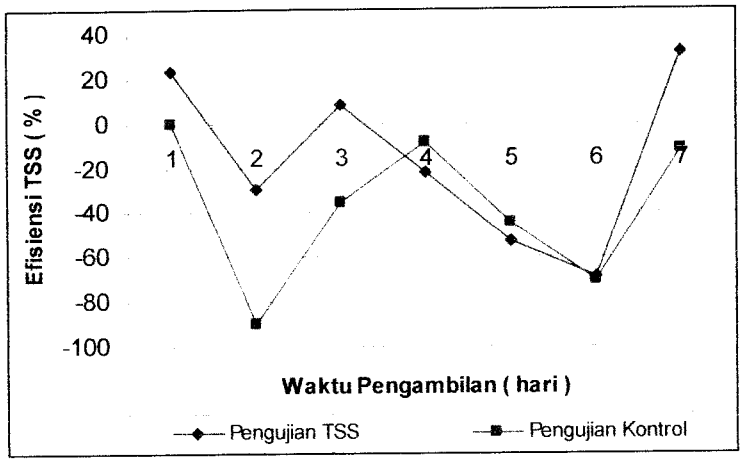
Dan untuk perbandingan kontrol yang dilakukan selama pengukuran TSS mengalami kenaikan dan penurunan tanpa menggunakan variasi dosis, jadi pada kontrol dimana angka tertinggi untuk penurunan bak kontrol pada *septik tank* untuk pengukuran TSS tidak terjadi dan angka yang paling besar untuk peningkatan TSS adalah -137 mg/L dengan effisiensi penurunan TSS sebesar -89.54 % yang terjadi di outlet pada pengukuran ke-3 pada outlet.

Nilai rata-rata pada kontrol selama tiga kali pengukuran (duplo) didapat nilai rata-rata bak kontrol pada inlet sebesar 153 mg/L dan TSS pada outlet

sebesar 209.86 mg/L sehingga dapat dihitung rata-rata effisiensi penurunan TSS sebesar :

$$\text{Kontrol Effisiensi (\%)} = \frac{153 - 209.86}{153} \times 100\ \% = -37.162\ \%$$

Untuk hasil perbandingan konsentrasi TSS dan Kontrol pada inlet dan outlet selama 1 minggu dapat dilihat pada grafik 4.6 berikut ini.



Gambar 4.6 Grafik hasil efisiensi TSS dengan Kontrol inlet dan outlet pada dosis 30 gr

Tabel 4.7 Hasil efisiensi TSS dan Kontrol inlet dan outlet dengan dosis 40 gr

No	Dosis	PERHITUNGAN EFISIENSI TSS				PERHITUNGAN EFISIENSI KONTROL			
		Konsentrasi TSS Inlet mg/L	Konsentrasi TSS Outlet mg/L	To - T1	% Efisiensi	Konsentrasi Kontrol Inlet mg/L	Konsentrasi Kontrol Outlet mg/L	To - T1	% Efisiensi
0	Inlet	160				160			
1	40 gr		107	53	33.13		201	-41	-25.63
2	40 gr		230	-70	-43.75		110	50	31.25
3	40 gr		176	-16	-10.00		128	32	20.00
4	40 gr		428	-268	-167.50		611	-451	-281.88
5	40 gr		134	26	16.25		85	75	46.88
6	40 gr		85	75	46.88		220	-60	-37.50
7	40 gr		278	-118	-73.75		38	122	76.25
Rata - rata		160	205.43	-45.43	-28.39	160	199.00	-39.00	-24.38

(sumber, data primer 2006)

Keterangan : - Menunjukan bahwa terjadi penambahan TSS

\+ Menunjukan bahwa terjadi penambahan TSS

Berdasarkan tabel 4.7 dalam perbandingan konsentrasi antara TSS dengan bak Kontrol yang diambil dari inlet dan outlet selama 1 minggu dengan menggunakan dosis 40 gr Bio H^+ dan selama pengukuran TSS mengalami kenaikan dan penurunan berdasarkan variasi dosis yaitu 40 gr, jadi pada dosis 40 gr dimana angka tertinggi untuk penurunan TSS sebesar 75 mg/L dengan effisiensi penurunan TSS sebesar 46.88 % yang terjadi pada pengukuran ke-6 pada outlet dan angka yang paling besar untuk peningkatan TSS adalah -268 mg/L dengan effisiensi TSS sebesar -167.50 % yang terjadi di outlet pada pengukuran ke-5 pada outlet.

Nilai rata-rata konsentrasi TSS selama tiga kali pengukuran (triplo) didapat nilai rata-rata TSS pada inlet sebesar 160 mg/L dan TSS pada outlet sebesar 205.43 mg/L sehingga dapat dihitung rata-rata effisiensi penurunan TSS sebesar :

$$\text{Effisiensi (\%)} = \frac{160 - 205.43}{160} \times 100\,\% = -28.393\ \%$$

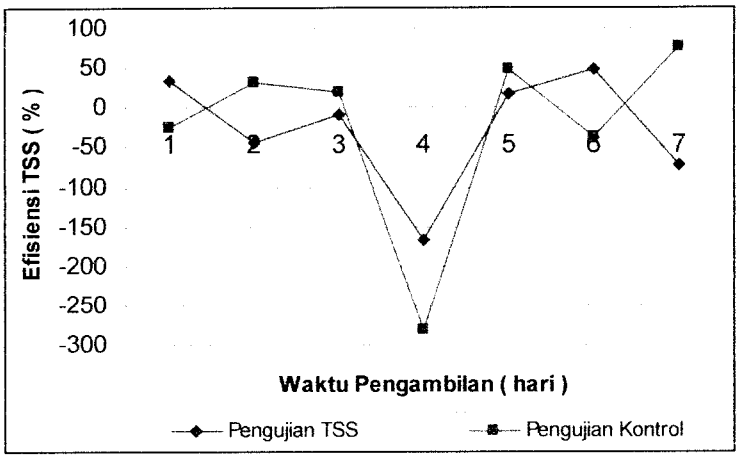
Dan untuk perbandingan kontrol yang dilakukan selama pengukuran TSS mengalami kenaikan dan penurunan tanpa menggunakan variasi dosis, jadi pada kontrol dimana angka tertinggi untuk penurunan bak kontrol pada *septik tank* sebesar 75 mg/L dengan effisiensi penurunan TSS sebesar 46.88 % yang terjadi pada pengukuran ke-5 pada outlet dan angka yang paling besar untuk kenaikkan TSS adalah -451 mg/L dengan effisiensi TSS sebesar -281.88 % yang terjadi di outlet pada pengukuran ke-4 pada outlet.

Nilai rata-rata pada kontrol selama tiga kali pengukuran (triplo) didapat nilai rata-rata bak kontrol pada inlet sebesar 160 mg/L dan TSS pada outlet

sebesar 199.00 mg/L sehingga dapat dihitung rata-rata effisiensi penurunan TSS sebesar :

$$\text{Kontrol Effisiensi (\%)} = \frac{160 - 199.00}{160} \times 100\ \% = -24.375\ \%$$

Untuk hasil perbandingan konsentrasi TSS dan Kontrol pada inlet dan outlet selama 1 minggu dapat dilihat pada grafik 4.7 berikut ini.



Gambar 4.7 Grafik hasil efisiensi TSS dengan Kontrol inlet dan outlet pada dosis 40 gr

Tabel 4.8 Hasil efisiensi TSS dan Kontrol inlet dan outlet dengan dosis 50 gr

No	Dosis	PERHITUNGAN EFISIENSI TSS				PERHITUNGAN EFISIENSI KONTROL			
		Konsentrasi TSS Inlet mg/L	Konsentrasi TSS Outlet mg/L	To - T1	% Efisiensi	Konsentras Kontrol Inlet mg/L	Konsentras Kontrol Outlet mg/L	To - T1	% Efisiensi
0	Inlet	447				447			
1	50 gr		267	180	40.27		93	354	79.19
2	50 gr		190	257	57.49		221	226	50.56
3	50 gr		132	315	70.47		217	230	51.45
4	50 gr		244	203	45.41		147	300	67.11
5	50 gr		152	295	66.00		88	359	80.31
6	50 gr		133	314	70.25		44	403	90.16
7	50 gr		117	330	73.83		144	303	67.79
Rata - rata		447	176.43	270.57	60.53	447	136.29	310.71	69.51

(sumber, data primer 2006)

Keterangan : - Menunjukan bahwa terjadi penambahan TSS

\+ Menunjukan bahwa terjadi penambahan TSS

Berdasarkan tabel 4.8 dalam perbandingan konsentrasi antara TSS dengan bak Kontrol yang diambil dari inlet dan outlet selama 1 minggu dengan menggunakan dosis 50 gr Bio H^1 dan selama pengukuran TSS mengalami kenaikan dan penurunan berdasarkan variasi dosis yaitu 50 gr, jadi pada dosis 50 gr dimana angka tertinggi untuk penurunan TSS sebesar 330 mg/L dengan effisiensi penurunan TSS sebesar 73.83 % yang terjadi pada pengukuran ke-7 pada outlet dan untuk peningkatan COD tidak terjadi selama pengukuran.

Nilai rata-rata konsentrasi TSS selama tiga kali pengukuran (triplo) didapat nilai rata-rata TSS pada inlet sebesar 447 mg/L dan TSS pada outlet sebesar 176.43 mg/L sehingga dapat dihitung rata-rata effisiensi penurunan TSS sebesar :

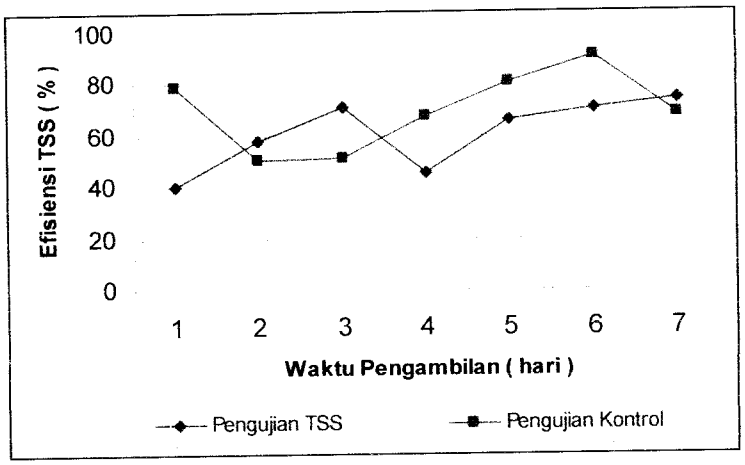
$$\text{Effisiensi (\%)} = \frac{447 - 176.43}{447} \times 100\ \% = 60.531\ \%$$

Dan untuk perbandingan kontrol yang dilakukan selama pengukuran TSS mengalami kenaikan dan penurunan tanpa menggunakan variasi dosis, jadi pada kontrol dimana angka tertinggi untuk penurunan bak kontrol pada *septik tank* sebesar 403 mg/L dengan effisiensi penurunan TSS sebesar 90.16 % yang terjadi pada pengukuran ke-1 pada inlet dan untuk peningkatan COD tidak terjadi selama pengukuran.

Nilai rata-rata pada kontrol selama tiga kali pengukuran (triplo) didapat nilai rata-rata bak kontrol pada inlet sebesar 447 mg/L dan TSS pada outlet sebesar 136.29 mg/L sehingga dapat dihitung rata-rata effisiensi penurunan TSS sebesar :

$$\text{Kontrol Effisiensi (\%)} = \frac{447 - 136.29}{447} \times 100\ \% = 69.511\ \%$$

Untuk hasil perbandingan konsentrasi TSS dan Kontrol pada inlet dan outlet selama 1 minggu dapat dilihat pada grafik 4.8 berikut ini.



Gambar 4.8 Grafik hasil efisiensi TSS dengan Kontrol inlet dan outlet pada dosis 50 gr

Tabel 4.9 Hasil efisiensi TSS dan Kontrol inlet dan outlet dengan dosis 60 gr

No	Dosis	PERHITUNGAN EFISIENSI TSS				PERHITUNGAN EFISIENSI KONTROL			
		Konsentrasi TSS Inlet mg/L	Konsentrasi TSS Outlet mg/L	To - T1	% Efisiensi	Konsentras Kontrol Inlet mg/L	Konsentras Kontrol Outlet mg/L	To - T1	% Efisiensi
0	Inlet	260				260			
1	60 gr		152	108	41.54		422	-162	-62.31
2	60 gr		145	115	44.23		11	249	95.77
3	60 gr		146	114	43.85		157	103	39.62
4	60 gr		132	128	49.23		136	124	47.69
5	60 gr		79	181	69.62		20	240	92.31
6	60 gr		83	177	68.08		131	129	49.62
7	60 gr		136	124	47.69		106	154	59.23
Rata - rata		260	124.71	135.29	52.03	260	140.43	119.57	45.99

(sumber, data primer 2006)

Keterangan : - Menunjukan bahwa terjadi penambahan TSS

\+ Menunjukan bahwa terjadi penambahan TSS

Berdasarkan tabel 4.9 dalam perbandingan konsentrasi antara TSS dengan bak Kontrol yang diambil dari inlet dan outlet selama 1 minggu dengan menggunakan dosis 60 gr Bio H^+ dan selama pengukuran TSS mengalami kenaikan dan penurunan berdasarkan variasi dosis yaitu 60 gr, jadi pada dosis 60 gr dimana angka tertinggi untuk penurunan TSS sebesar 181 mg/L dengan effisiensi penurunan TSS sebesar 69.62 % yang terjadi pada pengukuran ke-5 pada outlet dan untuk peningkatan COD tidak terjadi selama pengukuran.

Nilai rata-rata konsentrasi TSS selama tiga kali pengukuran (triplo) didapat nilai rata-rata TSS pada inlet sebesar 260 mg/L dan TSS pada outlet sebesar 124.71 mg/L sehingga dapat dihitung rata-rata effisiensi penurunan TSS sebesar :

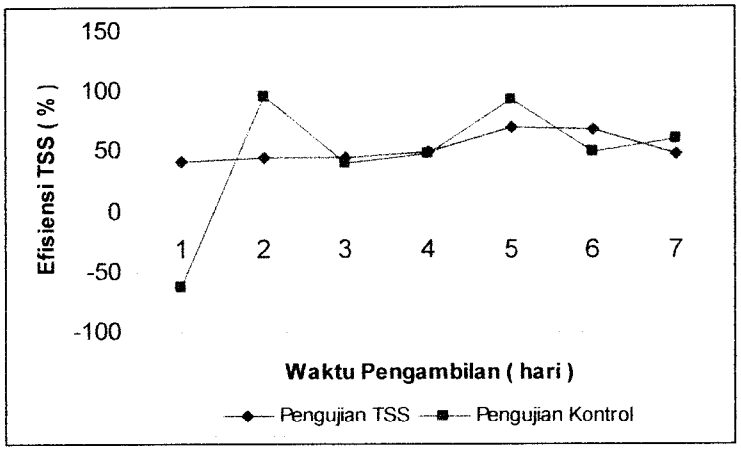
$$\text{Effisiensi (\%)} = \frac{260 - 124.71}{260} \times 100\,\% = 52.033\ \%$$

Dan untuk perbandingan kontrol yang dilakukan selama pengukuran TSS mengalami kenaikan dan penurunan tanpa menggunakan variasi dosis, jadi pada kontrol dimana angka tertinggi untuk penurunan bak kontrol pada *septik tank* sebesar 249 mg/L dengan effisiensi penurunan TSS sebesar 95.77 % yang terjadi pada pengukuran ke-2 pada outlet dan sedangkan angka yang paling besar untuk peningkatan TSS adalah -162 mg/L dengan effisiensi TSS sebesar -62.31 % yang terjadi di outlet pada pengukuran ke-1.

Nilai rata-rata pada kontrol selama tiga kali pengukuran (triplo) didapat nilai rata-rata bak kontrol pada inlet sebesar 260 mg/L dan TSS pada outlet sebesar 140.43 mg/L sehingga dapat dihitung rata-rata effisiensi penurunan TSS sebesar :

$$\text{Kontrol Effisiensi (\%)} = \frac{260 - 140.43}{260} \times 100\ \% = 45.989\ \%$$

Untuk hasil perbandingan konsentrasi TSS dan Kontrol pada inlet dan outlet selama 1 minggu dapat dilihat pada grafik 4.9 berikut ini.



Gambar 4.9 Grafik hasil efisiensi TSS dengan Kontrol inlet dan outlet pada dosis 60 gr

Tabel 4.10 Hasil efisiensi TSS dan Kontrol inlet dan outlet dengan dosis 70 gr

No	Dosis	PERHITUNGAN EFISIENSI TSS				PERHITUNGAN EFISIENSI KONTROL			
		Konsentrasi TSS Inlet mg/L	Konsentrasi TSS Outlet mg/L	To - T1	% Efisiensi	Konsentrasi Kontrol Inlet mg/L	Konsentrasi Kontrol Outlet mg/L	To - T1	% Efisiensi
0	Inlet	183				183			
1	70 gr		142	41	22.40		254	-71	-38.80
2	70 gr		146	37	20.22		279	-96	-52.46
3	70 gr		116	67	36.61		112	71	38.80
4	70 gr		186	-3	-1.64		389	-206	-112.57
5	70 gr		147	36	19.67		228	-45	-24.59
6	70 gr		102	81	44.26		224	-41	-22.40
7	70 gr		160	23	12.57		68	115	62.84
Rata - rata		183	142.71	40.29	22.01	183	222.00	-39.00	-21.31

(sumber, data primer 2006)

Keterangan : - Menunjukan bahwa terjadi penambahan TSS

\+ Menunjukan bahwa terjadi penambahan TSS

Berdasarkan tabel 4.10 dalam perbandingan konsentrasi antara TSS dengan bak Kontrol yang diambil dari inlet dan outlet selama 1 minggu dengan menggunakan dosis 70 gr Bio H^+ dan selama pengukuran TSS mengalami kenaikan dan penurunan berdasarkan variasi dosis yaitu 70 gr, jadi pada dosis 70 gr dimana angka tertinggi untuk penurunan TSS sebesar 81 mg/L dengan effisiensi penurunan TSS sebesar 44.26 % yang terjadi pada pengukuran ke-7 pada outlet dan angka yang paling besar untuk peningkatan TSS adalah -3 mg/L dengan effisiensi penurunan TSS sebesar -1.64 % yang terjadi di outlet pada pengukuran ke-4.

Nilai rata-rata konsentrasi TSS selama tiga kali pengukuran (triplo) didapat nilai rata-rata TSS pada inlet sebesar 183 mg/L dan TSS pada outlet sebesar 142.71 mg/L sehingga dapat dihitung rata-rata effisiensi penurunan TSS sebesar :

$$\text{Effisiensi (\%)} = \frac{183 - 142.71}{183} \times 100\ \% = 22.014\ \%$$

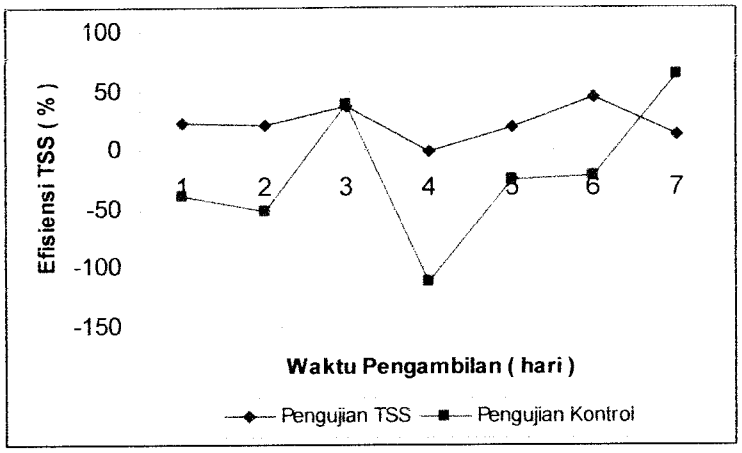
Dan untuk perbandingan kontrol yang dilakukan selama pengukuran TSS mengalami kenaikan dan penurunan tanpa menggunakan variasi dosis, jadi pada kontrol dimana angka tertinggi untuk penurunan bak kontrol pada *septik tank* sebesar 115 mg/L dengan effisiensi penurunan TSS sebesar 62.84 % yang terjadi pada pengukuran ke-7 pada outlet dan angka yang paling besar untuk peningkatan TSS adalah -206 mg/L dengan effisiensi TSS sebesar -112.57 % yang terjadi di outlet pada pengukuran ke-4.

Nilai rata-rata pada kontrol selama tiga kali pengukuran (triplo) didapat nilai rata-rata bak kontrol pada inlet sebesar 183 mg/L dan TSS pada outlet

sebesar 222.00 mg/L sehingga dapat dihitung rata-rata effisiensi penurunan TSS sebesar :

$$\text{Kontrol Effisiensi (\%)} = \frac{183 - 222.00}{183} \times 100\ \% = -21.311\ \%$$

Untuk hasil perbandingan konsentrasi TSS dan Kontrol pada inlet dan outlet selama 1 minggu dapat dilihat pada grafik 4.10 berikut ini.



Gambar 4.10 Grafik hasil efisiensi TSS dengan Kontrol inlet dan outlet pada dosis 70 gr

4.4 Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan selama 5 minggu dengan menggunakan reaktor tangki *septik tank* yang menggunakan sistem *batch* untuk menurunkan konsentrasi TSS dan COD. Penelitian ini menunjukkan bahwa proses penguraian limbah organik pada *septik tank* dengan menggunakan bahan Bio H^+ yang telah menggunakan variasi dosis 30 gr, 40 gr, 50 gr, 60 gr, 70 gr per 50 ml air sampel. Pada saat pengambilan sampel ini dilakukan setiap hari dimana dalam satu minggu menggunakan dosis yang berbeda, dan hasil penelitian yang terdapat

pada tabel 4.1 sampai tabel 4.10 yang selanjutnya dilakukan uji statistik menggunakan excel. Dan dari tabel hasil penelitian masih ada terjadi fluktuasi konsentrasi baik itu COD maupun TSS, demikian pula dengan effisiensi penurunan COD dan TSS.

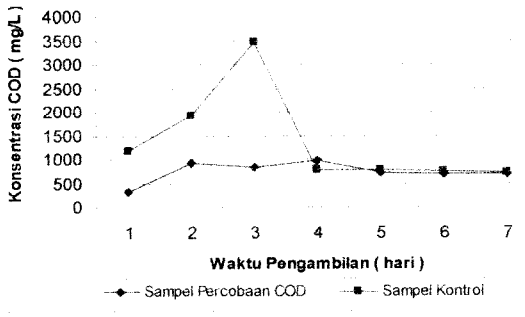
Untuk selanjutnya akan dibahas mengenai kenaikkan dan penurunan konsentrasi COD dan TSS yaitu sebagai berikut :

4.4.1 Penurunan COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan kimia di dalam air limbah septik tank, yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam air limbah. COD juga merupakan ukuran pencemar air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologi dan akibatnya oksigen terlarut (DO) didalam air akan berkurang (Metcalf dan Eddy, 1979)

Sedangkan Bio H+ merupakan salah satu alternatif pengolahan yang dipilih dalam penelitian yang bertujuan untuk meminimalkan kualitas air limbah septik tank. Bio H+ merupakan perpaduan berbagai jenis mikroba pengurai yang telah direkayasa sehingga mampu mendegradasi bahan organik menjadi gas methan dan karbon dioksida sehingga dapat menurunkan COD. Bakteri yang yang ada didalam Bio H+ adalah *Bacillus cereus* dan *Staphyloccus sp* yang mana kedua bakteri tersebut merupakan bakteri anaerob yang mempunyai beberapa karakteristik.

Bio H+ memiliki kecenderungan bahwa semakin banyak serbuk Bio H+ yang digunakan sebagai perlakuan pada air limbah septik tank, dapat menurunkan kandungan COD yang ada pada air limbah, tapi pada saat penelitian yang dilakukan dengan air limbah septik tank sebanyak 50 Lt masih ada yang mengalami kenaikan. Penggunaan variasi dosis Bio H+ dalam penelitian ini menentukan sejauh mana efektifitas/kemampuan Bio H+ untuk menurunkan kadar pencemar COD dan untuk lebih jelasnya dapat dilihat grafik perbandingan konsentrasi untuk tiap dosisnya pada pertumbuhan bakterinya dibawah ini



Gambar 4.11. Grafik hasil konsentrasi COD pada reaktor pengujian dan reaktor kontrol dengan dosis 30 gr

Pada pengujian yang dilakukan selama 7 hari untuk dosis 30 gr yang dapat dilihat pada grafik 4.15 diatas bahwa bakteri anaerobik yang bekerja pada kondisi beban organik sebesar 441.633 mg/L dengan faktor-faktor yang mendukung dapat melakukan aktivitasnya dengan baik dalam mendegradasi air limbah septik tank dan itu dapat dilihat pada hari ke 1 dengan beban organik sebesar 300.805 mg/Lt dimana bakteri bekerja pada kondisi *fase lag (lambat)*, karena bakteri belum ada pertumbuhan populasi karena sel mengalami perubahan komposisi kimiawi dan ukuran serta bertambahnya substansi intraseluler sehingga siap untuk membelah

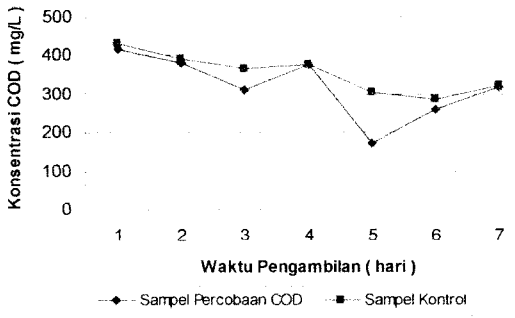
diri. Pada hari ke 2 dengan beban organik sebesar 924.900 mg/L dan jumlah bakteri yang membutuhkan sumber energi semakin banyak maka terjadilah persaingan dan bakteri yang mempunyai kemampuan adaptasi tinggi serta dapat berkembangbiak bisa bertahan hidup sehingga dapat membela diri dengan tingkat laju pertumbuhan yang konstan maka bakteri akan menjadi dua kali lipatnya sampai pertumbuhannya menjadi seimbang dan bakteri ini dikatakan dalam kondisi *logaritma fase*. Sedangkan pada hari ke 3, 4, dan 5 dengan beban organik sebesar 821.888 mg/L, 974.993 mg/L, dan 727.764 mg/L, dimana terjadi penumpukan racun akibat metabolisme sel dan kandungan nutrien mulai habis, akibatnya terjadi kompetisi nutrisi sehingga beberapa sel mati dan lainnya tetap tumbuh sampai jumlah sel menjadi konstan dan kondisi ini disebut *stasioneri fase*. Dan pada hari ke 6 dan 7 dengan beban organik sebesar 694.699 mg/L dan 676.894 mg/L dimana bakteri berada dalam keadaan *fase kematian* karena sel tidak bisa beradaptasi dan berkembangbiak akan menjadi mati akibat penumpukan racun dan habisnya nutrisi, menyebabkan jumlah sel yang mati lebih banyak sehingga mengalami penurunan jumlah sel secara eksponensial.

Jadi jika dilihat dari grafik di atas maka dapat diketahui fase-fase pertumbuhan mikroorganisme pada air limbah septik tank untuk tiap harinya selama 1 minggu pada dosis 30 gr dengan menggunakan bahan pengurai limbah organik (Bio H+) yaitu urutan-urutan fase pertumbuhan sebagai berikut :

- Tahap lag (lambat) terjadi pada hari ke 1
- Tahap logaritma terjadi pada hari ke 2
- Tahap stasioneri terjadi pada hari ke 3, 4, dan 5

- Tahap kematian terjadi pada hari ke 6, dan 7

Sehingga jika dibandingkan antara grafik data pengujian dengan grafik pertumbuhan bakteri mempunyai pola yang sama dan ini dapat dilhat pada grafik data pengujian dimana mengalami fase kematian yang mana akan menyebabkan konsentrasi COD dengan menggunakan dosis 30 gr mengalami kenaikan karena berkurangnya nutrisi yang dibutuhkan untuk dapat mendegradasi limbah.



Gambar 4.12. Grafik hasil konsentrasi COD pada reaktor pengujian dan reaktor kontrol dengan dosis 40 gr

Pada pengujian yang dilakukan selama 7 hari untuk dosis 40 gr yang dapat dilihat pada grafik 4.16 diatas bahwa bakteri anaerobik yang bekerja pada kondisi beban organik sebesar 530.643 mg/L dengan faktor-faktor yang mendukung dapat melakukan aktivitasnya dengan baik dalam mendegradasi air limbah septik tank dan itu dapat dilihat pada hari ke 1, 2, dan 3 dengan beban organik sebesar 414.913 mg/L, 380.067 mg/L dan 308.594 mg/L dimana bakteri bekerja pada kondisi *fase lag (lambat)*, karena belum ada pertumbuhan populasi karena sel mengalami perubahan komposisi kimiawi dan ukuran serta bertambahnya substansi intraseluler sehingga siap untuk membelah diri. Pada hari ke 4 dengan beban organik sebesar 376.252 mg/L ini dimana bakteri mulai tumbuh dan dapat

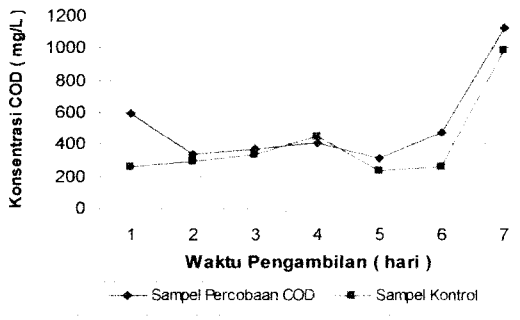
berkembangbiak selnya untuk membela diri dengan laju yang konstan, sehingga massa menjadi dua kali lipat, sampai pertumbuhan menjadi seimbang untuk melakukan metabolisme dan bakteri ini dikatakan dalam keadaan *logaritma fase*. Pada hari ke 5 dengan beban organik sebesar 171.245 mg/L dimana pertumbuhan menjadi meningkat kembali, karena terjadinya penumpukan racun akibat metabolisme sel dan kandungan nutrien mulai habis, akibatnya terjadi persaingan untuk mendapatkan nutrisi sehingga beberapa sel mati dan lainnya tetap tumbuh sampai jumlah sel menjadi konstan kembali dan kondisi ini disebut *stasioneri fase*. Akan tetapi pada hari ke 6 dan 7 dengan beban organik sebesar 260.522 mg/L dan 317.751 mg/L berada pada kondisi *logaritma fase* karena bakteri dapat membela diri dengan laju yang konstan, dan bisa beradaptasi didalam air limbah sehingga menyebabkan massa menjadi dua kali lipat, keadaan pertumbuhan seimbang untuk melakukan metabolisme.

Jadi jika dilihat dari grafik di atas maka dapat diketahui fase-fase pertumbuhan mikroorganisme pada air limbah septik tank untuk tiap harinya selama 1 minggu pada dosis 40 gr dengan menggunakan bahan pengurai limbah organik (Bio H+) yaitu urutan-urutan fase pertumbuhan sebagai berikut :

- Tahap lag (lambat) terjadi pada hari ke 1, 2, dan 3
- Tahap logaritma terjadi pada hari ke 4
- Tahap stasioneri terjadi pada hari ke 5
- Tahap kematian terjadi pada hari ke 6, dan 7

Sehingga jika dibandingkan antara grafik data pengujian dengan grafik pertumbuhan bakteri mempunyai pola yang sama dan ini dapat dilhat pada grafik

data pengujian dimana mengalami fase kematian yang mana akan menyebabkan konsentrasi COD dengan menggunakan dosis 40 gr mengalami kenaikan karena berkurangnya nutrisi yang dibutuhkan untuk dapat mendegradasi limbah.



Gambar 4.13. Grafik hasil konsentrasi COD pada reaktor pengujian dan reaktor kontrol dengan dosis 50 gr

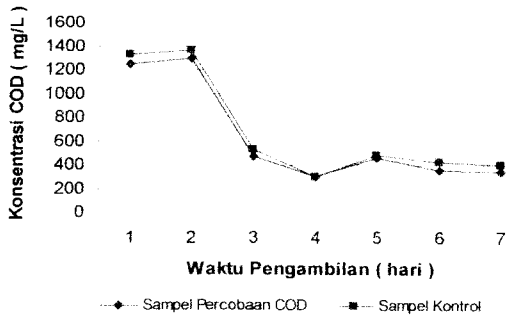
Pada pengujian yang talah dilakukan selama 7 hari untuk dosisi 50 gr yang dapat dilihat pada grafik 4.17 diatas bahwa bakteri anaerobik yang bekerja pada kondisi beban organik yang cukup kecil yaitu sebesar 347.256 mg/L untuk konsentrasi COD pada inlet dengan faktor-faktor yang mendukung dapat melakukan aktivitasnya yang cukup baik untuk mendegradasi air limbah septik tank dengan menggunakan Bio H+ dan itu dapat dilihat pada pada hari ke 1 dengan beban organik sebesar 587.617 mg/L dan jumlah bakteri yang membutuhkan sumber energi semakin banyak maka persaingan antara bakteri air limbah dengan bakteri Bio H+ yang mana mempunyai kemampuan adaptasi tinggi dan dapat berkembangbiak bisa bertahan hidup untuk mendapatkan nutrisi yang mana dapat mencukupi kebutuhan seluruh bakteri untuk memenuhi kebutuhan hidupnya dan keadaan ini disebut dalam keadaan *logaritma fase.* Pada hari ke 2, 3, 4 dan 5 dengan beban organik sebesar 330.978 mg/L, 372.182 mg/L, 406.774

mg/L, dan 309.612 mg/L bakteri Bio H+ mulai bisa beradaptasi dan dapat berkembangbiak dan ini dapat dikatakan bahwa bakteri berada dalam kondisi *fase stasioneri*, karena pada hari tersebut bakteri Bio H+ terjadi penumpukan racun akibat metabolisme sel dan kandungan nutrien mulai habis, akibatnya terjadi kompetisi nutrisi sehingga beberapa sel mati dan lainnya tetap tumbuh. Jumlah sel menjadi konstan. Sedangkan pada hari ke 6 dan 7 dengan beban organik sebesar 468.581 mg/L dan 1122.517 mg/L bakteri Bio H+ yang ada pada proses pendegradasian air limbah septik tank untuk membela diri dengan tingkat laju yang konstan sehingga dapat beradaptasi dan berkembangbiak dengan baik agar mendapatkann nutrisi yang besar untuk memenuhi kebutuhan hidupnya dan pada kondisi bakteri Bio H+ dalam kondisi *logaritma fase*.

Jadi jika dilihat dari grafik di atas maka dapat diketahui fase-fase pertumbuhan mikroorganisme pada air limbah septik tank untuk tiap harinya selama 1 minggu pada dosis 50 gr dengan menggunakan bahan pengurai limbah organik (Bio H+) yaitu urutan-urutan fase pertumbuhan sebagai berikut :

- Tahap logaritma terjadi pada hari ke 1, 6, dan 7
- Tahap stasioneri terjadi pada hari ke 2, 3, 4, dan 5

Sehingga jika dibandingkan antara grafik data pengujian dengan grafik pertumbuhan bakteri mempunyai pola yang tidak sama dan ini dapat dilhat pada grafik data pengujian dimana mengalami fase-fase yang fluktuarif dimana akan menyebabkan konsentrasi COD dengan menggunakan dosis 50 gr mengalami kenaikan karena berkurangnya nutrisi yang dibutuhkan untuk dapat mendegradasi limbah.



Gambar 4.14 Grafik hasil konsentrasi COD pada reaktor pengujian dan reaktor kontrol dengan dosis 60 gr

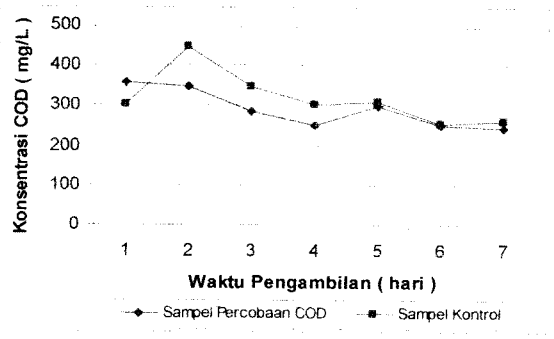
Pada pengujian yang telah dilakukan selama 7 hari untuk dosis 60 gr yang dapat dilihat pada grafik 4.18 diatas bahwa bakteri anaerobik yang bekerja pada kondisi beban organik sebesar 1407.39 mg/L untuk konsentrasi COD inlet dengan faktor-faktor yang mendukung dapat melakukan aktivitasnya dengan baik dalam mendegradasi limbah septik tank dengan menggunakan Bio H+ dan itu dapat dilhat pada hari ke 1 dan 2 dimana dengan beban organik sebesar 1250.964 mg/L dan 1285.810 mg/L dimana bakteri berada pada kondisi *fase lag (lambat)*, karena pada hari tersebut bakteri belum ada pertumbuhan populasi karena sel mengalami perubahan komposisi kimiawi dan ukuran serta bertambahnya substansi intraseluler sehingga siap untuk membelah diri. Akan tetapi pada hari ke 3, 4, dan 5 dengan beban organik sebesar 469.599 mg/L 294.351 mg/L, dan 458.916 mg/L dimana pada saat proses pendegradasian terjadi penumpukan racun akibat metabolisme sel dan kandungan nutrien mulai habis, akibatnya terjadi kompetisi nutrisi sehingga beberapa sel mati dan lainnya tetap tumbuh sampai jumlah sel menjadi konstan dan kondisi ini berada dalam kondisi *stasioneri fase*. Pada hari ke 6 dan 7 dengan beban organik sebesar, 350.308 mg/L, dan 347.256 mg/L

dimana bakteri berada dalam kondisi *fase kematian* karena bakteri tidak bisa berkembang biak didalam limbah sehingga banyak yang mati akibat penumpukan racun dan habisnya nutrisi, menyebabkan jumlah sel yang mati lebih banyak sehingga mengalami penurunan jumlah sel secara eksponensial.

Jadi jika dilihat dari grafik di atas maka dapat diketahui fase-fase pertumbuhan mikroorganisme pada air limbah septik tank untuk tiap harinya selama 1 minggu pada dosis 60 gr dengan menggunakan bahan pengurai limbah organik (Bio H+) yaitu urutan-urutan fase pertumbuhan sebagai berikut :

- Tahap logaritma terjadi pada hari ke 1, dan 2
- Tahap stasioneri terjadi pada hari ke 3, 4, dan 5
- Tahap kematian terjadi pada hari ke 6, dan 7

Sehingga jika dibandingkan antara grafik data pengujian dengan grafik pertumbuhan bakteri mempunyai pola yang tidak sama dan ini dapat dilhat pada grafik data pengujian dimana mengalami fase kematian yang mana akan menyebabkan konsentrasi COD dengan menggunakan dosis 60 gr mengalami kenaikan karena berkurangnya nutrisi yang dibutuhkan untuk dapat mendegradasi limbah.



Gambar 4.15. Grafik hasil konsentrasi COD pada reaktor pengujian dan reaktor kontrol dengan dosis 70 gr

Pada pengujian yang telah dilakukan selama 7 hari untuk dosis 70 gr yang dapat dilihat pada grafik 4.19 diatas bahwa bakteri anaerobik yang bekerja pada kondisi beban organik sebesar 323.347 mg/L untuk konsentrasi COD inlet dengan faktor-faktor yang mendukung dapat melakukan aktivitasnya dengan baik dalam mendegradasi limbah septik tank dengan menggunakan Bio H+ dan itu dapat dilhat pada hari ke 1 dan 2 dimana dengan beban organik sebesar 357.430 mg/L dan 283.414 mg/L dimana bakteri berada pada kondisi *logaritma fase*, karena pada hari tersebut bakteri mendapatkan sumber energi yang cukup besar untuk melakukan metabolisme sehingga bakteri Bio H+ dapat beradaptasi serta berkembangbiak untuk membelah diri dengan tingkat laju pertumbuhan yang konstan pada saat proses pendegradasian didalam air limbah septik tank. Pada hari ke 3, 4 dan 5 dengan beban 283.414 mg/L, 251.620 mg/L dan 298.675 mg/L dimana bakteri dalam kondisi *stasioneri fase* ini disebabkan karena terjadinya penumpukan racun akibat metabolisme sel dan kandungan nutrien mulai habis, akibatnya terjadi kompetisi mendapatkan nutrisi sehingga bakteri yang tidak bisa bertahan akan menyebabkan beberapa sel mati dan lainnya tetap tumbuh sampai jumlah sel menjadi konstan kembali. Sedangkan pada hari ke 6 dan ke 7 dengan beban organik sebesar 251.620 mg/L dan 243.227 mg/L dimana pada kondisi tersebut mengalami *fase kematian* karena banyaknya bakteri tidak bisa berkembangbiak sehingga menyebabkan kematian yang mana sel menjadi mati akibat penumpukan racun dan habisnya nutrisi, menyebabkan jumlah sel yang mati lebih banyak sehingga mengalami penurunan jumlah sel secara eksponensial.

Jadi jika dilihat dari grafik di atas maka dapat diketahui fase-fase pertumbuhan mikroorganisme pada air limbah septik tank untuk tiap harinya selama 1 minggu pada dosis 70 gr dengan menggunakan bahan pengurai limbah organik (Bio H+) yaitu urutan-urutan fase pertumbuhan sebagai berikut :

- Tahap logaritma terjadi pada hari ke 1, dan 2
- Tahap stasioneri terjadi pada hari ke 3, 4, dan 5
- Tahap kematian terjadi pada hari ke 6, dan 7

Sehingga jika dibandingkan antara grafik data pengujian dengan grafik pertumbuhan bakteri mempunyai pola yang tidak sama dan ini dapat dilhat pada grafik data pengujian dimana mengalami fase kematian yang mana akan menyebabkan konsentrasi COD dengan menggunakan dosis 70 gr mengalami kenaikan karena berkurangnya nutrisi yang dibutuhkan untuk dapat mendegradasi limbah.

Penurunan konsentrasi COD yaitu dengan efisiensi sebesar 51,12% dapat disebabkan karena adanya proses degradasi bahan-bahan organik oleh mikroorganisme yang terdapat didalam Bio H+ sehingga kadar bahan organik yang ada didalam tinja berkurang yang kemudian akan menyebabkan kadar oksigen naik dan semakin banyaknya mikroorganisme yang dapat bertahan hidup (tahap *lag – logaritma – stationary*), proses degradasi bahan organik ini dilakukan oleh mikroorganisme untuk memenuhi kebutuhan nutrien maupun energi bagi pertumbuhan dan perkembangbiakannya

Kenaikan konsentrasi COD terjadi karena berkurangnya kadar bahan organik yang ada didalam tinja yang telah terdegradasikan sebelumnya oleh

mikroorganisme yang ada di dalam Bio H+ sehingga mikroorganisme yang bertahan hidup akan bersaing untuk mendapatkan nutrisi yang tersisa untuk bertahan hidup agar dapat berkembangbiak (fase *death/kematian*). Karena hal inilah konsentrasi COD kembali meningkat karena kebutuhan oksigen juga semakin meningkat dengan semakin banyaknya mikroorganisme yang bersaing untuk mendegradasikan bahan organik.

Dan secara rata-rata untuk penurunan COD dengan waktu kontak 7 hari dengan variasi dosis yang berbeda maka didapatkan dosis optimum untuk menurunkan limbah organik sebanyak 50 liter adalah pada dosis 60 gr.

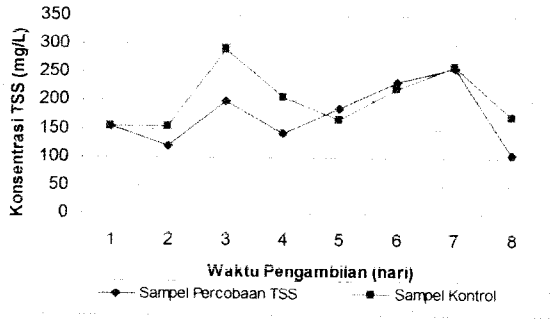
4.2.2 Penurunan TSS (*Total Suspendeed Solid*)

Zat padat tersuspensi merupakan padatan yang menyebabkan kelarutan air, tidak terlarut dan dapat mengendapkan langsung, padatan tersuspensi terdiri dari pertikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari pada sedimen. (Metcalf dan Eddy, 1962). Selain mengandung padatan tersuspensi air limbah juga sering mengandung bahan-bahan yang bersifat koloid misalnya protein.

Sedangkan Bio H+ merupakan salah satu alternatif pengolahan yang dipilih dalam penelitian yang bertujuan untuk meminimalkan kualitas air limbah septik tank. Bio H+ merupakan perpaduan berbagai jenis mikroba pengurai yang telah direkayasa sehingga mampu mendegradasi bahan organik menjadi gas methan dan karbon dioksida sehingga dapat menurunkan TSS. Bakteri yang yang ada didalam Bio H+ adalah *Bacillus cereus* dan *Staphyloccus sp* yang mana kedua

bakteri tersebut merupakan bakteri anaerob yang mempunyai beberapa karakteristik.

Bio H+ memiliki kecenderungan bahwa semakin banyak serbuk Bio H+ yang digunakan sebagai perlakuan pada air limbah septik tank, dapat menurunkan kandungan TSS yang ada pada air limbah, tapi pada saat penelitian yang dilakukan dengan air limbah septik tank sebanyak 50 Lt masih ada yang mengalami kenaikan. Penggunaan variasi dosis Bio H+ dalam penelitian ini menentukan sejauh mana efektifitas/kemampuan Bio H+ untuk menurunkan kadar pencemar TSS dan untuk lebih jelasnya dapat dilihat grafik perbandingan konsentrasi untuk tiap dosisnya dibawah ini



Gambar 4.16. Grafik hasil konsentrasi TSS pada reaktor percobaan dan reaktor kontrol dengan dosis 30 gr

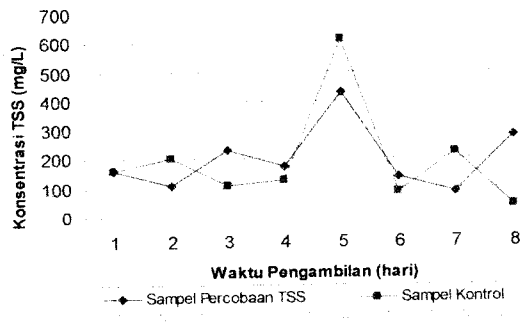
Pada pengujian yang telah dilakukan selama 7 hari untuk dosis 30 gr yang dapat dilihat pada grafik 4.20 diatas bahwa bakteri anaerobik yang bekerja pada kondisi beban organik sebesar 153 mg/L untuk konsentrasi TSS inlet dengan faktor-faktor yang mendukung dapat melakukan aktivitasnya dengan baik dalam mendegradasi limbah septik tank dengan menggunakan Bio H+ dan itu dapat dilhat pada hari ke 1, 2, dan 3 dimana dengan beban organik sebesar 118 mg/L,

198 mg/L, dan 141 mg/L dimana bakteri berada pada kondisi *fase lag (lambat)*, karena pada hari tersebut bakteri belum ada pertumbuhan populasi karena sel mengalami perubahan komposisi kimiawi dan ukuran serta bertambahnya substansi intraseluler sehingga siap untuk membelah diri. Sedangkan pada hari ke 4, 5, dan 6 dengan beban organik sebesar 187 mg/L, 234 mg/L dan 259 mg/L yang pada hari tersebut bakteri Bio H+ pada saat proses pendegradasian dalam kondisi *logaritma fase* karena pada hari-hari tersebut mengalami kenaikan secara bertahap dan bakteri mulai bisa beradaptasi dan dapat berkembangbiak sehingga bakteri dapat membela diri dengan tingkat laju pertumbuhan yang konstan, yang mana massa menjadi dua kali lipat, sehingga pertumbuhan dalam keadaan seimbang. Akan tetapi pada hari ke 7 dengan beban organik sebesar 105 mg/L dimana bakteri yang masih bertahan pada saat proses pendegradasian air limbah bakteri berada dalam keadaan *fase kematian* karena banyaknya bakteri perombak didalam limbah menjadi mati akibat penumpukan racun dan habisnya nutrisi, menyebabkan jumlah sel yang mati lebih banyak sehingga mengalami penurunan jumlah sel secara eksponensial.

Jadi jika dilihat dari grafik di atas maka dapat diketahui fase-fase pertumbuhan mikroorganisme pada air limbah septik tank untuk tiap harinya selama 1 minggu pada dosis 30 gr dengan menggunakan bahan pengurai limbah organik (Bio H+) yaitu urutan-urutan fase pertumbuhan sebagai berikut :

- Tahap lag (lambat) terjadi pada hari ke 1, 2, dan 3
- Tahap logaritma terjadi pada hari ke 4, 5, dan 6
- Tahap kematian terjadi pada hari ke 7

Sehingga jika dibandingkan antara grafik data pengujian dengan grafik pertumbuhan bakteri mempunyai pola yang tidak sama dan ini dapat dilhat pada grafik data pengujian dimana mengalami fase kematian yang mana akan menyebabkan konsentrasi TSS dengan menggunakan dosis 30 gr mengalami kenaikan karena berkurangnya nutrisi yang dibutuhkan untuk dapat mendegradasi limbah.



Gambar 4.17. Grafik hasil konsentrasi TSS pada reaktor percobaan dan reaktor kontrol dengan dosis 40 gr

Pada pengujian yang telah dilakukan selama 7 hari untuk dosis 40 gr yang dapat dilihat pada grafik 4.21 diatas bahwa bakteri anaerobik yang bekerja pada kondisi beban organik sebesar 160 mg/L untuk konsentrasi TSS inlet dengan faktor-faktor yang mendukung dapat melakukan aktivitasnya dengan baik dalam mendegradasi limbah septik tank dengan menggunakan Bio H+ dan itu dapat dilhat pada hari ke 1 dimana dengan beban organik sebesar 107 mg/L dimana bakteri berada pada kondisi *fase lag*, karena pada hari tersebut bakteri mendapatkan sumber energi yang cukup besar yaitu sebesar 160 mg/L tidak adanya pertumbuhan populasi karena sel mengalami perubahan komposisi kimiawi dan ukuran serta bertambahnya substansi intraseluler sehingga siap untuk

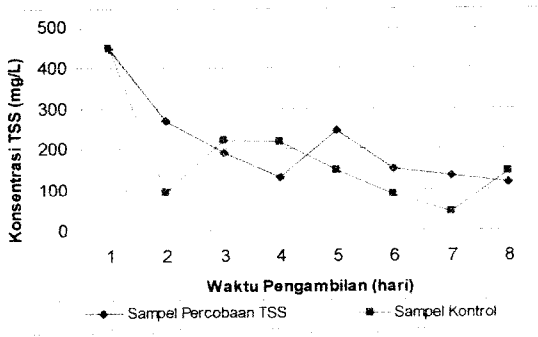
membelah diri, sehingga bakteri Bio H+ dapat beradaptasi serta berkembangbiak pada saat proses pendegradasian didalam air limbah septik tank. Pada hari ke 2 dan 3 dimana dengan beban organik sebesar 230 mg/L dan 176 mg/L bakteri berada pada kondisi *stasioneri fase*, karena pada hari tersebut terjadinya penumpukan racun akibat metabolisme sel dan kandungan nutrien mulai habis, akibatnya terjadi persaingan nutrisi dan bakteri yang mempunyai kemampuan adaptasi tinggi dan dapat berkembangbiak dapat bertahan hidup sehingga beberapa sel mati dan lainnya tetap tumbuh sampai jumlah sel menjadi konstan. Pada hari ke 4 dengan beban organik sebesar 428 mg/L pertumbuhan bakteri mulai berada pada *fase logaritma* karena pada hari tersebut bakteri yang masih bertahan dan mendapatkan nutrisi dapat berkembangbiak dengan membelah diri pada tingkat laju pertumbuhan yang konstan, sehingga massa menjadi dua kali lipat. Pada hari ke 5 dan 6 dengan beban organik sebesar 134 mg/L dan 85 mg/L diman kondisi pertumbuhan bakteri berada pada *fase stasioneri* karena pada hari tersebut terjadinya penumpukan racun akibat metabolisme sel dan kandungan nutrien mulai habis, akibatnya terjadi persaingan nutrisi dan bakteri yang mempunyai kemampuan adaptasi tinggi dan dapat berkembangbiak dapat bertahan hidup sehingga beberapa sel mati dan lainnya tetap tumbuh, sehingga jumlah sel menjadi konstan. Akan tetapi pada saat hari ke 7 dengan beban organik sebesar 278 mg/L bakteri limbah organik pertumbuhannya mulai meningkat, sehingga banyak bakteri Bio H+ yang bisa bertahap hidup akan mendapatkan nutrisi dan mampu berkembangbiak untuk membela diri selnya dengan tingkat

laju pertumbuhan yang konstan maka massa akan menjadi dua kali lipat dan bakteri ini dikatakan dalam kondisi *logaritma fase.*

Jadi jika dilihat dari grafik di atas maka dapat diketahui fase-fase pertumbuhan mikroorganisme pada air limbah septik tank untuk tiap harinya selama 1 minggu pada dosis 40 gr dengan menggunakan bahan pengurai limbah organik (Bio H+) yaitu urutan-urutan fase pertumbuhan sebagai berikut :

- Tahap lag (lambat) terjadi pada hari ke 1
- Tahap logaritma terjadi pada hari ke 4 dan 7
- Tahap stasioneri terjadi pada hari ke 2, 3, 5, dan 6

Sehingga jika dibandingkan antara grafik data pengujian dengan grafik pertumbuhan bakteri mempunyai pola yang tidak sama dan ini dapat dilhat pada grafik data pengujian dimana mengalami fase-fase yang fluktuatif dimana akan menyebabkan konsentrasi TSS dengan menggunakan dosis 30 gr mengalami peningkatan berkembangbiak untuk mendapatkan nutrisi sebagai bahan makanan mikroorganisme untuk dapat mendegradasi limbah.



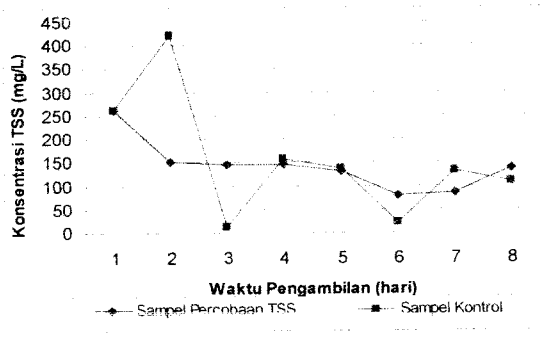
Gambar 4.18. Grafik hasil konsentrasi TSS pada reaktor percobaan dan reaktor kontrol dengan dosis 50 gr

Pada pengujian yang telah dilakukan selama 7 hari untuk dosis 50 gr yang dapat dilihat pada grafik 4.22 diatas bahwa bakteri anaerobik yang bekerja pada kondisi beban organik sebesar 447 mg/L untuk konsentrasi TSS inlet dengan faktor-faktor yang mendukung dapat melakukan aktivitasnya dengan baik dalam mendegradasi limbah septik tank dengan menggunakan Bio H+ dan itu dapat dilhat pada hari ke 1, 2 dan 3 dimana dengan beban organik sebesar 267 mg/L, 190 mg/L, dan 132 mg/L dimana bakteri berada pada kondisi *fase lag*, karena pada hari tersebut bakteri belum ada pertumbuhan populasi karena sel mengalami perubahan komposisi kimiawi dan ukuran serta bertambahnya substansi intraseluler sehingga siap untuk membelah diri. Akan tetapi pada hari ke 4 dengan beban organik sebesar 244 mg/L pertumbuhan bakteri Bio H+ mulai ada pertumbuhan karena bakteri yang masih bisa bertahan dan mendapatkan nutrisi bisa berkembangbiak untuk membelah diri sehingga memiliki massa menjadi jumlah dua kali lipat sehingga bakteri ini dikatakan dalam keadaan *logaritma fase*. Tetapi pada saat hari ke 5, 6, dan 7 dengan beban oranik sebesar 152 mg/L, 133 mg/L, dan 117 mg/L dimana bakteri ini berada dalam keadaan *fase kematian* karena banyaknya bakteri perombak didalam limbah menjadi mati akibat penumpukan racun dan habisnya nutrisi, menyebabkan jumlah sel yang mati lebih banyak sehingga mengalami penurunan jumlah sel secara eksponensial.

Jadi jika dilihat dari grafik di atas maka dapat diketahui fase-fase pertumbuhan mikroorganisme pada air limbah septik tank untuk tiap harinya selama 1 minggu pada dosis 50 gr dengan menggunakan bahan pengurai limbah organik (Bio H+) yaitu urutan-urutan fase pertumbuhan sebagai berikut :

- Tahap lag (lambat) terjadi pada hari ke 1, 2, dan 3
- Tahap logaritma terjadi pada hari ke 4
- Tahap kematian terjadi pada hari ke 5, 6, dan 7

Sehingga jika dibandingkan antara grafik data pengujian dengan grafik pertumbuhan bakteri mempunyai pola yang tidak sama dan ini dapat dilhat pada grafik data pengujian dimana mengalami fase kematian yang mana akan menyebabkan konsentrasi TSS dengan menggunakan dosis 50 gr mengalami kenaikan karena berkurangnya nutrisi yang dibutuhkan untuk dapat mendegradasi limbah.



Gambar 4.19 Grafik hasil konsentrasi TSS pada reaktor percobaan dan reaktor kontrol dengan dosis 60 gr

Pada pengujian yang telah dilakukan selama 7 hari untuk dosis 60 gr yang dapat dilihat pada grafik 4.23 diatas bahwa bakteri anaerobik yang bekerja pada kondisi beban organik sebesar 260 mg/L untuk konsentrasi TSS inlet dengan faktor-faktor yang mendukung dapat melakukan aktivitasnya dengan baik dalam mendegradasi limbah septik tank dengan menggunakan Bio H+ dan itu dapat dilhat pada hari ke 1, 2, 3, dan 4 dimana dengan beban organik sebesar 152 mg/L,

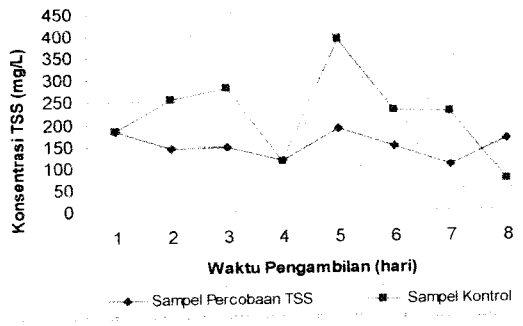
145 mg/L, 146 mg/L, dan 132 mg/L dimana bakteri berada pada kondisi *fase lag (lambat)*, karena pada hari tersebut bakteri belum ada pertumbuhan populasi karena sel mengalami perubahan komposisi kimiawi dan ukuran serta bertambahnya substansi intraseluler sehingga siap untuk membelah diri untuk melakukan metabolisme. Akan tetapi pada hari ke 5 dan 6 dengan beban organik sebesar 79 mg/L dan 83 mg/L bakteri berada pada kondisi *stasioneri fase* karena saat terjadinya penumpukan racun akibat metabolisme sel dan kandungan nutrien mulai habis, akibatnya terjadi kompetisi nutrisi sehingga beberapa sel mati dan lainnya tetap tumbuh. Sehingga menyebabkan jumlah sel menjadi konstan. Sedangkan pada hari ke 7 dengan beban organik sebesar 136 mg/L dimana bakteri Bio H+ berada dalam kondisi *logaritma fase* karena mengalami kenaikan dari 79 mg/L menjadi 138 mg/L dan ini disebabkan karena bakteri yang mempunyai kemampuan untuk beradaptasi dan bisa berkembangbiak dengan cara membelah diri dengan tingkat laju pertumbuhan yang konstan maka akan bisa bertahan untuk memenuhi kebutuhan hidupnya pada mendapatkan sumber energi (nutrisi) sehingga jumlah bakteri akan menjadi dua kali lipatnya pada pertumbuhan konstan.

Jadi jika dilihat dari grafik di atas maka dapat diketahui fase-fase pertumbuhan mikroorganisme pada air limbah septik tank untuk tiap harinya selama 1 minggu pada dosis 60 gr dengan menggunakan bahan pengurai limbah organik (Bio H+) yaitu urutan-urutan fase pertumbuhan sebagai berikut :

- Tahap lag (lambat) terjadi pada hari ke 1, 2, 3, dan 4
- Tahap logaritma terjadi pada hari ke 7

- Tahap stasioneri terjadi pada hari ke 5 dan 6

Sehingga jika dibandingkan antara grafik data pengujian dengan grafik pertumbuhan bakteri mempunyai pola yang tidak sama dan ini dapat dilhat pada grafik data pengujian dimana mengalami fase-fase fluktuatif yang mana akan menyebabkan konsentrasi COD dengan menggunakan dosis 60 gr mengalami kenaikan karena berkurangnya nutrisi yang dibutuhkan untuk dapat mendegradasi limbah.



Gambar 4.20. Grafik hasil konsentrasi TSS pada reaktor percobaan dan reaktor kontrol dengan dosis 70 gr

Pada pengujian yang telah dilakukan selama 7 hari untuk dosis 70 gr yang dapat dilihat pada grafik 4.24 diatas bahwa bakteri anaerobik yang bekerja pada kondisi beban organik sebesar 183 mg/L untuk konsentrasi TSS inlet dengan faktor-faktor yang mendukung dapat melakukan aktivitasnya dengan baik dalam mendegradasi limbah septik tank dengan menggunakan Bio H+ dan itu dapat dilhat pada hari ke 1, 2, dan 3 dimana dengan beban organik sebesar 142 mg/L, 146 mg/L, dan 116 mg/L dimana bakteri berada pada kondisi fase *lag (lambat)*, karena pada hari tersebut bakteri belum ada pertumbuhan populasi karena sel

mengalami perubahan komposisi kimiawi dan ukuran serta bertambahnya substansi intraseluler sehingga siap untuk membelah diri. Tapi pada hari ke 4 dengan beban organik sebesar 186 mg/L ini kondisi pertumbuhan bakteri Bio H+ mulai ada perubahan, dimana terjadi persaingan untuk mandapatkan nutrisi dan bakteri yang bisa beradaptasi dan mempunyai kemampuan untuk bertahan hidup dapat membelah diri dengan tingkat laju pertumbuhan yang konstan sel-sel bakteri akan menjadi dua kali lipatnya sampai pertumbuhannya menjadi seimbang dan ini dapat dikatakan bahwa bakteri dalam keadaan *logaritma fase*. Pada saat hari ke 5 dan 6 dengan beban organik sebesar 147 mg/L dan 102 mg/L dimana terjadinya penumpukan racun akibat metabolisme sel dan kandungan nutrien mulai habis, akibatnya terjadi persaingan untuk mendapatkan nutrisi sehingga bakteri yang mempunyai kemampuan untuk beradaptasi akan bertahan untuk tetap tumbuh sedangkan beberapa sel mati sampai jumlah sel menjadi konstan dan bakteri ini dalam kondisi *stasioneri fase*. Pada hari ke 7 dengan beban organik sebesar 160 mg/L baketri Bio H+ mulai ada pertumbuhan pada bakteri yang masih ada untuk berkembangbiak dengan cara membelah diri selnya pada tingkat laju pertumbuhan yang konstan sehingga bakteri akan majdi dua kali lipatnya sampai pertumbuhannya seimbang, untuk melakukan metabolisme pada saat proses pendegradasian air limbah dan kondisi ini bisa dikatakan dalam keadaan *logaritma fase*.

Jadi jika dilihat dari grafik di atas maka dapat diketahui fase-fase pertumbuhan mikroorganisme pada air limbah septik tank untuk tiap harinya

selama 1 minggu pada dosis 70 gr dengan menggunakan bahan pengurai limbah organik (Bio H+) yaitu urutan-urutan fase pertumbuhan sebagai berikut :

- Tahap lag (lambat) terjadi pada hari ke 1, 2, dan 3
- Tahap logaritma terjadi pada hari ke 4 dan 7
- Tahap stasioneri terjadi pada hari ke 5 dan 6

Sehingga jika dibandingkan antara grafik data pengujian dengan grafik pertumbuhan bakteri mempunyai pola yang sama dan ini dapat dilhat pada grafik data pengujian dimana mengalami fase-fase fluktuatif yang mana akan menyebabkan konsentrasi COD dengan menggunakan dosis 70 gr mengalami kenaikan karena berkurangnya nutrisi yang dibutuhkan untuk dapat mendegradasi limbah.

Jadi berdasarkan analisa diatas maka didapatkan bahwa dalam penggunaan variasi dosis pada air limbah septik tank dengan menggunakan Bio H+ masih mengalami kenikan konsentrasi TSS dan ini kemungkinan bisa disebabkan oleh matinya bakteri-bakteri yang ada didalam Bio H+ pada saat proses dekomposisi didalam septik tank tidak bisa berkembangbiak sehingga bakteri mengalami titik jenuh (mati) sehingga akan menjadi beban polutan baru bagi air limbah, karena bakteri Bio H+ banyak yang mati kekurangan bahan makanan pada air limbah dan akan menyebabkan keruh sehingga TSS akan mengalami kenaikan dan ada kemungkinan juga rendahnya konsentrasi TSS karena air limbah septik tank mengandung bahan kimia (Lysol, deterjen, logam bera, dll) sehingga bakteri Bio + tidak bisa berkembangbiak dengan baik dan

akan menyebabkan matinya bakteri pengurai limbah pada saat proses pendegradasian.

Penurunan konsentrasi TSS dapat disebabkan kaena adanya proses degradasi bahan-bahan organik oleh mikroorganisme. Proses ini dilakukan oleh mikroorganisme untuk memenuhi kebutuhan nutrien maupun energi bagi pertumbuhan dan perkembanganbiakannya karena semakin banyak nutrient yang terdapat di sekitar mikroorganisme maka pertumbuhannya akan berkembang dengan cepat juga seiring dengan jumlah makanan yang tersedia (tahap *lag (lambat) – logaritma – stationary*). Hal ini terjadi ketika Bio H+ yang mengandung bahan-bahan organik bekerja didalam reaktor septik tank yang mana mikroorganisme tersebut menguraikan bahan-bahan organik sampai habis.

Dan secara rata-rata untuk penurunan TSS dengan waktu kontak 7 hari dengan variasi dosis yang berbeda maka didapatkan dosis optimum untuk menurunkan limbah organik sebanyak 50 liter adalah pada dosis 50 gr.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data dan hasil penelitian serta pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan diantaranya sebagai berikut :

1. Pada konsentrasi parameter COD cenderung mengalami kenaikan dan penurunan. Dan untuk penurunan konsentrasi COD tertinggi terjadi pada minggu keempat dengan dosis 60 gr per 50 ml/L air sampel dengan effisiensi 54.757 %.. Sedangkan untuk kenaikan konsentrasi COD tertinggi terjadi pada minggu pertama dengan dosis 30 gr dengan effisiensi - 65.68 %
2. Pada konsentrasi parameter TSS cenderung mengalami kenaikan dan penurunan. Dan untuk penurunan konsentrasi TSS tertinggi terjadi pada minggu ketiga dengan dosis 50 gr per 50 ml/L air sampel dengan effisiensi sebesar 60.53 %.. Sedangkan untuk kenaikan konsentrasi TSS tertinggi terjadi pada minggu kedua dengan dosis 40 gr dengan effisiensi -28.39 %
3. Bakteri yang terdapat pada Bio H+ adalah *Bacillus cereus* dan *staphylococcus sp*

5.2 Saran

1. Penurunan parameter TSS dan COD pada limbah *septik tank* dengan penambahan Bio H^+ dan menggunakan sistem *bacth* perlu memperhatikan

karakteristik air limbah yang dihasilkan, untuk menghasilkan dosis Bio H[1] yang optimal.

2. Untuk penelitian selanjutnya perlu ditambahkan parameter lainnya selain dalam penelitian sekarang seperti BOD, E Coli, TKN untuk menjamin kualitas air limbah dari hasil pengolahan.
3. Kondisi reaktor diharapkan selalu terjaga, seperti tutup harus dalam kondisi rapat jangan sampai terjadi kontak dengan oksigen. Karena proses anaerobik pada dasarnya merupakan proses yang terjadi karena aktivitas mikroba dilakukan pada saat tidak terdapat oksigen bebas.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2006, *Lembah Hijau Multifarm,* www.lembahhijau.com/profile.htm

Anonim, 2004, *Selamat datang di Biogen-Online*, www.BB-Biogen.com

Arif Pratista, S Hut, 2004, Aplikasi SPSS 10.05 *Dalam Statistika Dan Rancangan Percobaan*, CV Alfabeta, Bandung.

Azwar, Azrul, 1995, *Pengantar Kesehatan Lingkungan*, Mutiara Sumber Widya, Jakarta.

Djajaningrat, 1992, *Pengendalian Pencemaran Limbah Industri*, ITB, Bandung.

Feahem, R.G. et al, 1983, *Sanitation and Disease: aspects of excereta and wastewater management*, New York: Jhon Willey & Sons.

G Alaerts dan Sri Sumestri, 1987, *Metode Penelitian Air*, Usaha Nasional, Surabaya, Indonesia.

Haryoto Kusnoputranto, 1997, *Air Limbah san Ekskreta Manusia, Aspek Kesehatan Masyarakatan dan Pengelolaannya*, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi.

Ir. Giok, Tan Tjeng, 1983, *Rencana Septic Tank*, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.

Ir. Mufid, Achmad SE, 1989, *Pengelolaan Air Limbah Domestik Dengan Sistem Septic Tank*, Karunia, Surabaya.

Linsey, Franzini dan Joko Sasongko, 1986, *Metode Penelitian Air*, Erlangga, Jakarta.

Mc Kinney, 1975, *Microbiology for Sanitary Engineer*, Mc. Graw-Hill Book Company. Inc.

Joseph A Salvato JR, 1955, *Enviromental Engineering and Sanitation*, Wiley, Interscience. New York. London.

Slamet, J.S, 1994, *Kesehatan Lingkungan*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

SNI Kualitas Air, 1991, Departemen Pekerjaan Umum.

Soeparman, H.M dan Suparmin, 2001, *Pembuangan Tinja dan Limbah Cair*. EGC, Jakarta.

Sujayanto. G, *Mengendalikan Tinja Dengan Mikroba*, Markus. G www.indomedia.com/intisari/

DINAS KESEHATAN PROPINSI D. I. YOGYAKARTA
BALAI LABORATORIUM KESEHATAN YOGYAKARTA
Ngadinegaran MJ. III / 62 Yogyakarta Telp. 378187,fax. 581382

HASIL PEMERIKSAAN

Nama Peminta	: Anung Tri Mahardika
Alamat	: Jln. Kaliurang Km 13,5 Yogyakarta
Jenis Bahan	: Serbuk Mikrobiologi (Bio H^+)
Jenis Pemeriksaan	: Tsb dibawah
Diterima tanggal	: 31 Juli 2006
Selesai tanggal	: 05 Agustus 2006
No.Lab.	: 845 / B
No.Kode	: 04646/07/06/MI

No	No.Kode	No. Lab.	Jenis Sampel	Pemeriksaan	
				Angka Kuman	Kultur
	04646/07/06/MI	845 / B	Serbuk Mikrobiologi (Bio H^+)	> 10^9 Koloni / gram	- *Bacillus cereus* - *Staphylococcus sp*

Mengetahui
Kepala,

Yogyakarta, 07 Agustus 2006
Penanggungjawab Pemeriksaan
Pranata Lab. Kesehatan Muda

Dra. Darwani
NIP.140322641

LAMPIRAN 1

HASIL ANALISA KONSENTRASI

TSS DAN COD

LAMPIRAN 1

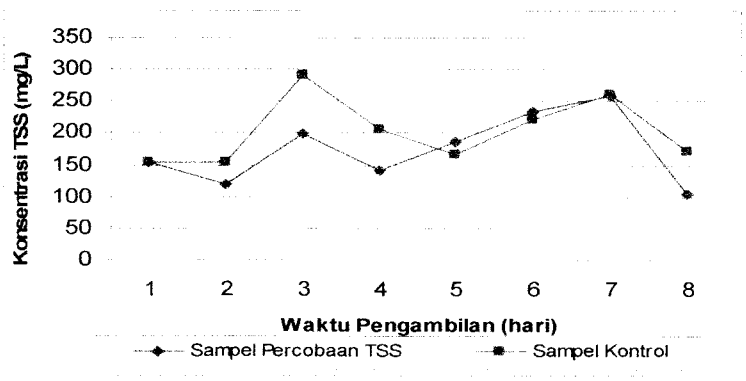
PENGUKURAN KONSENTRASI TSS

Tabel.1 Pengukuran konsentrasi TSS pada reaktor percobaan dengan dosis 30 gr.

No	Dosis	Berat Kosong (gr)	Berat Isi (gr)	BI - BK	Konsentrasi TSS (mg/L)
1	Inlet	1.2218	1.2294	0.0076	153
2	30 gr	1.2256	1.2315	0.0059	118
3	30 gr	1.2203	1.2302	0.0099	198
4	30 gr	1.2198	1.2269	0.0071	141
5	30 gr	1.2122	1.2216	0.0093	187
6	30 gr	1.1990	1.2107	0.0117	234
7	30 gr	1.2193	1.2323	0.0130	259
8	30 gr	1.2045	1.2097	0.0052	105

Table.2 Pengukuran konsentrasi TSS pada reaktor kontrol dengan dosis 30 gr.

No	Dosis	Berat Kosong (gr)	Berat Isi (gr)	BI - BK	Konsentrasi TSS (mg/L)
1. inlet		1.2218	1.2294	0.0076	153
2	30 gr	1.2218	1.2294	0.0076	153
3	30 gr	1.2228	1.2373	0.0145	290
4	30 gr	1.2242	1.2346	0.0104	207
5	30 gr	1.1642	1.1725	0.0083	166
6	30 gr	1.1287	1.1397	0.0111	221
7	30 gr	1.1527	1.1658	0.0131	261
8	30 gr	1.1586	1.1672	0.0086	171



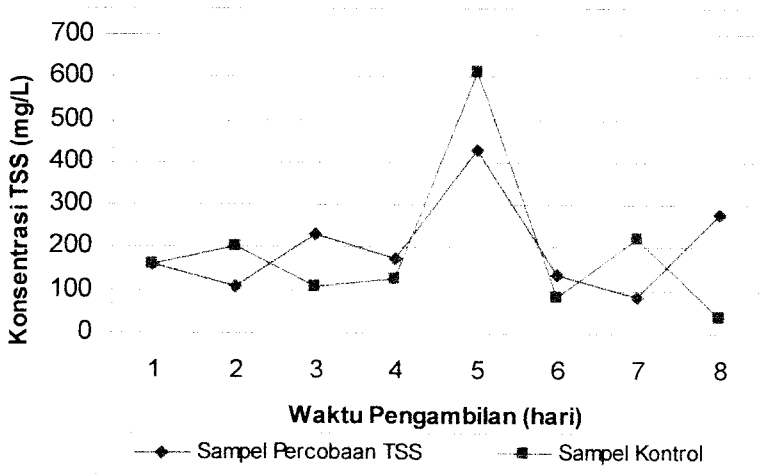
Gambar 1. Grafik hasil konsentrasi TSS pada reaktor percobaan dan reaktor kontrol dengan dosis 30 gr

Table. 3. Pengukuran konsentrasi TSS pada reaktor percobaan dengan dosis 40 gr.

No	Dosis	Berat Kosong (gr)	Berat Isi (gr)	BI - BK	Konsentrasi TSS (mg/L)
1	Inlet	1.1926	1.2006	0.0080	160
2	40 gr	1.2189	1.2243	0.0053	107
3	40 gr	1.1942	1.2057	0.0115	230
4	40 gr	1.2005	1.2093	0.0088	176
5	40 gr	1.1967	1.2181	0.0214	428
6	40 gr	1.1725	1.1792	0.0067	134
7	40 gr	1.1548	1.1590	0.0043	85
8	40 gr	1.1584	1.1723	0.0139	278

Table.4 Pengukuran konsentrasi TSS pada reaktor kontrol dengan dosis 40 gr.

No	Dosis	Berat Kosong (gr)	Berat Isi (gr)	BI - BK	Konsentrasi TSS (mg/L)
1. inlet		1.1926	1.2006	0.0080	160
2	40 gr	1.2031	1.2132	0.0101	201
3	40 gr	1.2057	1.2112	0.0055	110
4	40 gr	1.2024	1.2088	0.0064	128
5	40 gr	1.2171	1.2477	0.0306	611
6	40 gr	1.1848	1.1891	0.0042	85
7	40 gr	1.1873	1.1983	0.0111	221
8	40 gr	1.0456	1.0475	0.0019	38



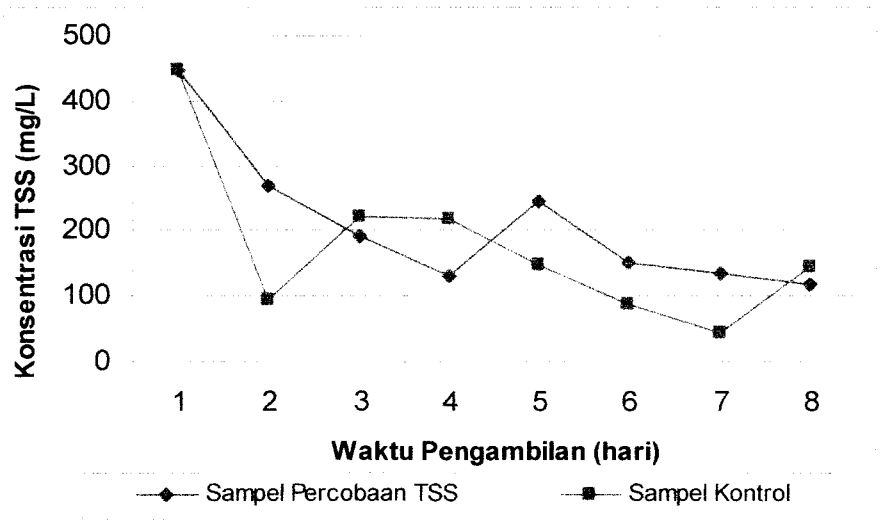
Gambar 2. Grafik hasil konsentrasi TSS pada reaktor percobaan dan reaktor kontrol dengan dosis 40 gr

Table. 5 Pengukuran konsentrasi TSS pada reaktor percobaan dengan dosis 50 gr..

No	Dosis	Berat Kosong (gr)	Berat Isi (gr)	BI - BK	Konsentrasi TSS (mg/L)
1	Inlet	1.1864	1.2088	0.0224	447
2	50 gr	1.2098	1.2231	0.0134	267
3	50 gr	1.2092	1.2187	0.0095	190
4	50 gr	1.2186	1.2252	0.0066	132
5	50 gr	1.2074	1.2196	0.0122	244
6	50 gr	1.2137	1.2213	0.0076	152
7	50 gr	1.1918	1.1984	0.0067	133
8	50 gr	1.1968	1.2027	0.0058	117

Table. 6 Pengukuran konsentrasi TSS pada reaktor kontrol dengan dosis 50 gr.

No	Dosis	Berat Kosong (gr)	Berat Isi (gr)	BI - BK	Konsentrasi TSS (mg/L)
1. inlet		1.1864	1.2088	0.0224	447
2	50 gr	1.1939	1.1985	0.0046	93
3	50 gr	1.1946	1.2056	0.0111	221
4	50 gr	1.2133	1.2242	0.0108	217
5	50 gr	1.2121	1.2194	0.0073	147
6	50 gr	1.2149	1.2193	0.0044	88
7	50 gr	1.2210	1.2232	0.0022	44
8	50 gr	1.2147	1.2219	0.0072	144



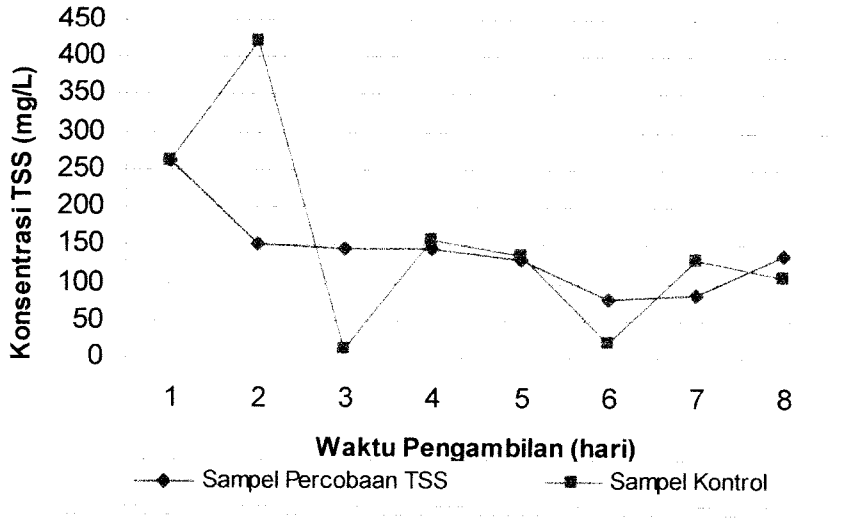
Gambar 3. Grafik hasil konsentrasi TSS pada reaktor percobaan dan reaktor kontrol dengan dosis 50 gr

Table.7 Pengukuran konsentrasi TSS pada reaktor percobaan dengan dosis 60 gr..

No	Dosis	Berat Kosong (gr)	Berat Isi (gr)	BI - BK	Konsentrasi TSS (mg/L)
1	Inlet	1.0251	1.0381	0.0130	260
2	60 gr	1.1662	1.1738	0.0076	152
3	60 gr	1.1679	1.1751	0.0072	145
4	60 gr	1.1669	1.1742	0.0073	146
5	60 gr	1.1727	1.1793	0.0066	132
6	60 gr	1.1934	1.1973	0.0040	79
7	60 gr	1.1898	1.1939	0.0042	83
8	60 gr	1.1870	1.1938	0.0068	136

Table.8 Pengukuran konsentrasi TSS pada reaktor kontrol dengan dosis 60 gr.

No	Dosis	Berat Kosong (gr)	Berat Isi (gr)	BI - BK	Konsentrasi TSS (mg/L)
1. inlet		1.0251	1.0381	0.0130	260
2	60 gr	1.1730	1.1941	0.0211	422
3	60 gr	1.1847	1.1852	0.0006	11
4	60 gr	1.1756	1.1835	0.0079	157
5	60 gr	1.1836	1.1904	0.0068	136
6	60 gr	1.1930	1.1940	0.0010	20
7	60 gr	1.2016	1.2081	0.0066	131
8	60 gr	1.1876	1.1929	0.0053	106



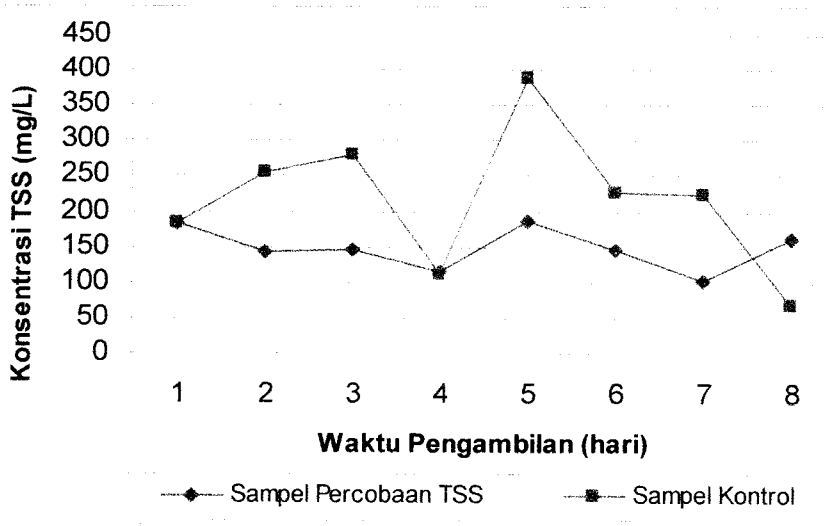
Gambar 4. Grafik hasil konsentrasi TSS pada reaktor percobaan dan reaktor kontrol dengan dosis 60 gr

Table.9 Pengukuran konsentrasi TSS pada reaktor percobaan dengan dosis 70 gr..

No	Dosis	Berat Kosong (gr)	Berat Isi (gr)	BI - BK	Konsentrasi TSS (mg/L)
1	Inlet	1.1768	1.1860	0.0091	183
2	70 gr	1.1852	1.1923	0.0071	142
3	70 gr	1.1824	1.1897	0.0073	146
4	70 gr	1.2040	1.2098	0.0058	116
5	70 gr	1.1847	1.1940	0.0093	186
6	70 gr	1.1791	1.1865	0.0073	147
7	70 gr	1.1817	1.1868	0.0051	102
8	70 gr	1.1729	1.1809	0.0080	160

Table.10 Pengukuran konsentrasi TSS pada reaktor kontrol dengan dosis 70 gr..

No	Dosis	Berat Kosong (gr)	Berat Isi (gr)	BI - BK	Konsentrasi TSS (mg/L)
1. inlet		1.1768	1.1860	0.0091	183
2	70 gr	1.1872	1.1999	0.0127	254
3	70 gr	1.1741	1.1881	0.0139	279
4	70 gr	1.1828	1.1884	0.0056	112
5	70 gr	1.1764	1.1958	0.0195	389
6	70 gr	1.1721	1.1835	0.0114	228
7	70 gr	1.1716	1.1828	0.0112	224
8	70 gr	1.1746	1.1780	0.0034	68



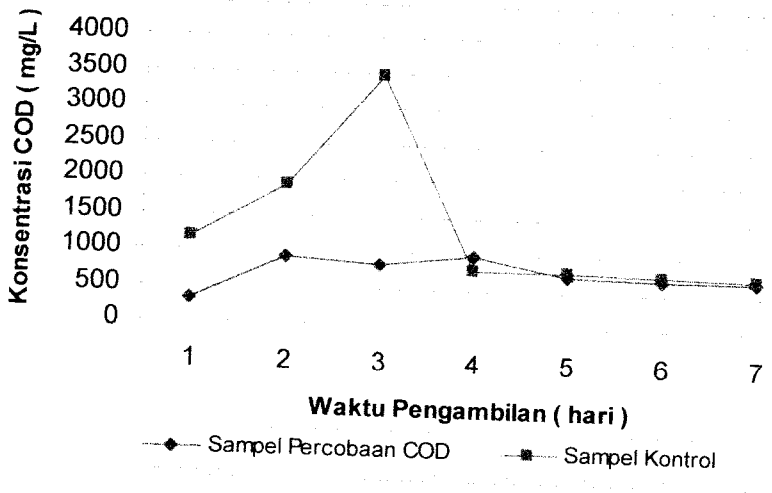
Gambar 5. Grafik hasil konsentrasi TSS pada reaktor percobaan dan reaktor kontrol dengan dosis 70 gr

LAMPIRAN 2

PENGUKURAN KONSENTRASI COD

Table.1 Pengukuran konsentrasi COD pada reaktor pengujian dan reaktor kontrol dengan dosis 30 gr

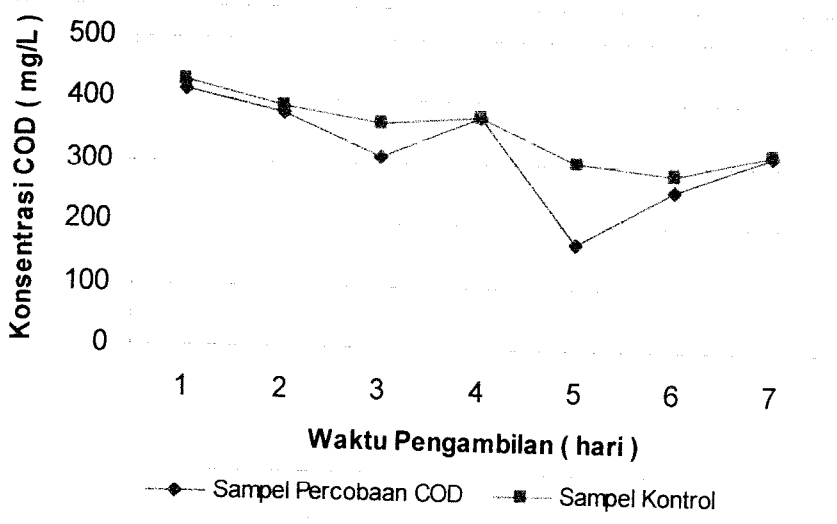
No	Dosis gr	COD Inlet mg/L	Konsentrasi	
			Sampel Percobaan mg/L	Sampel Kontrol mg/L
1	Inlet	441.633		
2	30 gr		300.805	1171.620
3	30 gr		924.900	1921.955
4	30 gr		821.888	3465.865
5	30 gr		974.993	762.865
6	30 gr		727.764	769.478
7	30 gr		694.699	747.604
8	30 gr		676.894	720.389
Rata - rata		**441.633**	**731.706**	**1,365.682**



Gambar 1. Grafik hasil konsentrasi COD pada reaktor pengujian dan reaktor kontrol dengan dosis 30 gr

Table.2 Pengukuran konsentrasi COD pada reaktor pengujian dan reaktor kontrol dengan dosis 40 gr

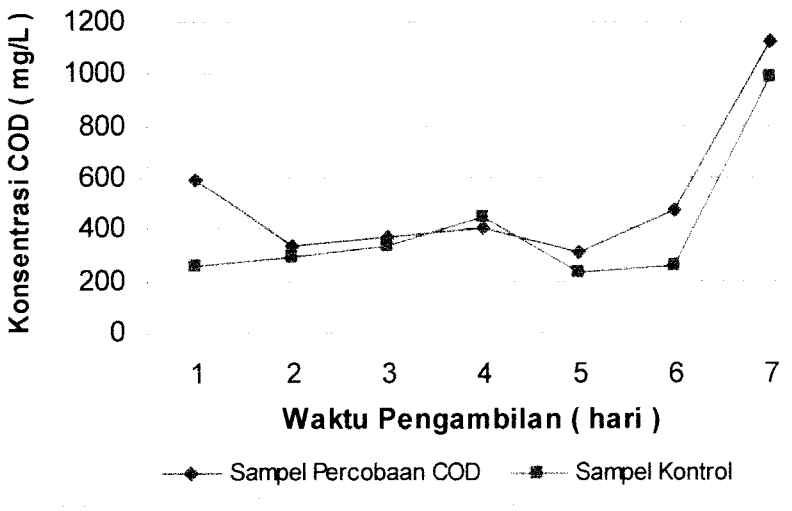
No	Dosis gr	COD Inlet mg/L	Konsentrasi	
			Sampel Percobaan mg/L	Sampel Kontrol mg/L
1	Inlet	530.643		
2	40 gr		414.913	431.955
3	40 gr		380.067	388.715
4	40 gr		308.594	366.078
5	40 gr		376.252	377.015
6	40 gr		171.245	301.473
7	40 gr		260.522	282.905
8	40 gr		317.751	320.041
Rata - rata		**530.643**	**318.478**	**352.597**



Gambar 2. Grafik hasil konsentrasi COD pada reaktor pengujian dan reaktor kontrol dengan dosis 30 gr

Table.3 Pengukuran konsentrasi COD pada reaktor pengujian dan reaktor kontrol dengan dosis 50 gr

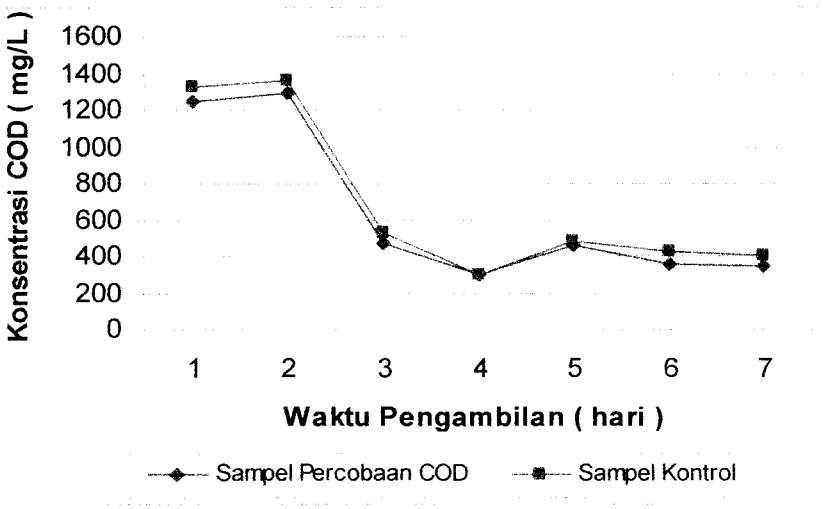
No	Dosis gr	COD Inlet mg/L	Konsentrasi	
			Sampel Percobaan mg/L	Sampel Kontrol mg/L
1	Inlet	347.256		
2	50 gr		587.617	260.268
3	50 gr		330.978	295.114
4	50 gr		372.182	335.810
5	50 gr		406.774	446.198
6	50 gr		309.612	231.018
7	50 gr		468.581	257.470
8	50 gr		1122.517	987.939
Rata - rata		**347.256**	**514**	**402**



Gambar 3. Grafik hasil konsentrasi COD pada reaktor pengujian dan reaktor kontrol dengan dosis 50 gr

Table.4 Pengukuran konsentrasi COD pada reaktor pengujian dan reaktor kontrol dengan dosis 60 gr

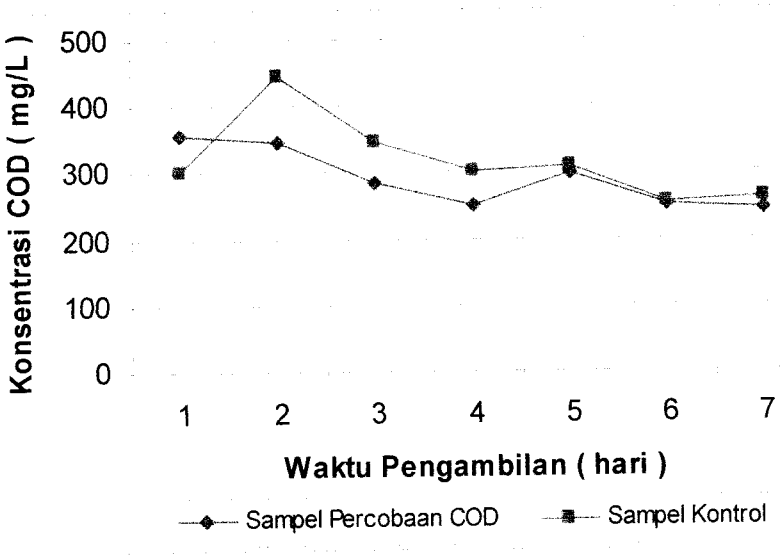
No	Dosis gr	COD Inlet mg/L	Konsentrasi	
			Sampel Percobaan mg/L	Sampel Kontrol mg/L
1	Inlet	1407.390		
2	60 gr		1250.964	1329.304
3	60 gr		1285.810	1359.826
4	60 gr		469.599	526.319
5	60 gr		294.351	297.149
6	60 gr		458.916	481.808
7	60 gr		350.308	425.596
8	60 gr		347.256	395.582
Rata - rata		**1407.390**	**636.743**	**687.940**



Gambar 4. Grafik hasil konsentrasi COD pada reaktor pengujian dan reaktor kontrol dengan dosis 60 gr

Table.5 Pengukuran konsentrasi COD pada reaktor pengujian dan reaktor kontrol dengan dosis 70 gr

No	Dosis (gr)	COD Inlet (mg/L)	Konsentrasi	
			Sampel Percobaan (mg/L)	Sampel Kontrol (mg/L)
1	Inlet	323.347		
2	70 gr		357.430	300.964
3	70 gr		344.203	445.435
4	70 gr		283.414	346.493
5	70 gr		251.620	301.473
6	70 gr		298.675	308.340
7	70 gr		251.620	254.163
8	70 gr		243.227	260.268
Rata - rata		**323.347**	**290.027**	**316.734**



Gambar 5. Grafik hasil konsentrasi COD pada reaktor pengujian dan reaktor kontrol dengan dosis 70 gr

LAMPIRAN 2

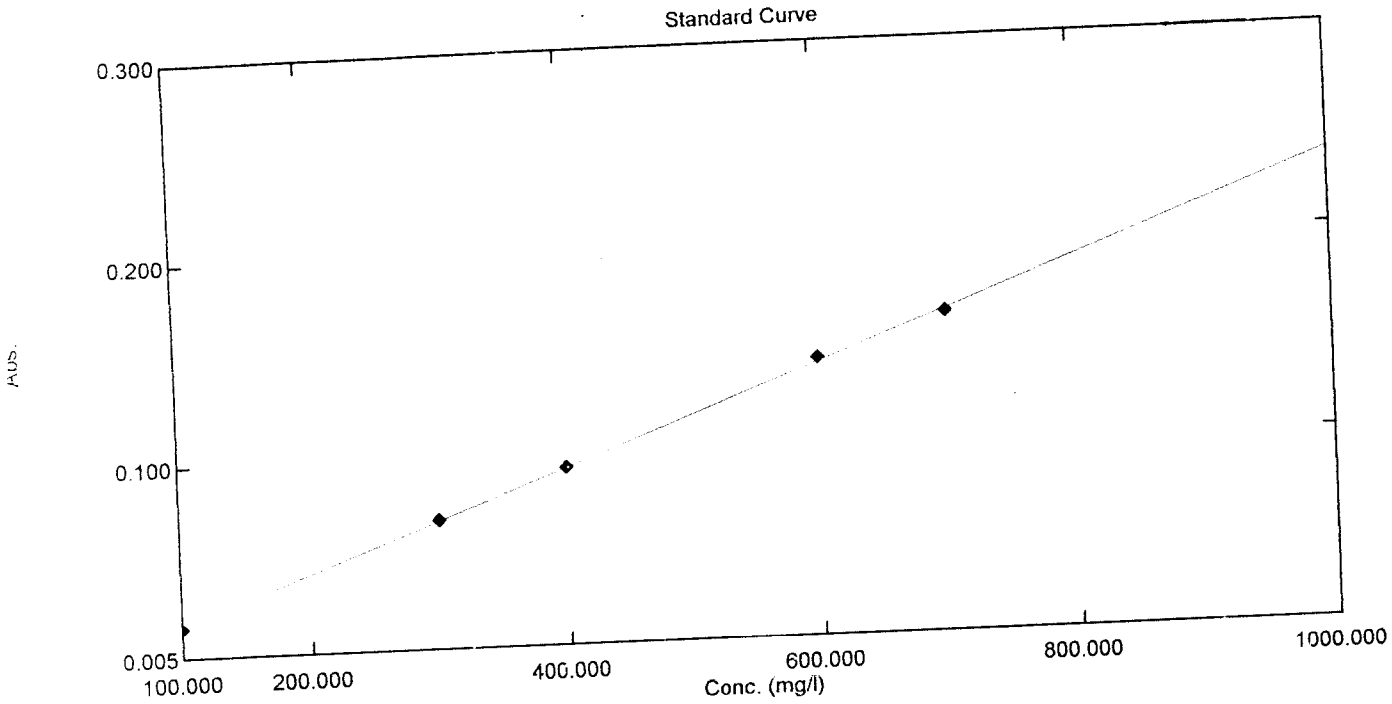
HASIL ANALISA LABORATORIUM

DATA COD SECARA TRIPLO

tandard Table Report

09/18/2006 01:28:09 PM

le Name: F:\Anung\Anung 30 gr COD.pho



y = 0.00024 x - 0.00301
r2 Correlation Coefficient = 0.99945
Standard Error of Estimate = 0.00156

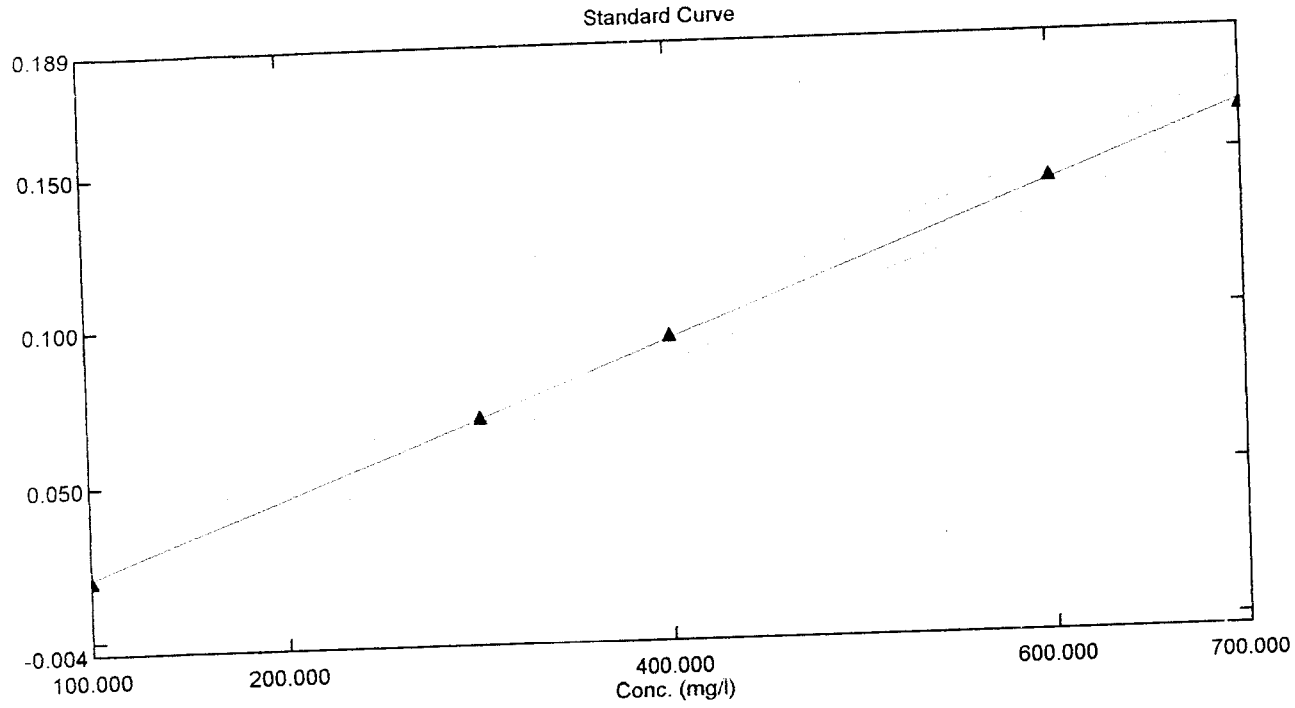
Standard Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Wgt.Factor	Comments
1	Standar 1	Standard		100.000	0.020	1.000	
2	Standar 3	Standard		300.000	0.070	1.000	
3	Standar 4	Standard		400.000	0.094	1.000	
4	Standar 6	Standard		600.000	0.142	1.000	
5	Standar 7	Standard		700.000	0.163	1.000	
6							

tandard Table Report

09/18/2006 01:27:11 PM

e Name: F:\Anung\Ony 70 gr COD.pho



= 0.00024 x - 0.00301
Correlation Coefficient = 0.99945
tandard Error of Estimate = 0.00156

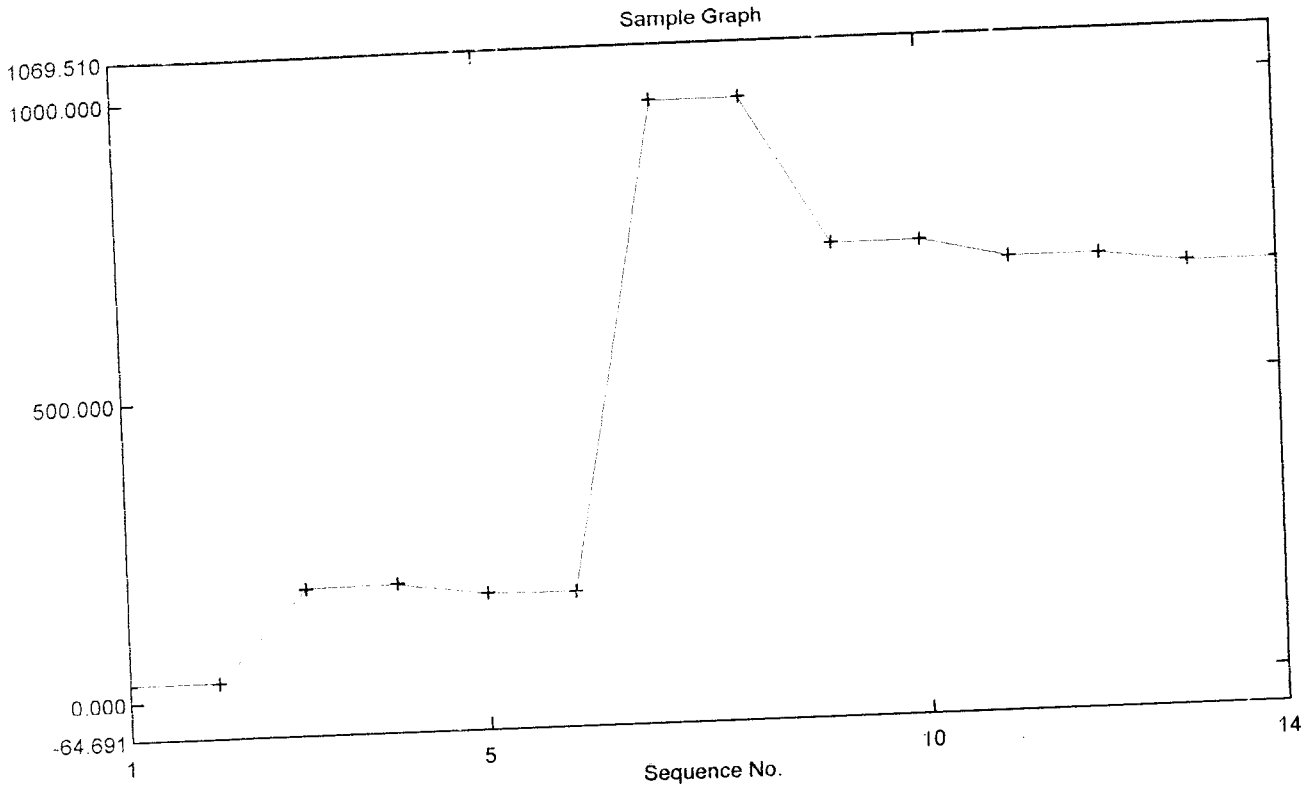
andard Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Wgt.Factor	Comments
Standar 1	Standard		100.000	0.020	1.000	
Standar 2	Standard	✔	200.000	0.057	1.000	
Standar 3	Standard		300.000	0.070	1.000	
Standar 4	Standard		400.000	0.094	1.000	
Standar 5	Standard	✔	500.000	0.108	1.000	
Standar 6	Standard		600.000	0.142	1.000	
Standar 7	Standard		700.000	0.163	1.000	
Standar 8	Standard	✔	800.000	0.225	1.000	

nple Table Report

09/18/2006 01:15:16 PM

Name: F:\Anung\Anung 30 gr COD.pho



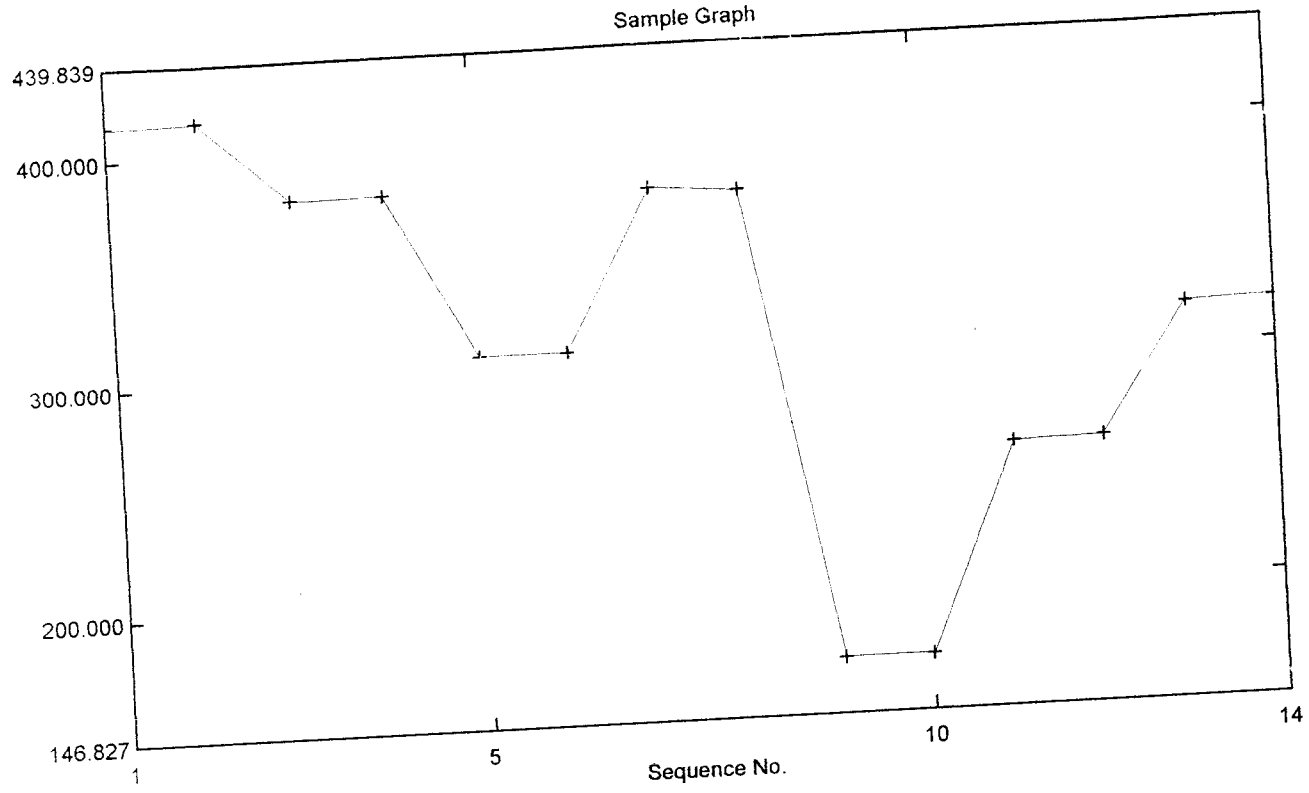
ple Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
	Anung 1.1	Unknown		29.826	0.004	10x
	Anung 1.2	Unknown		30.335	0.004	10x
	Anung 2.1	Unknown		184.471	0.041	5x
	Anung 2.2	Unknown		185.489	0.042	5x
	Anung 3.1	Unknown		164.632	0.036	5x
	Anung 3.2	Unknown		164.123	0.036	5x
	Anung 4.1	Unknown		974.993	0.231	Tanpa Pengenceran
	Anung 4.2	Unknown		974.993	0.231	Tanpa Pengenceran
	Anung 5.1	Unknown		727.764	0.172	-
	Anung 5.2	Unknown		727.764	0.172	-
	Anung 6.1	Unknown		694.699	0.164	
	Anung 6.2	Unknown		694.699	0.164	
	Anung 7.1	Unknown		676.894	0.159	
	Anung 7.2	Unknown		676.894	0.159	

mple Table Report

09/18/2006 01:16:16 PM

Name: F:\Anung\Anung 40 gr COD.pho



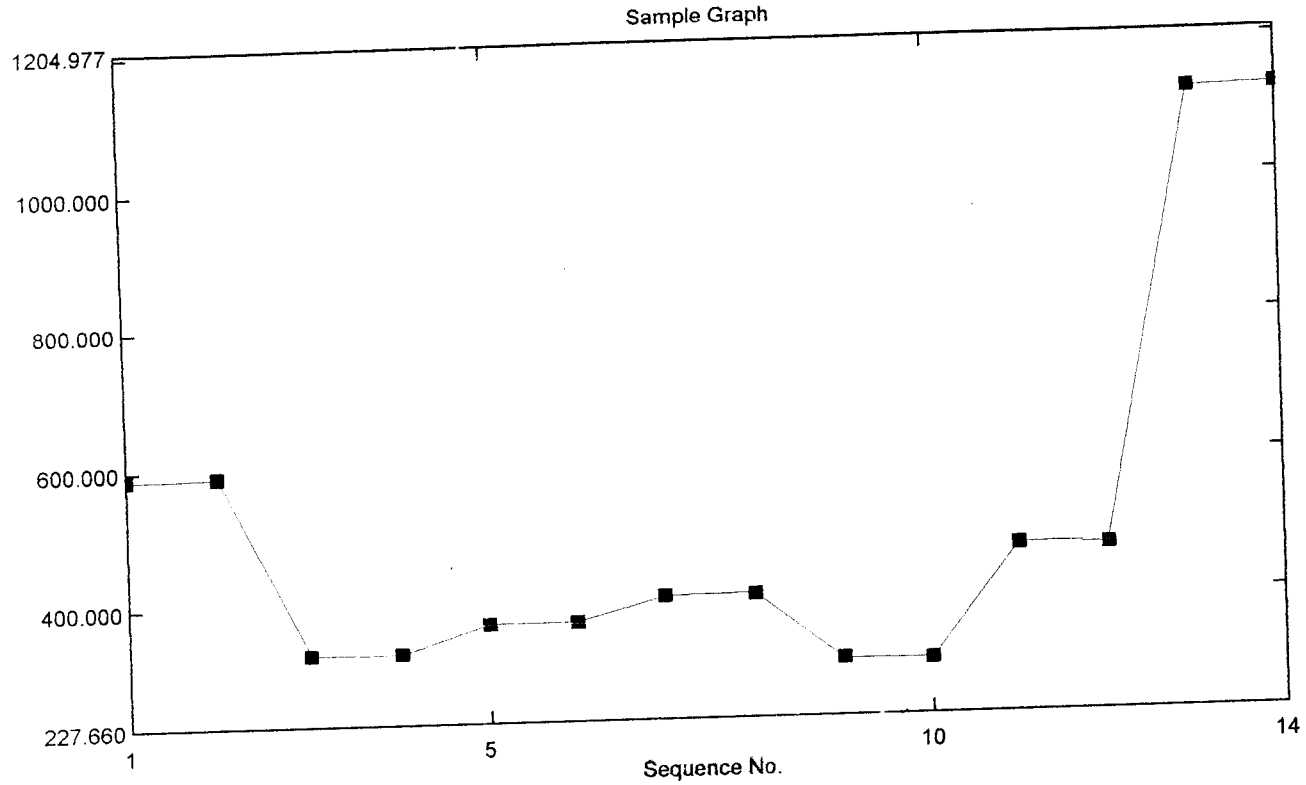
mple Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
	Anung 40 1.1	Unknown		414.404	0.096	
	Anung 40 1.2	Unknown		415.422	0.097	
	Anung 40 2.1	Unknown		379.813	0.088	
	Anung 40 2.2	Unknown		380.321	0.088	
	Anung 40 3.1	Unknown		308.594	0.071	
	Anung 40 3.2	Unknown		308.594	0.071	
	Anung 40 4.1	Unknown		377.778	0.088	
	Anung 40 4.2	Unknown		374.726	0.087	
	Anung 40 5.1	Unknown		171.245	0.038	
0	Anung 40 5.2	Unknown		171.245	0.038	
1	Anung 40 6.1	Unknown		260.268	0.059	
2	Anung 40 6.2	Unknown		260.776	0.060	
3	Anung 40 7.1	Unknown		317.242	0.073	
4	Anung 40 7.2	Unknown		318.260	0.073	
5						

ample Table Report

09/18/2006 01:17:22 PM

e Name: F:\Anung\Anung 50 COD.pho



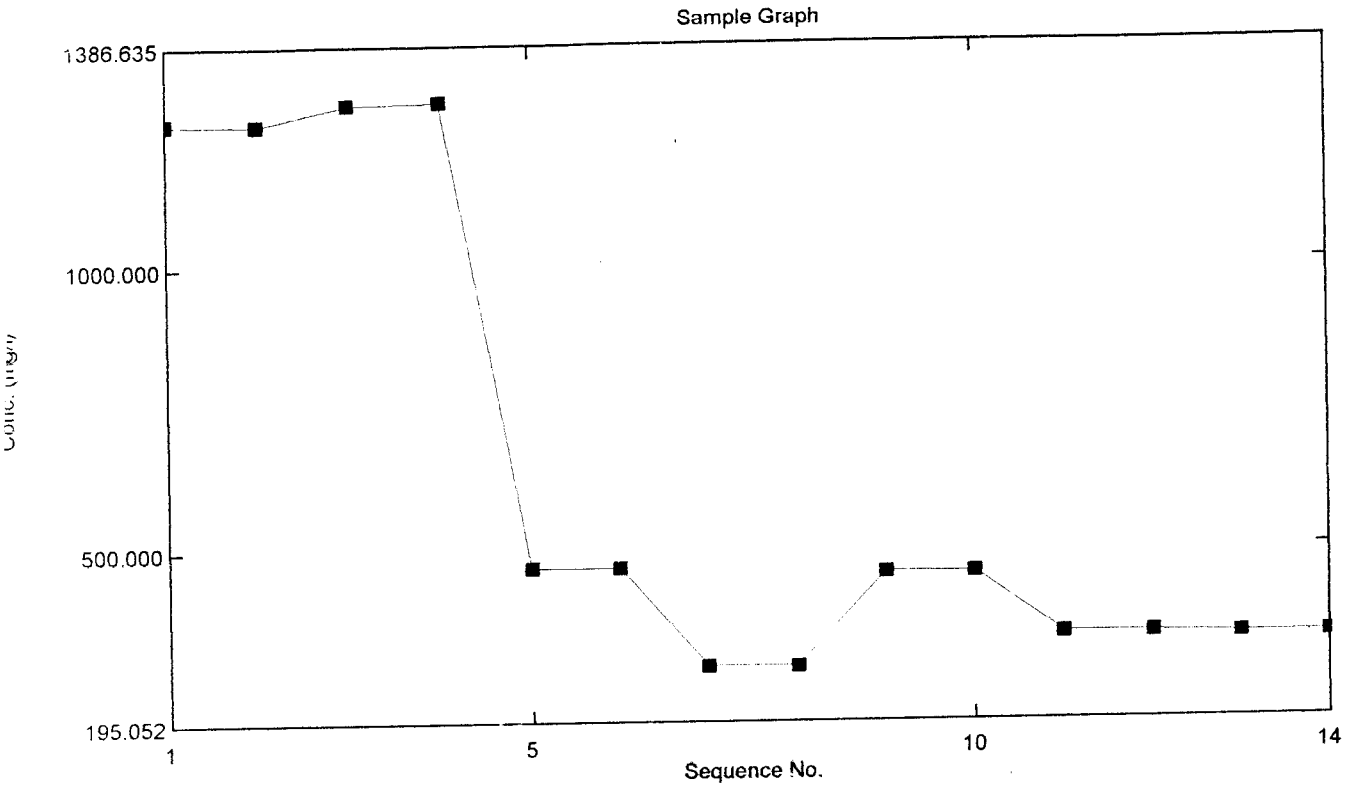
ample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
	Anung 50 H 1.1	Unknown		587.363	0.138	
	Anung 50 H 1.2	Unknown		587.871	0.138	
	Anung 50 H 2.1	Unknown		331.486	0.077	
	Anung 50 H 2.2	Unknown		330.469	0.076	
	Anung 50 H 3.1	Unknown		372.182	0.086	
	Anung 50 H 3.2	Unknown		372.182	0.086	
	Anung 50 H 4.1	Unknown		406.265	0.094	
	Anung 50 H 4.2	Unknown		407.282	0.095	
	Anung 50 H 5.1	Unknown		310.120	0.071	
0	Anung 50 H 5.2	Unknown		309.103	0.071	
1	Anung 50 H 6.1	Unknown		470.361	0.110	
2	Anung 50 H 6.2	Unknown		466.801	0.109	
3	Anung 50 H 7.1	Unknown		1121.499	0.266	
4	Anung 50 H 7.2	Unknown		1123.534	0.267	
5						

Sample Table Report

09/18/2006 01:18:07 PM

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



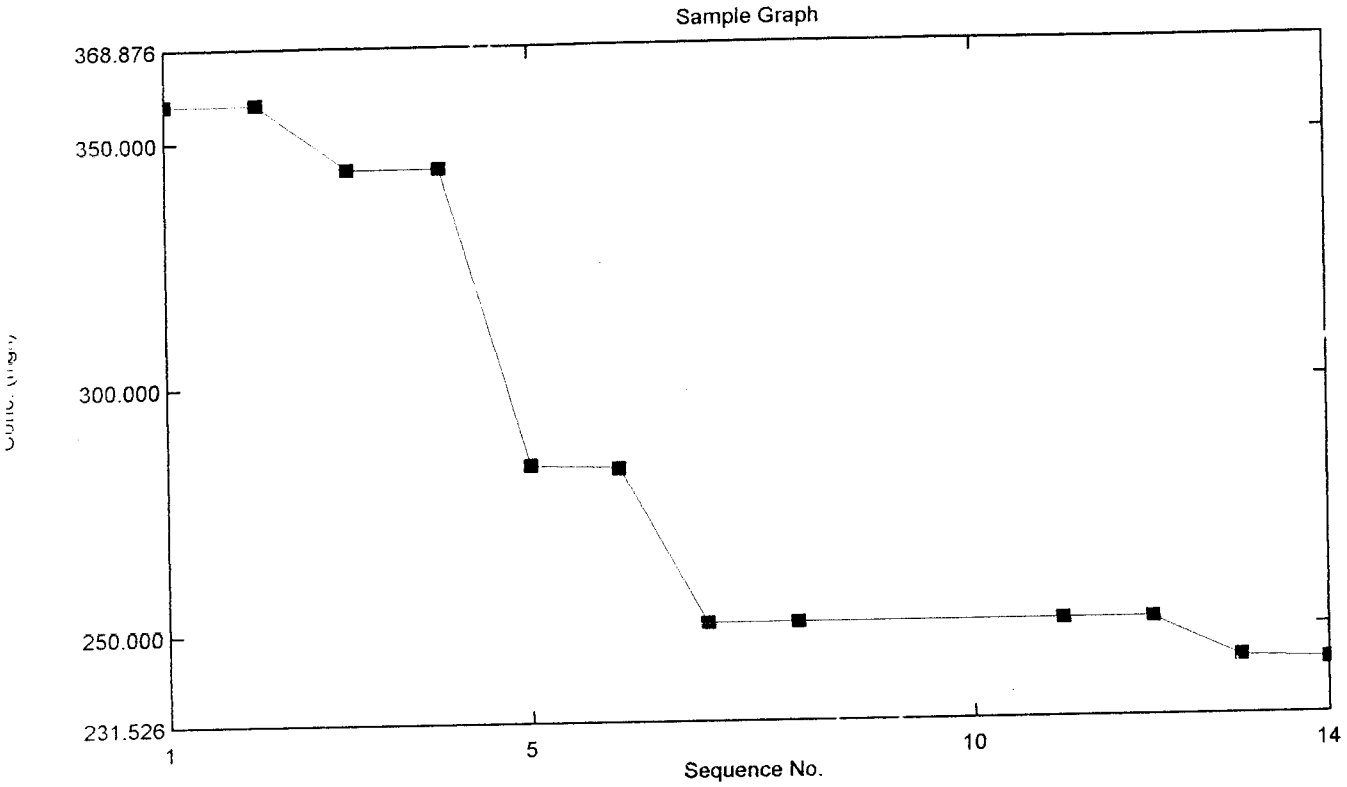
Sample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
1	Anung 60 1.1	Unknown		1251.727	0.297	
2	Anung 60 1.2	Unknown		1250.201	0.297	
3	Anung 60 2.1	Unknown		1284.284	0.305	
4	Anung 60 2.2	Unknown		1287.336	0.306	
5	Anung 60 3.1	Unknown		469.344	0.110	
6	Anung 60 3.2	Unknown		469.853	0.110	
7	Anung 60 4.1	Unknown		294.351	0.068	
8	Anung 60 4.2	Unknown		294.351	0.068	
9	Anung 60 5.1	Unknown		459.170	0.107	
10	Anung 60 5.2	Unknown		458.661	0.107	
11	Anung 60 6.1	Unknown		350.308	0.081	
12	Anung 60 6.2	Unknown		350.308	0.081	
13	Anung 60 7.1	Unknown		347.256	0.080	
14	Anung 60 7.2	Unknown		347.256	0.080	
15						

;ample Table Report

09/18/2006 01:18:56 PM

le Name: F:\Anung\Anung 70 gr.pho



ample Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
	Anung 70 gr 1.1	Unknown		357.430	0.083	
2	Anung 70 gr 1.2	Unknown		357.430	0.083	
3	Anung 70 gr 2.1	Unknown		344.203	0.080	
	Anung 70 gr 2.2	Unknown		344.203	0.080	
	Anung 70 gr 3.1	Unknown		283.668	0.065	
	Anung 70 gr 3.2	Unknown		283.159	0.065	
	Anung 70 gr 4.1	Unknown		251.620	0.057	
	Anung 70 gr 4.2	Unknown		251.620	0.057	
	Anung 70 gr 5.1	Unknown	✓	298.420	0.069	
0	Anung 70 gr 5.2	Unknown	✓	298.929	0.069	
1	Anung 70 gr 6.1	Unknown		251.620	0.057	
2	Anung 70 gr 6.2	Unknown		251.620	0.057	
3	Anung 70 gr 7.1	Unknown		243.481	0.055	
4	Anung 70 gr 7.2	Unknown		242.972	0.055	
5						

LAMPIRAN 3

HASIL ANALISA LABORATORIUM

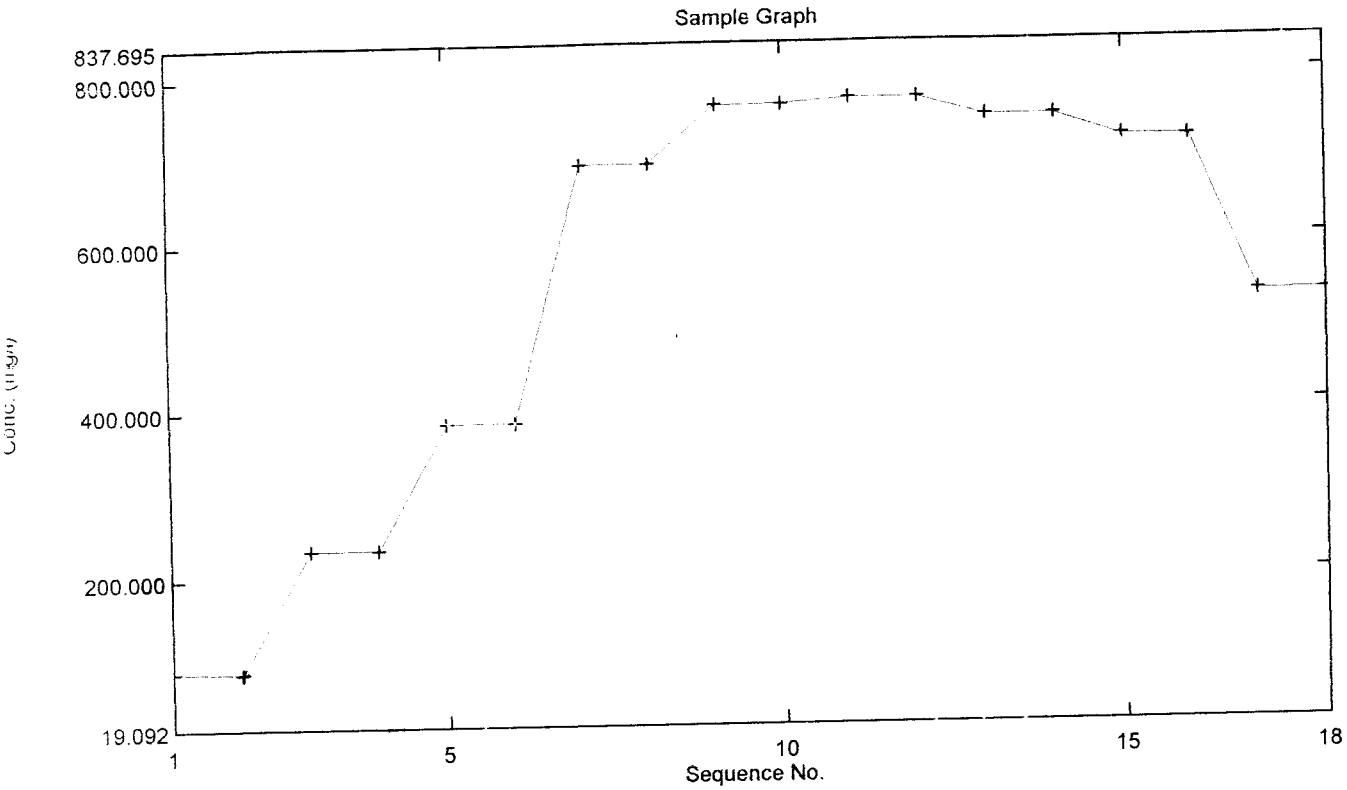
PADA REAKTOR KONTROL

SECARA TRIPLO

;ample Table Report

09/18/2006 01:36:06 PM

le Name: F:\Anung\kontrol 30 gr COD.pho



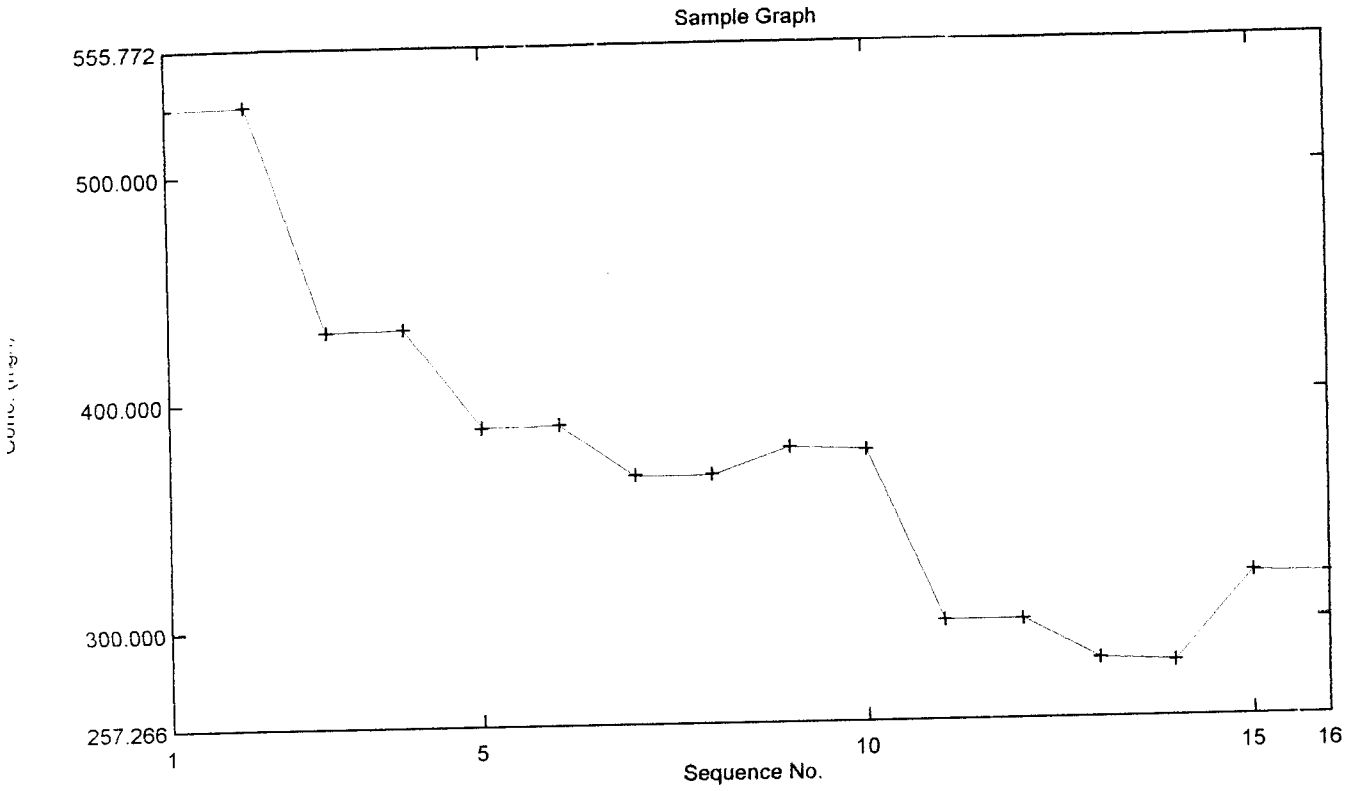
;ample Table

	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	

ample Table Report

09/18/2006 01:38:53 PM

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



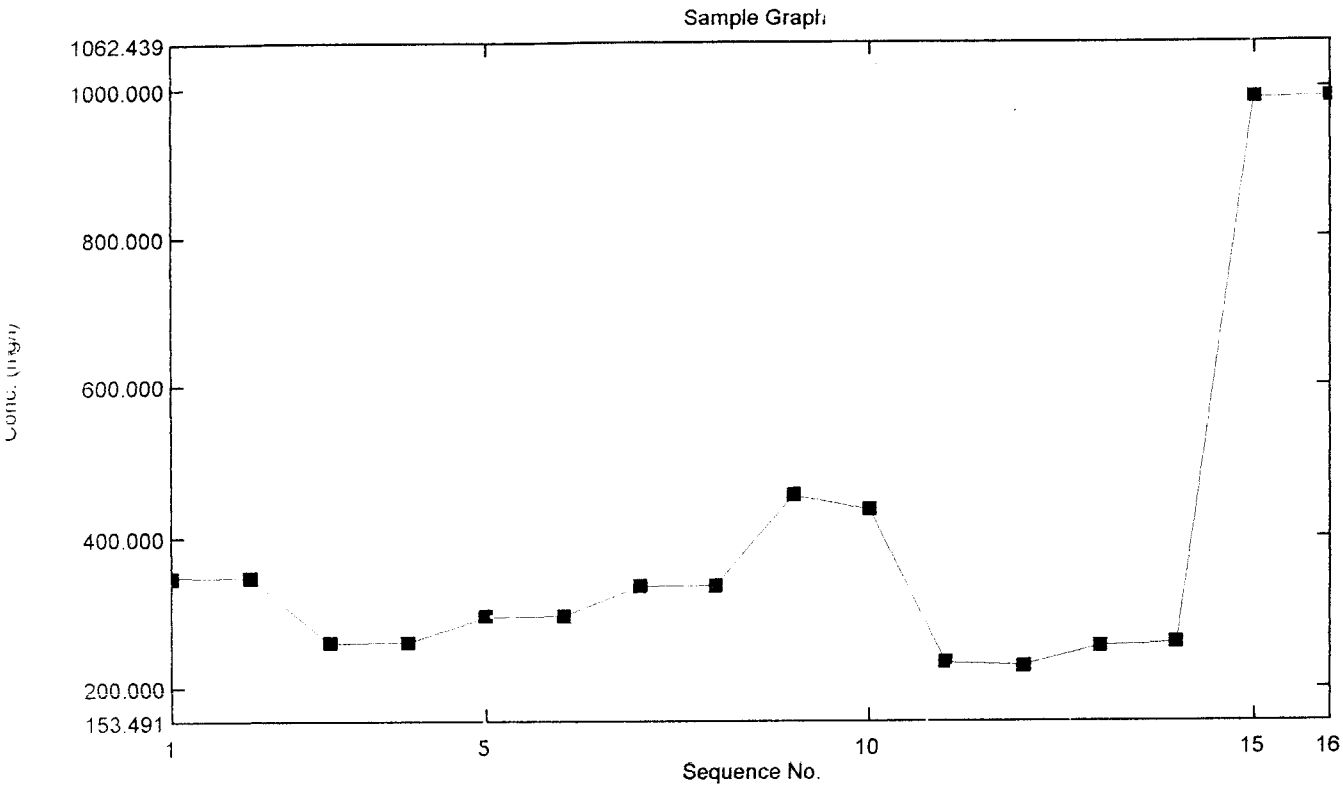
ample Table

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

Sample Table Report

09/18/2006 01:39:12 PM

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



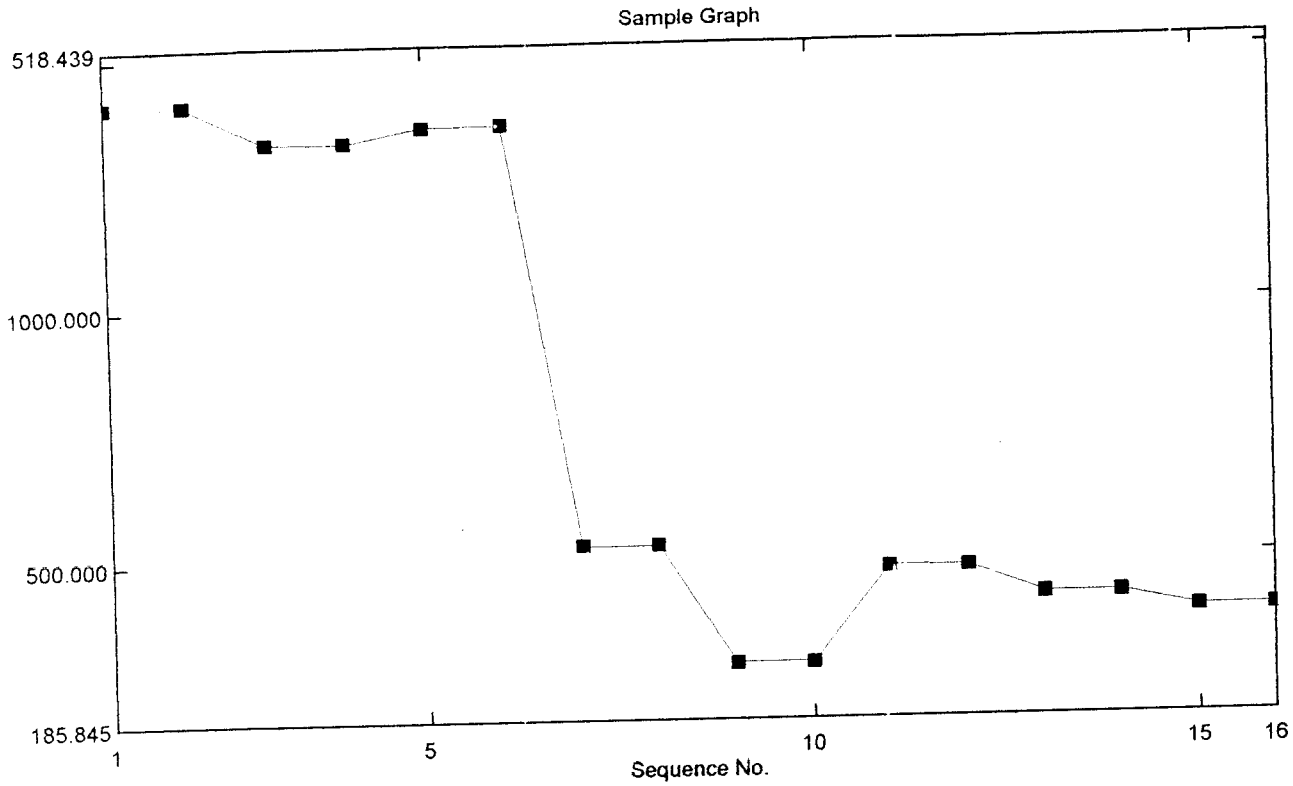
ample Table

	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	

nple Table Report

09/18/2006 01:41:50 PM

ame: F:\Anung\Kontrol COD 60gr.pho



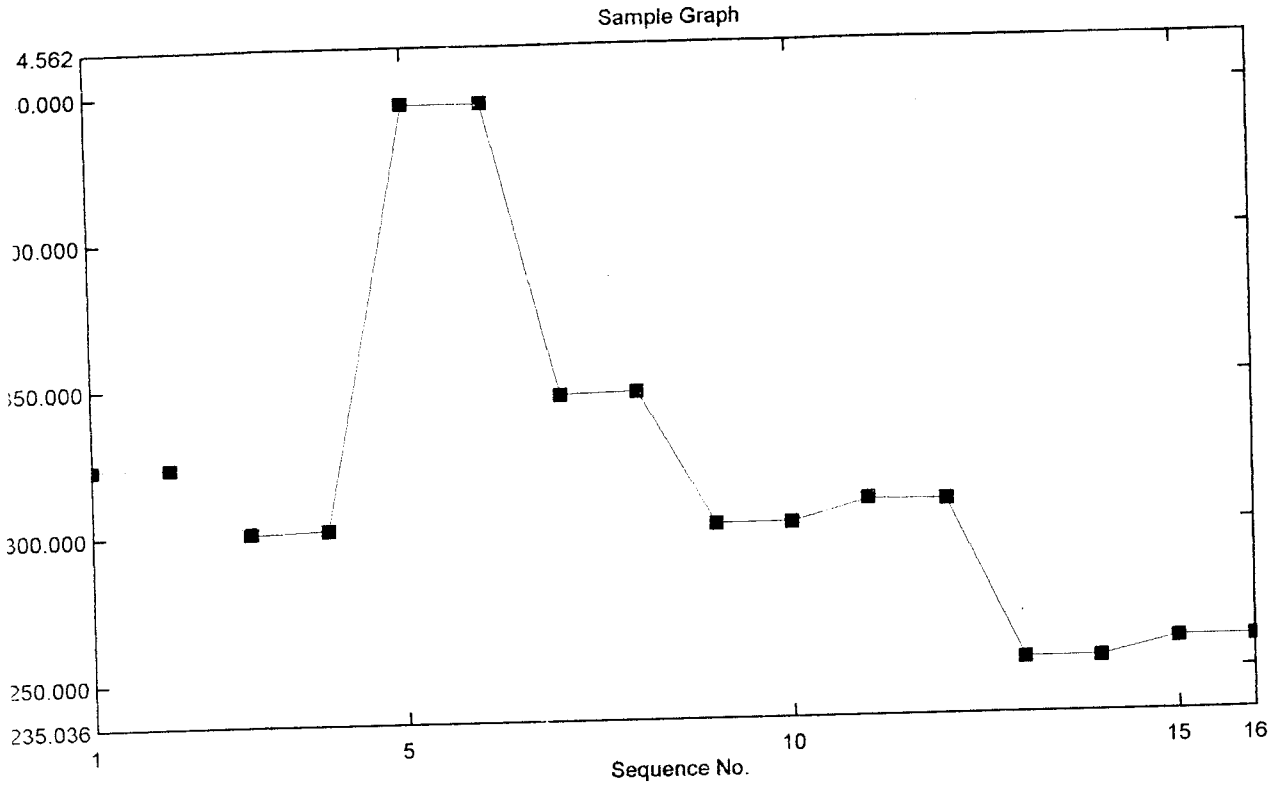
le Table

Sample ID	Type	Ex	Conc	WL600	Comments
Kontrol in 1	Unknown		1407.390	0.335	
Kontrol in 2	Unknown		1407.390	0.335	
Kontrol H 1.1	Unknown		1329.558	0.316	
Kontrol H 1.2	Unknown		1329.050	0.316	
kontrol H 2.1	Unknown		1359.063	0.323	
Kontrol H 2.2	Unknown		1360.589	0.323	
kontrol H 3.1	Unknown		526.319	0.123	
kontrol H 3.2	Unknown		526.319	0.123	
kontrol H 4.1	Unknown		296.894	0.068	
kontrol H 4.2	Unknown		297.403	0.068	
kontrol H 5.1	Unknown		482.062	0.113	
kontrol H 5.2	Unknown		481.553	0.113	
kontrol H 6.1	Unknown		425.596	0.099	
kontrol H 6.2	Unknown		425.596	0.099	
kontrol H 7.1	Unknown		395.582	0.092	
kontrol H 7.2	Unknown		395.582	0.092	

ple Table Report

09/13/2006 01:40:15 PM

ne: F:\Anung\Kontrol 70 gr COD.pho



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	
kontrol 4.2	Unknown		301.473	0.069	
kontrol 5.1	Unknown		308.594	0.071	
kontrol 5.2	Unknown		308.086	0.071	
kontrol 6.1	Unknown		254.163	0.058	
kontrol 6.2	Unknown		254.163	0.058	
kontrol 7.1	Unknown		260.268	0.059	
kontrol 7.2	Unknown		260.268	0.059	

LAMPIRAN 4

SNI COD DAN TSS

STANDAR
2

SK SNI M-03-1990-F

METODE PENGUJIAN
KUALITAS FISIKA AIR

DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM

DAFTAR RUJUKAN

1. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation,
1985 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.16 th Edition, APHA, Washington D.C.

2. Depatemen Pekerjaan Umum,
1989 Metode Pengambilan Contoh Uji Kualitas Air. Nomor SK SNI M-02-1989-F, Yayasan LPMB, Bandung.

" Hak Cipta dilindungi Undang-Undang "

DAFTAR ISI

halaman

I DESKRIPSI 1

1.1 Maksud dan Tujuan 1
1.1.1 Maksud 1
1.1.2 Tujuan 1

1.2 Ruang Lingkup 1

1.3 Pengertian 1

II PERSYARATAN PENGUJIAN KUALITAS FISIKA AIR 3

2.1 Bahan 3
2.1.1 Air Keperluan Laboratorium 3
2.1.2 Bahan Kimia untuk Pereaksi 3

2.2 Peralatan Analisis 3
2.2.1 Instrumen Analisis 3
2.2.2 Alat Timbangan 3
2.2.3 Alat Gelas 3

2.3 Pola Kerja 4

2.4 Waktu Pemeriksaan 4

2.5 Petugas 4

III CARA PENGUJIAN SIFAT FISIKA AIR 5

3.1 Suhu 5
3.1.1 Prinsip Kerja 5
3.1.2 Peralatan 5
3.1.3 Cara Kerja 5

3.2 Warna 6
3.2.1 Prinsip Kerja 6
3.2.2 Bahan 6

halaman

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

halaman

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

halaman

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 ± 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 (°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 terabsorbsi 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 µm 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 µm dan dikeringkan pada suhu tertentu

Dokumen ini merupakan koleksi milik/hak cipta Badan Litbang PU dan Perumahan

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 dipanasakan pada suhu tertentu, yang dinyatakan dalam mg/L;

11) residu mengendap ialah zat padat yang dapat mengendap selam 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 µmhos/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.

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Badan Litbang PU dan penerbit.

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 µmhos/cm dan disimpan ditempat yang aman serta terlindung dari kontaminasi.

2.1.2 Bahan Kimia Untuk Pereaksi

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 Pyrex dan Jena.

2.3 Pola Kerja

Tahapan pekerjaan pemeriksaan kualitas fisika air meliputi:

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

2.4 Waktu Pemeriksaan

Waktu pemeriksaan sebaiknya mengikuti ketentuan:

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

2.5 Petugas

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

Diizinkan memperbanyak sebagian atau seluruhnya dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari Badan Litbang PU dan Pemilik

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.

Dokumen mengecualikan sebagian atau seluruhnya dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari Badan Litbang PU dan Pemilik

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

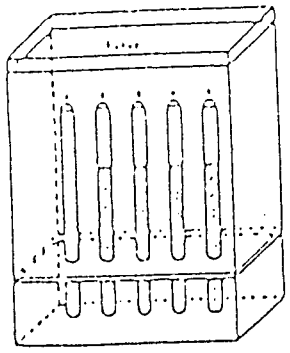
Bahan yang digunakan ialah :

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
t (Tinggi) = 375 mm
V (Volume) = 100 ml

GAMBAR 1
TABUNG NESSLER DALAM RAK UNTUK PEMERIKSAAN WARNA

Dibuat menggunakan aplikasi scanner dengan cara ...

3.2.4 Cara Kerja

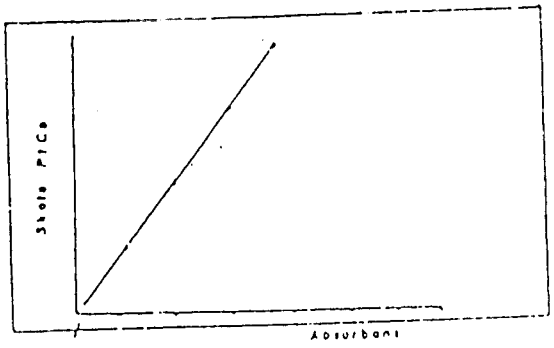
Tahapan pemeriksaan warna adalah sebagai berikut :

1) pemeriksaan metode visual;

(1) contoh yang akan diperiksa terlebih dahulu disaring dengan kertassaring yang berpori 0,45 µm dan dimasukkan kedalam tabung Nessler 50 mL;
(2) warna contoh dibandingkan secara visual dengan larutan baku dimulai dari larutan baku paling encer; selama pengujian tabung Nessler ditempatkan pada alas yang berwarna putih;
(3) tetapkan warna contoh sesuai dengan skala warna larutan baku yang paling mendekati atau berada diantara dua skala larutan baku;
(4) apabila warna lebih dari 70 satuan skala Pt-Co, dilakukan pengenceran langsung pada tabung Nessler;

2) pemeriksaan secara spektrofotometri;

(1) buat kurva kalibrasi dengan membaca larutan baku kerja berskala warna 2,5; 5; 10 dan 25 dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 355 nm (lihat Gambar 2);



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

(2) contoh air terlebih dahulu disaring dengan kertas saring berpori 0,45 µm dan kemudian dibaca absorbansinya seperti pada larutan baku di atas.

Dilarang mengandakan sebagian atau seluruh isi dokumen ini dalam bentuk apapun tanpa ijin tertulis dari Badan Standar Nasional

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 :

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

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;

Dilarang menggandakan sebagian atau seluruhnya dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari Badan Litbang PU dan Penerbit.

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 baca 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 :

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

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 seimbangkan 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 SiO_2 yang diperoleh dengan cara membandingkan skala pembacaan dengan skala pada alat yang telah disediakan oleh pabrik.

3.4 Kejernihan

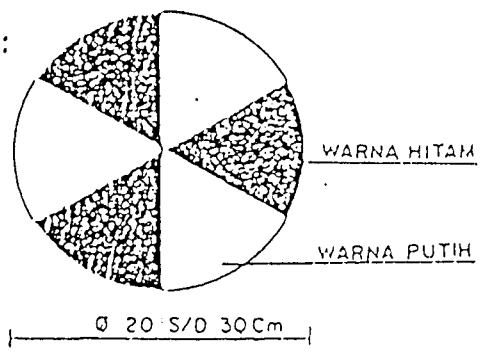
3.4.1 Prinsip Kerja

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

Dilarang mengandikan sebagian atau seluruhnya dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari Badan Litbang PU dan Penerbit.

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 :

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

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 ^{o}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.

Dalam menggandakan harus dilindungi dengan hak cipta sesuai dengan UU dan peraturan yang berlaku

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.

Dilarang menggandakan sebagian atau seluruhnya dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari Badan Litbang PU dan Penerbit.

3.5.5 Perhitungan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan ialah :

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

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 khsus untuk menaruh kertas saring yang terbuat dari baja nir karat 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;

Diperbanyak oleh Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan

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

3.6.5 Perhitungan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan ialah :

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

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 °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 °C;
3) penangas air;

Dilarang mengcopy atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen ini tanpa izin tertulis dari Badan Standardisasi Nasional

4) oven untuk pemanasan pada suhu 103-105 ^{o}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 berpori 0,45 um 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.

3.7.4 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 ^{o}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 ^{o}C selama 1 jam;
(5) dinginkan dalam desikator selama 15 menit;
(6) timbang kembali dengan neracaanalitik;
(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 ^{o}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.

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menggandakan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun tanpa izin tertulis dari Badan Litbang PU dan Penerbit

3.7.5 Perhitungan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan ialah :

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

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 1jam, 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 :

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

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

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

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

Dilarang mengedarkan sebagian atau seluruhnya dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari Badan Litbang PU dan Penerbit.

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

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/L atau mg/L.

3.9.2 Gangguan

Gangguan dalam pemeriksaan ini adalah zat yang mengapung 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 tahan karat atau aluminium;
10) penjepit cawan;
11) kerucut Imhoff;
12) batang pengaduk yang dilengkapi dengan karet pembersih;
13) gelas ukur berdiameter ± 9 cm.

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh isi tanpa izin tertulis dari Badan Litbang PU dan Penerbit.

9.4 Cara Kerja

Tahapan cara kerja adalah :

1) pemeriksaan dengan cara volumetri dikerjakan sebagai berikut :

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

2) pemeriksaan dengan cara gravimetri dikerjakan sebagai berikut :

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

3.9.5 Perhitungan

Rumus yang digunakan dalam perhitungan adalah :

1) cara volumetri;

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

2) cara gravimetri;

$$\text{mg/L residu mengendap} = A - B \quad \text{.....(12)}$$

Dibuat menggunakan ubuntu dan diketik dengan cara spasi tanpa tab ok 2021 Bidan Cabang FC dan Fendik

dengan penjelasan :

A = residu tersuspensi (mg/L)
B = residu tidak mengendap (mg/L)

3.10 Derajat Keasaman

3.10.1 Prinsip Kerja

Aktifitas ion hidrogen dalam air diukur secara potensiometri dengan elektroda gelas. Elektroda ini akan menghasilkan perubahan tegangan yang disebabkan oleh aktifitas 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

Dalam mempergunakan naskah ini sebaiknya dapat ...
... dari Badan Litbang PU dan Perumtan.

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 ^{o}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.

Dilarang mengandakan sebagian atau seluruhnya dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari Badan Standar PU dan Perumtih.

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 µmhos/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 umhos/cm, maka lakukan pengukuran dengan menggunakan larutan baku KCl 0,1 M (DHL = 12.900 µmhos/cm) atau larutan 0,5 M (DHL = 58.640 µmhos/cm).

3.11.5 Perhitungan

DHL dinyatakan dalam satuan µmhos/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 $^{o}/_{oo}$.

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);

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

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;

$$^{o}/_{oo} = Clo \times 1{,}8 \quad \ldots\ldots(14)$$

3.12.2 Metode Salinometri

Ikhwal 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 $^{o}/_{oo}$ langsung dapat dibaca pada alat salinometer.

Diizinkan memperbanyak sebagian atau seluruhnya dengan cara apapun harus izin tertulis dari Direktur Penyelidikan Masalah Bangunan PU dan Perumahan

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, $CoCl_2.6H_2O$ (setara dengan 250 mg Co) dalam air suling, kemudian tambahkan perlahan-lahan 100 mL HCL pekat dan encerkan menjadi 1000 mL dengan air suling;

2) larutkan 500 mg platina murni di dalam air raja dengan pemanasan, kemudian hilangkan asam nitrat yang ada dengan penambahan HCl pekat beberapa kali, larutkan residu yang dihasilkan bersama dengan 1 gram kobal khlorida seperti pada cara tersebut di atas.

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

Cara pembuatannya adalah sebagai berikut:

1) encerkan larutan induk masing-masing sebanyak; 0,5 ; 1,0 ; 1.5; 2,5; 3.0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 6,0 dan 7 0 mL kemudian encerkan menjadi 50 mL di dalam tabung Nessler;

2) simpan larutan baku kerja dalam rak tertutup.

4.2 Pembuatan Larutan Untuk Pengujian Kekeruhan Metode Nephelometri

4.2.1 Larutan Suspensi Induk Kekeruhan 400 UKN

Cara pembuatannya adalah sebagai berikut:

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

Dilarang mengandakan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun tanpa ijin tertulis dari Badan Litbang PU dan Perumahan

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 Kekeruhan 40 UKN

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

4.2.3 Larutan Suspensi Baku Encer

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

4.3 Pembuatan Larutan Untuk Pengujian Derajat Keasaman (pH)

4.3.1 Larutan Buffer pH 4,004

Cara pembuatannya dengan melarutkan 10,12 gram kalium hidrogenphtalat, $KHC_8H_4O_4$ 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 $Na_2B_4O_7.10\ H_2O$ yang telah dikeringkan pada suhu 110 - 130 °C selama 2 jam;
2) larutkan dalam air suling yang telah didihkan dan didinginkan, kemudian tepatkan menjadi 1000 mL pada suhu 25 °C.

Dalam penggunaan standar ini sebaiknya dipergunakan edisi terbaru

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 umhos/cm pada suhu 25°C.

4.4.2 Larutan Baku KCl 0,1 M

Cara pembuatannya, larutkan KCl 7,4560 gram KCl bebas air kristal kedalam air suling dan tepat kan menjadi 1000 mL. DHL larutan 12.900 µmhos/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 tepat kan menjadi 1000 mL. DHL larutan ini 58.640 µmhos/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 ± 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 ± 0,28 N

Cara pembuatannya, larutkan 48,5 gram perak nitrat (AgNO3) 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.

Dilarang menggandakan sebagian atau seluruh isi buku ini dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari Badan Standardisasi Nasional.

4.5.4 Standarisasi Perak Nitrat

Standarisasi dilakukan dengan cara sebagai berikut:

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

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

Diduplikasi dengan perubahan oleh Pusat Standardisasi Kimia dan Lingkungan Balai Besar Kimia dan Kemasan

SNI

Standar Nasional Indonesia

SNI 06-6989.2-2004

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

ICS 13.060.50

Badan Standardisasi Nasional

BSN

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 $Cr_2O_7^{2-}$ secara spektrofotometri pada kisaran nilai KOK 100 mg/L sampai dengan 900 mg/L pada panjang gelombang 600 nm dan nilai KOK lebih kecil 100 mg/L pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 420 nm.

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

2 Istilah dan definisi

2.1
larutan induk
larutan baku kimia yang dibuat dengan kadar tinggi dan akan digunakan untuk membuat larutan baku dengan kadar yang lebih rendah

2.2
larutan baku
larutan induk yang diencerkan dengan air suling bebas organik, dan mempunyai nilai KOK 500 mg/L

2.3
larutan kerja
larutan baku yang diencerkan dengan air suling bebas organik, digunakan untuk membuat kurva kalibrasi dan mempunyai kisaran nilai KOK: 0,0 mg/L; 100 mg/L ; 200 mg/L; 300mg/L; 400mg/L

2.4
larutan blanko atau air suling bebas organik
adalah air suling yang tidak mengandung organik atau mengandung organik dengan kadar lebih rendah dari batas deteksi

2.5
kurva kalibrasi
grafik yang menyatakan hubungan kadar larutan kerja dengan hasil pembacaan absorbansi yang merupakan garis lurus

2.6
blind sample
larutan baku dengan kadar tertentu

2.7
spike matrix
contoh uji yang diperkaya dengan larutan baku dengan kadar tertentu

2.8
SRM (Standard Reference Material)
bahan standar yang tertelusur ke sistem nasional

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 $Cr_2O_7^{2-}$ 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 $Cr_2O_7^{2-}$ dalam refluks tertutup menghasilkan Cr^{3+}. Jumlah oksidan yang dibutuhkan dinyatakan dalam ekuivalen oksigen (O_2 mg /L) diukur secara spektrofotometri sinar tampak. $Cr_2O_7^{2-}$ 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 $Cr_2O_7^{2-}$ 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 $K_2Cr_2O_7$ 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 $K_2Cr_2O_7$ 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 (NH_2SO_3H).
Digunakan jika gangguan nitrit akan dihilangkan. Tambahkan 10 mg asam sulfamat untuk setiap mg NO_2- N yang ada dalam contoh uji.

f) Larutan standar kalium hidrogen phtalat , $HOOCC_6H_4COOK$ (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 biologi. 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 dari 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 H_2SO_4 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 H_2SO_4 sampai pH lebih kecil dari 2,0 dan contoh uji disimpan pada pendingin 4°C dengan waktu simpan 7 hari.

6 Persiapan pengujian

embuatan kurva kalibrasi

Optimalkan alat uji spektrofotometer sesuai petunjuk penggunaan alat untuk pengujian KOK.

Siapkan setidaknya 5 larutan standar KHP ekuivalen dengan KOK untuk mewakili kisaran konsentrasi.

Gunakan volume pereaksi yang sama antara contoh dan larutan standar KHP.

) Baca absorbansinya pada panjang gelombang 600 nm atau panjang gelombang 420 nm.

) Buat kurva kalibrasi.

.7 Prosedur

) 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.

) Biarkan suspensi mengendap dan pastikan bagian yang akan diukur benar-benar jernih .

) Ukur contoh dan larutan standar pada panjang gelombang yang telah ditentukan (420 nm atau 600 nm).

) Pada panjang gelombang 600 nm, gunakan blanko yang tidak direfluks sebagai larutan referensi.

) Jika konsentrasi KOK lebih kecil atau sama dengan 90 mg/L, lakukan pengukuran pada panjang gelombang 420 nm, gunakan pereaksi air sebagai larutan referensi.

) Ukur absorbsi blanko yang tidak direfluks yang mengandung dikromat, dengan pereaksi air sebagai pengganti contoh uji, akan memberikan absorbsi dikromat awal.

) Perbedaan absorbansi antara contoh yang direfluks dan yang tidak direfluks adalah pengukuran KOK contoh uji.

) Plot perbedaan absorbansi antara blanko yang direfluks dan absorbansi larutan standar yang direfluks terhadap nilai KOK untuk masing-masing standar.

Lakukan analisa duplo.

.8 Perhitungan

Nilai KOK : sebagai mg /L O_2

) Masukkan hasil pembacaan absorbansi contoh uji ke dalam kurva kalibrasi

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

Jaminan mutu dan pengendalian mutu

.1 Jaminan mutu

) Gunakan bahan kimia pro analisa (pa).

) Gunakan alat gelas bebas kontaminasi.

) Gunakan alat ukur yang terkalibrasi.

) Gunakan air suling bebas organik untuk pembuatan blanko dan larutan kerja.

) Dikerjakan oleh analis yang kompeten.

Lakukan analisis dalam jangka waktu yang tidak melampaui waktu simpan maksimum 7 hari.

4.2 Pengendalian mutu

a) Linieritas kurva kalibrasi (r) harus lebih besar atau sama dengan 0,995.

b) Lakukan analisis blanko untuk kontrol kontaminasi. Kandungan organik (nilai KOK) dalam larutan blanko harus lebih kecil dari batas deteksi.

c) Lakukan analisis duplo untuk kontrol ketelitian analis. 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:

a) Analisis *SRM.*

b) Lakukan analisis *SRM (Standard Reference Material)* untuk kontrol akurasi.

c) Analisis blind sample.

d) Kisaran persen temu balik adalah 85% sampai dengan 115% atau sesuai dengan kriteria dalam sertifikat CRM.

e) 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 analis.
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)*